

Особенности проведения оценки соответствия ЭКБ, РЭА и материалов с использованием расчетных методов

А. Козюков¹, М. Кожухов², Г. Протопопов³, Д. Казанцев⁴

УДК 629.78 | ВАК 2.2.8

В настоящее время большинством стран, активно участвующих в космической деятельности, выбрана общая стратегия перехода с больших космических аппаратов с длительными сроками активного существования на многоспутниковые группировки малых космических аппаратов с существенно меньшими сроками активной эксплуатации, от нескольких месяцев до 3-5 лет. Данная специфика конструирования позволяет применять более доступную элементную базу коммерческой и индустриальной категории качества и обеспечивать требуемые характеристики не на уровне одного отдельного компонента, а в масштабах всей космической системы. Такой подход позволяет сократить сроки проектирования и изготовления системы и следовать в ногу со временем, применяя наиболее современные доступные электронные решения.

Однако переход на подобную идеологию требует пересмотра всей процедуры квалификации и сертификации разрабатываемого оборудования. Большую роль здесь играют расчетно-аналитические методы оценки характеристик аппаратуры. В первую очередь речь идет о радиационной стойкости. Анализируя подходы инженеров НАСА, можно выявить несколько основных используемых ими инструментов:

- детальный риск-менеджмент применяемой элементной базы;
- оценка возникающих одиночных и дозовых эффектов (см. рис.1) в ней и оценка рисков влияния данных эффектов на функционирование системы в целом;
- анализ требований по дозовым и одиночным эффектам в зависимости от срока миссии, требований по вероятности безотказной работы и размеру группировки космических аппаратов.

Все перечисленные мероприятия в совокупности являются неотъемлемой частью процесса разработки любого космического изделия. Работа с пакетами данных от производителей, базами данных испытательных центров, материалами семинаров и рабочих групп отечественных

и зарубежных конференций позволяет обеспечить выбор наиболее подходящих по характеристикам комплектующих, удовлетворяющих всем предъявляемым требованиям к изделию. Подобные подходы успешно реализованы на практике специалистами «Прогноз-РС» во множестве различных проектов.

При этом, как существующая нормативная база, так и процесс экспериментальной отработки требуют существенной оптимизации. Согласно материалам зарубежных публикаций, все больше внимания уделяется не испытаниям отдельных электронных компонентов на стойкость к различным факторам, а изучению поведения крупных узлов или спутника целиком под воздействием высокоэнергетических протонов или тормозного гамма-излучения. Это справедливо лишь для многочисленных спутниковых систем, где требование к каждому отдельному космическому аппарату может быть пропорционально снижено за счет увеличения числа таких аппаратов в группировке.

Компания «Прогноз-РС» принимает активное участие в решении всех вопросов аналитической оценки стойкости современных малых аппаратов, начиная с совершенствования процедуры расчета радиационной стойкости, создания собственной базы данных результатов испытаний электронных компонентов, развития сотрудничества с ведущими испытательными центрами, заканчивая модернизацией процедуры наземно-экспериментальной отработки малых аппаратов и разработкой

¹ ООО «Прогноз-РС», генеральный директор, info@prognoz-rs.ru.

² ООО «Прогноз-РС», технический директор.

³ ООО «Прогноз-РС», начальник отдела.

⁴ ООО «Прогноз-РС», ведущий инженер.

новой нормативно-методической базы (выдача предложений по основным элементам концепции) совместно с головными научно-исследовательскими институтами космической отрасли.

Одной из первоочередных задач, стоящих перед научной общественностью, является необходимость разработки новых требований к экспериментам, определения норм флюенса протонов. Решение данной проблемы позволит обеспечить одновременное (на базе одной установки) выполнение оценки соответствия по дозовым эффектам, структурным повреждениям и одиночным эффектам (в ограниченном диапазоне линейных потерь энергии). Кроме того, требуется уделить особое внимание созданию системы равномерного всестороннего облучения объекта (путем использования принципов сканирования или вращения объекта, «распушения» пучка протонов).

Сложность работ состоит во многом в применении нетривиального метода интерпретации полученных результатов, локализации проблемных узлов и блоков в ходе исследований, их диагностики и принятии решения о ремонте, доработке или замене. Результаты экспериментов должны привести не к формированию новых требований к уровням воздействия ионизирующих излучений на радиоэлектронную аппаратуру, а к переходу на систему особых правил проектирования и культуры

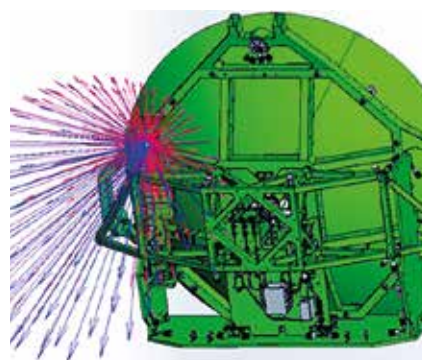


Рис. 1.
Пример расчета лучевым методом локальных поглощенных доз в изделии

производства. Такой подход может стать наиболее понятным и удобным для разработчиков космической техники, повысить надежность и радиационную стойкость перспективных образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Анашин В.С., Протопопов Г.А., Ляхов И.А.** Возможность подтверждения требуемой стойкости ЭКБ к воздействию ТЗЧ по данным испытаний на ВЭП. Конференция «Стойкость-2018».
2. **Michael J. Campola.** Radiation Hardness Assurance (RHA). Overview for Mission Success. NASA GSFC.

IF/RF & Microwave Design

Advantex UNO-2XM 100 кГц – 21 ГГц

Малошумящий синтезатор частот

Уровень фазового шума: -140 дБн/Гц при отстройке 10 кГц @1 ГГц

Время перестройки: < 60 мкс

Шаг перестройки: 0.0001 Гц

Мощность выходного сигнала: -10..+15 дБм, шаг 0,5 дБ

Опорный сигнал: 1-250 МГц

Выход опорной частоты: 10/100 МГц

Рабочий диапазон: -40...+60 °C

Габаритные размеры: 30,5 × 87,5 × 195,0 мм

Фазовый шум, нормированный к 1 ГГц
Phase Noise, dBc/Hz

Offset, Hz

1 GHz
2 GHz
3 GHz
5 GHz
7 GHz
10 GHz
13 GHz
15 GHz
17 GHz
20 GHz
Spec Mask

Электронный каталог

www.advantex.ru/docs/adx_catalog_ru.pdf

Разработано и произведено в России!

www.advantex.ru