

исследования многоканальных систем управления, анализа процессов в силовой электронике, а также в лабораторной и учебной практике.

Список использованных источников

1. Hu H. Design of New Oscillograph Based on FPGA // Procedia Engineering. – 2011. – Т. 15. – С. 60–64.
2. Корнилин Д. В., Кудрявцев И. А. Аппаратные и программные средства систем обработки информации на основе ПЛИС и микропроцессоров //Электрон. текстовые и граф. дан. –Самара. – 2012. – Т. 1.
3. Yang H., Wang Y. Design of Handheld Oscilloscope Based on FPGA and Dual A/D // Proceedings of the 2016 4th International Conference on Electrical & Electronics Engineering and Computer Science (ICEECS 2016). – Paris: Atlantis Press, 2016. – С. 1111–1117.
4. Ning Z., Sun Y. Design of an FPGA-based USB 3.0 device controller // IEEE Transactions on Nuclear Science. – 2023.

Настенков Илья Витальевич, студ. гр. 6101–110303D, mrmak3@yandex.ru.

Шестаков Дмитрий Александрович, аспирант, гр. А4_01.03.02, shestakov.da@ssau.ru.

УДК 621.396

ПРОВЕРКА СТОЙКОСТИ БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ К ВНЕШНИМ ПОМЕХАМ В РАМКАХ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЙ

А.А. Лупцов

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: бортовая электроника, электромагнитная совместимость, электростатический разряд, импульсные помехи, испытания, авиационная техника, стандарты ЭМС.

Бортовая электроника авиационной техники испытывает постоянное воздействие внешних электромагнитных помех – как природного, так и техногенного происхождения. Для обеспечения надёжности её функционирования проводится обязательная серия наземных испытаний на электромагнитную совместимость (ЭМС) в условиях, моделирующих реальные эксплуатационные воздействия [1].

Цель работы – разработка и апробация общей методики испытаний бортовой авиационной радиоэлектронной аппаратуры на ЭМС.

На основе метода Дельфы была выполнена экспертная оценка эффективности испытательного оборудования и частных методик. Установлено, что испытания должны выполняться в строгом соответствии с международными и национальными стандартами: MIL-STD-461G [1], RTCA DO-160G, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-6 и др. [1, 2]. Эти документы устанавливают конкретные методики контроля параметров в процессе

испытаний и критерии оценки стойкости оборудования к электромагнитным воздействиям.

Практическая реализация испытаний:

Проверка стойкости бортовой электроники проводится последовательно по основным видам электромагнитных воздействий:

Разработанная методика предусматривает следующие основные этапы испытаний:

1. Испытания на электростатический разряд (ESD).
2. Испытания на импульсные помехи (EFT/B).
3. Проверка устойчивости к наведённым радиочастотным токам.
4. Воздействие излученного электромагнитного поля.

На первом этапе необходимо было подтвердить отсутствие сбоев при воздействии статического электричества, создаваемого генератором электростатических разрядов ± 2 кВ, ± 4 кВ, ± 8 кВ в режиме контактного и воздушного разрядов на корпус, разъёмы, элементы управления. Контроль проводился по методике IEC 61000-4-2.

На втором этапе проводились испытания на импульсные помехи (EFT/B) по методике IEC 61000-4-4. При этом использовалось следующее оборудование: генератор импульсов с амплитудой до 4 кВ, частотой 5 кГц, позволяющее имитировать наложение помех на силовые и сигнальные линии.

Была установлена устойчивость к коммутационным помехам внутри бортовой электросети.

На третьем этапе создавались условия, когда токи инжектируются в кабельные трассы, линии питания. Использовались методики IEC 61000-4-6, ГОСТ Р 51317.4.6-99 и следующее оборудование: синусоидальный генератор 150 кГц – 80 МГц, устройство сопряжения CDN.

Цель: оценка помехоустойчивости интерфейсов при наведении радиочастотных токов.

На четвёртом этапе необходимо было подтвердить работоспособность систем под воздействием внешнего высокочастотного поля. Для этого проводили облучение изделия в диапазоне 10 кГц – 18 ГГц при напряжённости поля до 200 В/м. Использовались методики MIL-STD-461G, а также широкополосные антенны, генераторы РЧ-сигналов до 18 ГГц.

Во время всех испытаний оборудование же осталось в штатном режиме работы. Фиксируются любые сбои: потеря связи, перезапуск модулей, ложные сигналы или деградация характеристик. В случае выявления нестабильности аппаратуры результаты фиксируются в протоколах с последующим анализом и рекомендациями по доработке конструкции или схемотехники.

Выводы

Для отечественной авиационной техники особое внимание необходимо уделять выполнению норм ГОСТ Р 20.57.406-81, предусматривающих комплексные требования к ЭМС в рамках сертификационных испытаний.

Комплексная проверка стойкости бортовой электроники к внешним электромагнитным помехам по разработанной методике позволяет выявить потенциальные уязвимости и своевременно устранить их на этапе наземных испытаний. Применение частных методик, регламентированных международными и российскими стандартами, является обязательным условием обеспечения надёжности и безопасности эксплуатации авиационной техники.

Список использованных источников

1.MIL-STD-461G: Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment. Department of Defense, USA, 2015. 152 p.

2.RTCA DO-160G: Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment. RTCA, Inc., 2010. 389 p.

Лупцов Антон Алексеевич, асп. гр. АЗ_2.2.15, каф. РЭС, antonluptsov@yandex.ru.

УДК.621.311

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

В.Р. Шнейдмиллер

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: малый космический аппарат, телеметрическая информация, выявление предаварийных состояний.

В настоящее время в космической отрасли вектор развития направлен в сторону многоспутниковых группировок [1-2], это позволяет не реализовывать резервирование (двойное, тройное и т.д.) внутри космического аппарата (КА), а увеличивать количество малых КА. По отдельности каждый МКА будет с меньшим показателем вероятности безотказной работы, но при потере одного или нескольких МКА из группировки выполнение задачи все равно будет достигнута. При отказе же какого-либо узла у большого космического аппарата – можно потерять весь КА, вследствие этого не достигнуть цели миссии [3-4].

Каждый МКА из подобной спутниковой группировки имеет сотни телеметрических параметров, что является большим массивом данных, который нужно анализировать, прогонять через фильтры, искать аномальные значения и так далее. Следить за этими параметрами классическими способами становится затруднительно с ростом МКА внутри группировки и группировки в целом. Поэтому инженеры-конструкторы все чаще прибегают к использованию машинного обучения при работе с телеметрической информацией (ТМИ).