

## ВВЕДЕНИЕ

Показатели надёжности радиоэлектронной аппаратуры относятся к той группе показателей качества, значения которых можно определить только по результатам либо испытаний на надёжность реальных изделий, либо их эксплуатации. В силу этого в «Программах обеспечения надёжности аппаратуры при разработке» для подтверждения возможности обеспечения требуемых показателей надёжности используются расчётные методы. Для «типовых» задач инженерных расчётов надёжности созданы нормативные документы (отраслевые и ведомственные стандарты), в которых приведены инженерные методики расчётов показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности, что позволяет обеспечить не только достоверность и воспроизводимость результатов, но и сделать эти расчёты доступными не только для математиков, но и для разработчиков аппаратуры.

Однако реальная практика проектирования аппаратуры в части обеспечения надёжности далека от идеала. Одной из причин такого положения дел является то, что на ранних этапах проектирования в нормативных документах рекомендовано проведение «приближённого» расчёта (расчёта по характеристикам надёжности, усредненным для типов элементов), а на заключительном этапе - «уточнённого» расчёта (с учетом типономиналов, режимов и условий применения элементов). Это было вполне приемлемо в 80-х годах прошлого века, когда трудоемкость «ручных» расчётов была достаточно высока, поскольку данные, полученные в результате «приближённых» расчётов можно сравнить со «средней температурой по больнице», и, в лучшем случае, они могли служить основанием о необходимости введения резервирования.

Что касается «уточнённых» расчётов, то они, как правило, проводятся на заключительных этапах, когда выпущена конструкторская документация (в т.ч. карты рабочих режимов). Поэтому главная цель таких расчётов состоит не в выявлении и своевременном устранении причин низкой надёжности, а в том, чтобы всеми возможными и невозможными способами подтвердить соответствие показателей надёжности требованиям заказчика. Очевидно, что проще написать «красивую» формулу и в конце поставить нужное число, чем вносить изменения в схемы и конструкции, что неизбежно приводит к новым итерациям процесса проектирования, увеличению сроков разработки и материальных затрат.

Такая практика расчётов надёжности приводит к тому, что вопросам обеспечения характеристик надёжности элементов и электронных модулей первого уровня не уделяется достаточно внимания, хотя именно они определяют значения тех параметров, которые будут использованы в итоговой формуле. Это тем более странно, если принять во внимание, что современные средства автоматизации расчётов надёжности позволили снизить трудоемкость «уточнённых» расчётов и сделать её сопоставимой с ручным «приближённым» расчётом. Использование программного обеспечения позволяет в сжатые сроки

провести всесторонний анализ надёжности электронных модулей, выявить «критические» элементы, найти возможные пути обеспечения надёжности и проверить их эффективность.

Вместо этого эффект от использования программ оказался прямо противоположным, т.к. «нажав на кнопку» пользователь получает, например, итоговое значение интенсивности отказов электронного модуля. Причём для этого ему нет необходимости знать, как оно было рассчитано, т.к. для проведения расчётов не требуется знаний ни о математических моделях интенсивностей отказов элементов, ни о физическом смысле их параметров и коэффициентов, в то время как при «ручных» расчётах без таких знаний не обойтись.

Сложившаяся ситуация усугубляется тем, что многочисленные издания по теории надёжности посвящены, в основном, вопросам расчёта надёжности «сложных» изделий (резервированных, восстанавливаемых и др.), и содержат описания моделей и методов, которые заимствованы из теории вероятностей и математической статистики. Поэтому в данном издании такие вопросы рассматриваться не будут, а основное внимание будет уделено вопросам оценки показателей надёжности электронных модулей и характеристик надёжности электронной компонентной базы в рамках принятых в настоящее время методик, «узаконенных» в нормативных документах.