

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАВЕДЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ НА КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ПРИ ПРЯМОМ И КОСВЕННОМ УДАРАХ МОЛНИИ

Князев В.В.¹⁾, Мельник С.И.²⁾

¹⁾ Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» НТУ «ХПИ»

²⁾ Институт радиофизики и электроники НАН Украины, г. Харьков

Актуальность рассмотрения вопросов, связанных с методологией проведения расчетных оценок устойчивости элементов ракетно-космической техники, которые содержат в своей основе электронные, радиоэлектронные и электрические компоненты, к действию электромагнитных эффектов, сопровождающих молнию, обуславливается рядом объективных обстоятельств. Во-первых, широкое применение электронных компонент с постоянно снижающимся уровнем устойчивости в результате использования слаботочной элементной базы. Во-вторых, все более ответственные функции, которые возлагаются на устройства, содержащие эти компоненты.

В докладе представлены процедуры расчетной оценки наведенных токов и напряжений на кабельных линиях ракеты-носителя (РН) типа «Циклон-4» от воздействия молниевых разрядов (прямого и непрямого удара в ракету). Алгоритм действий при осуществлении расчетной оценки параметром токов и напряжений, которые могут с определенной вероятностью возникнуть на портах оборудования РН, аналогичен представленному в руководстве [1] (подраздел 5.3.1.5). Алгоритм включает следующие основные этапы: определение максимальной силы тока молнии, которая может миновать систему молниезащиты и ударить прямо в РН; расчет распределения тока молнии по конструкции РН; расчет электрического и магнитного полей, создаваемых внутри корпуса РН и непосредственно воздействующих на кабельные линии (КЛ); усреднение напряженностей полей вдоль трассы конкретной КЛ; расчет величины наведенного тока на КЛ; расчет напряжения на порту оборудования, к которому КЛ подключена. Вариант косвенного воздействия, рассчитывается с этапа расчета полей внутри корпуса РН.

Максимально возможная сила тока молнии, которая может поразить ракету, установленную на стартовом комплексе, с учетом всех его особенностей, достигает 6 кА [2]. Напряжение на согласованном порте для РК 75-4-11 (сопротивление связи 0,011 Ом/м – определено экспериментально) при длине КЛ 10 м, достигает 17 В.

Важно, что разработанная методология и примененные методы позволяют учесть реальную геометрию РН и трасу, по которой проложена КЛ.

Литература:

1. ECSS-E-HB-20-07A:2012 Hand Book for EMC / ECSS Secretariat ESA-ESTEC Requirements & Standards Division Noordwijk, the Netherlands. 2012. - P.228.
2. Князев В.В. Оценка вероятности прорыва молнии в элементы космодрома / В.В. Князев, В.Н. Дронов // настоящий сборник тезисов.