

СОБЫТИЯ И МНЕНИЯ

Андрей В. Яненко

ВПЕЧАТЛЕНИЯ УЧАСТНИКА 28-й ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ» («СТОЙКОСТЬ-2025»)

DOI: 10.26583/bit.2025.3.17

ВПЕЧАТЛЕНИЯ УЧАСТНИКА 28-й ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ» («СТОЙКОСТЬ-2025»)

В период с 3 по 4 июня 2025 г. в г. Москва прошла 28-я всероссийская научно-техническая конференция «Радиационная стойкость электронных систем», также известная под кратким названием «Стойкость». Эта ежегодная конференция является одним из наиболее значимых событий для специалистов в области обеспечения и контроля радиационной стойкости радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и электронной компонентной базы (ЭКБ). Радиационная стойкость (РС), как один из возможных элементов доверенности, является важной для ЭКБ и РЭА, применяемых в объектах критической информационной инфраструктуры, работающих в условиях воздействия радиации, в первую очередь это космические системы, атомные станции, а также объекты вооружения, военной и специальной техники.

К началу конференции издается сборник тезисов, индексируемый в базах РИНЦ и Elibrary.ru. Наиболее значимые работы публикуются в реферируемом ВАК журнале «Вопросы атомной науки и техники. Серия: физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру», издаваемом АО «НИИП» (<http://niipribor.ru/>), которое является организатором конференции.

В работе конференции «Стойкость» ежегодно принимают участие более 150 руководителей и специалистов из более 40 организаций (разработчиков и производителей РЭА и ЭКБ военного и космического назначения, испытательных центров (ИЦ), образовательных учреждений и научных центров), которые представляют Госкорпорации «Росатом», «Роскосмос», Минобрнауки России, Минобороны России. Среди постоянных и активных участников следует отметить АО «НИИП», АО «ЭНПО СПЭЛС», НИЯУ МИФИ, АО «НИИ КП», ФГБУ «46 ЦНИИ» МО РФ, ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина», АО «Российские космические системы», АО «НПО Лавочкина», АО «ЦНИИмаш», ИКИ РАН.

Традиционно содержание конференции было очень насыщенным, в ходе работы конференции в этом году было представлено 25 устных и 67 стендовых докладов, которые были посвящены основным проблемным направлениям в области обеспечения радиационной стойкости электронных систем:

- внешние радиационные условия эксплуатации изделий электронной техники, электротехники и аппаратуры;
- радиационные и электромагнитные эффекты в изделиях радиоэлектроники, механизмы деградации параметров, отказы, одиночные сбои;
- оценка и обеспечение радиационной стойкости и надежности изделий электронной техники, электротехники, аппаратуры, радиотехнических материалов, в том числе материалов космического назначения;
- расчётные и экспериментальные методы определения радиационной стойкости;
- испытательные установки, дозиметрическое и метрологическое сопровождение испытаний.

Такой широкий спектр тематик докладов позволяет участникам различной специализации найти что-то интересное для каждого. Ежегодно представители научных школ (АО «НИИП», НИЯУ МИФИ и др.) рассказывают о результатах проведенных

СОБЫТИЯ И МНЕНИЯ

Андрей В. Яненко

ВПЕЧАТЛЕНИЯ УЧАСТНИКА 28-й ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ» («СТОЙКОСТЬ-2025»)

экспериментальных и теоретических исследований, направленных на развитие моделирования радиационных эффектов. Наиболее значимыми в данной области на данный момент представляются исследования в обеспечение трех новых ГОСТ по методам оценки соответствия ЭКБ требованиям по РС, разработка которых завершается ФГБУ «46 ЦНИИ» МО РФ. Часть результатов этих исследований была представлена в докладе А.В. Сокояна (ЦЭПЭ НИЯУ МИФИ/АО «ЭНПО СПЭЛС») посвященных результатам фундаментальной и объемной исследовательской научно-практической работы по влиянию амплитудно-временных характеристик импульсного излучения на уровни отказов интегральных микросхем, подтверждению возможности применения линейных моделей радиационно-переходных характеристик для предсказания уровня отказа по тиристорным эффектам, катастрофическим отказам и сбоям.

Живой интерес у представителей испытательных центров вызвал доклад С.В. Митрофанова из Лаборатории ядерных реакций (ЛЯР) Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ, г. Дубна) о многоцелевом прикладном научном комплексе на базе нового циклотрона ДЦ-140. Новый ускоритель ионов так называемых «низких» энергий порядка 4,8 МэВ/нуклон (которые составляют около 70% потребности испытательных центров ЭКБ) позволит кратно сократить время перестройки с одного вида иона на другой за счет использования так называемого «коктейля» в ионном источнике, но все же это пока еще часы, а не минуты.

Значительное количество устных докладов (10 из 25) было связано с космической тематикой. В докладе Г.А. Протопопова из АО «ЦНИИМАШ» об обеспечении стойкости малых космических аппаратов (МКА) к воздействию ионизирующих излучений космического пространства (ИИ КП) отмечалось отставание отечественной нормативно-методической базы по заданию требований и оценке соответствия ЭКБ и РЭА космического применения заданным требованиям по РС с учетом особенности (категории) космической миссии (например, единичные дорогостоящие уникальные космические аппараты, группировки из сотен малых космических аппаратов или образовательные наноспутники). Необходимо определить категории и требования стандартов, соответствующие их применению, что значительно сократит требуемые объемы испытаний и финансовые расходы.

В докладе Г.А. Протопопова также отмечалось, что одиночные радиационные эффекты (ОРЭ) – главная причина сбоев и отказов в работе КА в период эксплуатации, по разным оценкам от 30% до 50% всех отказов космических аппаратов.

Одиночные эффекты в изделиях микроэлектроники высокой степени интеграции могут возникать даже в условиях воздействия естественной радиации (атмосферных нейтронов, частиц космических ливней). Описания случаев влияния такого излучения на наземную критическую инфраструктуру встречаются не часто (например, <https://yandex.ru/video/preview/16640341191740908559>), тем не менее, есть понимание, что без систем встроенной аппаратной коррекции единичных сбоев современные микросхемы памяти будут работать с ошибками. Моделированию ОРЭ единичных и многократных сбоев при воздействии тяжелых заряженных частиц (ТЗЧ), высокоэнергетичных протонов (ВЭП) и нейтронов было посвящено несколько докладов из НИЯУ МИФИ и АО «НИИП».

Возвращаясь к проблеме оценки пригодности ЭКБ к применению в условиях космических миссий, следует упомянуть несколько ключевых трендов, которые обсуждались в докладах конференции:

– вектор развития новых информационных спутниковых систем направлен на использование группировок из сотен и даже тысяч МКА (всем уже известны OneWeb и StarLink, российским «ответом Илону Маску» призвана стать система «Сфера»);

СОБЫТИЯ И МНЕНИЯ

Андрей В. Яненко

ВПЕЧАТЛЕНИЯ УЧАСТНИКА 28-й ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ» («СТОЙКОСТЬ-2025»)

– есть понимание, что система оценки соответствия ЭКБ для МКА требованиям РС к воздействию ИИ КП нуждается в модернизации, вектор направлен на учет снижения требований надежности на отдельный МКА в группировке и на переход от тотального задания требований на всю ЭКБ (каждое в отдельности) к определению наиболее критичной ЭКБ (требующей проведения комплекса дорогостоящих испытаний) с использованием существующих методов теории надежности;

– усилия разработчиков направлены на уменьшение себестоимости каждого МКА, что ведет к применению ЭКБ «индустриального» уровня качества (в том числе иностранного производства (ИП)), в некоторых случаях приоритет отдается готовым компактным решениям ИП коммерческого уровня качества и надежности;

– оценка соответствия готовых покупных интегральных решений требованиям по РС в части ОРЭ (при воздействии ТЗЧ и ВЭП КП) остается нерешенной задачей.

Последнему тезису был посвящен отдельный доклад А.И. Янькова из ООО «НПП «Детектор», посвященный методическим подходам к испытаниям электронных модулей на стойкость к воздействию ТЗЧ, впервые на данной конференции была обозначена острота этой проблемы. Действительно, обоснованно считается, что блоки РЭА технически невозможно испытывать на стойкость к воздействию ТЗЧ с использованием ускорителей ионов и существующие подходы оценки стойкости РЭА основаны на поэлементном подтверждении стойкости комплектующей ЭКБ. В случае если ЭКБ для МКА представляет собой готовое модульное решение, то это, по сути, миниатюрный блок РЭА (начиная с многокристальных модулей различного назначения до одноплатных компьютеров), и мы не имеем возможности поэлементной оценки соответствия требованиям по РС, так как зачастую сам состав элементов неизвестен. Еще более пяти лет назад мы в кулуарах обсуждали будущее оценки радиационной стойкости, ожидаемый переход от оценки стойкости отдельных микросхем к системам в корпусе, и вот это будущее перед нами и требует скорейшего решения. В новых методических подходах надо шире использовать ускорители протонов, воздействие которых на электронные компоненты систем в корпусе технически не ограничено.

В заключение, от лица Консорциума «Доверенные и экстремальные электронные системы» НИЯУ МИФИ и АО «ЭНПО СПЭЛС» благодарим АО «НИИП» за приглашение, высокий уровень организации конференции и интересную программу.

С программой конференции «Стойкость-2025» можно ознакомиться по ссылке (http://niipribor.ru/sites/default/files/conference/programma_stoykost-2025_sayt.pdf).

Андрей В. Яненко,

к.т.н., ведущий научный сотрудник ЦЭПЭ НИЯУ МИФИ,

Каширское ш., 31, Москва, 115409, Россия

e-mail: AVYanenko@mephi.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2371-2978>