

УДК 623.09

Расчет показателей надежности при проектировании сложных радиоэлектронных систем с применением методов имитационного моделирования

Перлов Анатолий Юрьевич¹

laperlov@yandex.ru

Загер Игорь Борисович¹

igor2007@bk.ru

Савчук Артем Маркович²

romanshafir@mail.ru

Шафир Роман Сергеевич^{2(*)}

romanshafir@mail.ru

¹ Военно-учебный центр, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия² Факультет космических исследований, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены существующие методы расчета показателей надежности сложных систем. Предложен способ, в основе которого лежит применение методов имитационного моделирования, позволяющий повысить точность расчета показателей надежности сложных систем. Проведены демонстрационные вычислительные эксперименты, подтверждающие эффективность предложенного способа. Разработанный способ целесообразно применять для определения показателей надежности сложных технических систем в тех случаях, когда аналитические методы не применимы, либо их применение приводит к громоздким выражениям, не поддающимся анализу.

Ключевые слова: показатели надежности, коэффициент готовности, техническая система, радиоэлектронная аппаратура, структурные схемы надежности, имитационное моделирование

Введение. Для обеспечения заданных требований по надежности сложных радиоэлектронных систем (РЭС) различного назначения крайне важно своевременно и достоверно оценивать показатели надежности (ПН) уже на ранних этапах их проектирования. Наибольшее распространение в практике проектирования РЭС получили методы расчетов ПН по структурным схемам надежности [0], либо на основе анализа дерева неисправностей [0].

Альтернативным подходом является применение методов имитационного моделирования, как описано, например, в работе [3]. В предложенных авторами моделях существует ряд ограничений, а именно, не учитывается структура технической системы, а также различные типы ее отказов.

Для повышения точности расчета показателей надежности системы предлагается учитывать данные факторы.

Материалы и методы; результаты. Основным результатом работы является разработанный способ расчета коэффициента готовности РЭС. Основными операциями данного способа являются:

1. Формирование базы данных по аппаратуре РЭС. Основными исходными данными для оценки ПН РЭС, выступают значения средних наработок до отказа типовых элементов замены.

2. Имитационное моделирование отказов РЭС, с учетом состояния отдельных элементов системы и по результатам которого формируется статистическая выборка по отказам. Основным допущением является предположение о том, что каждый элемент системы может находиться лишь в работоспособном и неработоспособном состояниях.

3. Расчет коэффициента готовности по сформированной выборке.

4. Верификация имитационной модели отказов РЭС на основе задач, допускающих аналитическое решение для проверки ее адекватности. К таким задачам относятся расчеты ПН по структурным схемам надежности при допущении об экспоненциальном распределении наработки до отказа.

Разработанный способ был проверен на нескольких модельных задачах и показал на них свою высокую эффективность.

Заключение. Наиболее целесообразным, по мнению авторов, является применение разработанного способа в тех ситуациях, когда расчет показателей надежности согласно классическим методам с применением структурных схем надежности, деревьев отказов, графов и пр. является трудоемким, либо получение аналитических решений невозможно в принципе.

*Работа выполнена при поддержке
Программы развития МГУ, проект № 24-Ш01-04.*

Список источников

- [1] Рябинин И.А. *Надежность и безопасность сложных систем*. Санкт-Петербург, Политехника, 2000, 248 с.
- [2] ГОСТ Р 27.302–2009. *Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей*. Москва, Стандартинформ, 2011, 25 с.
- [3] Дорожко И.В., Копейка А.Л., Захарова Е.А. Имитационная модель для оценивания показателей надежности сложных технических комплексов с учетом показателей контроля и диагностирования. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*, 2018, № 10, с. 490–498. EDN VOXXZW.