

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

С.Лунев., В.Майоров



Задачи обеспечения требуемых показателей надежности неизбежно возникают как при проектировании радиоэлектронных систем, так и при последующей их эксплуатации. Избавиться от большого объема рутинной работы и заметно повысить точность и оперативность расчетов показателей надежности позволяет пакет программ “Автоматизированное рабочее место для оценки надежности систем” (АРМ надежности), разработанных в НИИ “Квант”. Программы интегрированы в общую оболочку и позволяют проводить оперативную оценку показателей надежности системы на всех стадиях ее разработки и эксплуатации. Благодаря простоте и удобству графического интерфейса АРМ рассчитывать показатели надежности могут даже не специалисты в этой области.

Эффективное функционирование сложных радиоэлектронных систем (РЭС) невозможно без специальных мер по повышению их надежности и формирования соответствующих подходов к их эксплуатации. Современная технология проектирования средств радиоэлектронной техники рассматривает разработку концепций, методов и средств обеспечения надежности как составную часть процесса создания изделия. Такой подход, повышая надежность, готовность и обслуживаемость (RAS – от английского Reliability, Availability and Serviceability) систем, подразумевает пристальное внимание к потенциально слабым в отношении надежности и обслуживаемости элементам системы, тщательный анализ известных, а также разработку новых эффективных методов и средств их устранения.

Для повышения эффективности работы специалистов по надежности разработан пакет программ “Автоматизированное рабочее место для оценки надежности систем” (АРМ надежности). Он позволяет рассчитывать и прогнозировать надежность технических средств (ТС) РЭС на различных этапах разработки, обрабатывать статистические данные об их надежности,

моделировать работу системы в части надежности, а также анализировать и осваивать новые методики расчета надежности ТС. Работы по оценке надежности РЭС регламентированы стандартами, справочниками и другой технической литературой [1–8]. Нормативные документы, лежащие в основе АРМ, приведены во врезке.

При прогнозировании и оценке параметров надежности РЭС удобно выделить: расчет параметров надежности; моделирование параметров; мониторинг РЭС; расчет параметров ЗИП; составление нормативных документов.

Расчет параметров надежности отдельных радиоэлементов производится по единому справочнику по надежности [1] (для отечественных элементов) или по американскому военному стандарту MIL-HDBK-217F [2] (для импортных элементов).

Перед началом расчета необходимо ознакомиться с процессом производства, применяемой технологией и видами испытаний на производстве, а также с условиями применения элементов. Желательно заранее подготовиться к вопросам, возникающим в процессе расчета, для чего прогнать программы расчета на нескольких контрольных примерах.

Надежность блоков, устройств и изделий в целом рассчитывается исходя из показателей надежности элементов – полученных ранее, находящихся в электронной базе данных или приведенных в технической документации и в справочной литературе. Если в сложных устройствах использованы сменные ремонтируемые узлы и блоки (платы, карты, ТЭЗ и др.), необходимо знать время ремонта самих изделий и сменных ремонтируемых комплектующих, а также период пополнения невозстанавливаемых запасных частей.

Надежность сложных систем рассчитывается не только по формулам – можно применить и прямое моделирование потока отказов и восстановления. При этом задают законы распределения потоков, математические ожидания и среднеквадратичные отклонения. Параметры законов распределения рассчитываются в программе автоматически и отображаются на экран вместе с формулами законов.

При моделировании число реализаций процесса и количество отказов в каждой реализации задает пользователь. Очевидно, что чем больше реализаций и отказов в каждой реализации, тем точнее

Тип	Время	Количество отказов	Среднее время на ремонт	Среднее время на восстановление	Среднее время на замену	Среднее время на обслуживание	Среднее время на диагностику	Среднее время на транспортировку	Среднее время на хранение	Среднее время на утилизацию
10.00.00	14.00.00	10000	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
10.00.00	14.00.00	10000	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

Рис. 1. Карточка учета отказов



полученный результат, но тем продолжительнее решение задачи. Метод моделирования может служить для проверки аналитического расчета, его также используют при сложных схемах и законах распределения, не описываемых простыми формулами.

Мониторинг устройств, блоков и изделий необходим для оперативного определения состояния контролируемой РЭС. Он включает в себя работу на местах – заполнение машинных журналов, карточек учета отказов (рис. 1) и другой документации непосредственными исполнителями – и дальнейшую обработку этой информации системой "АРМ надежности".

Сначала на основе собранных данных производится предварительная обработка информации, отделяются явно ошибочные записи, уточняются виды отказов, сбоев и других событий, объединяются однотипные отказы (вызванные одной и той же причиной). Показатели согласовываются с обслуживающим персоналом. Затем рассчитываются значения наработки на отказ и времени восстановления с учетом плановой профилактики. Соответствующие программы вызывают с помощью вложенных "меню" (рис.2). Дальнейшая обработка может происходить в соответствии с алгоритмом, показанным на рис.3.



Рис.2. Вложенные меню пакета АРМ надежности

Расчет ЗИП производится по требованиям, в которых оговорены вид ЗИП (одиночный, групповой и др.), вероятность обеспечения ЗИП, период пополнения ЗИП (для невозстанавливаемых элементов) или время восстановления. В программу расчета заложена оптимизация объема ЗИП. Для оперативного расчета ЗИП (без оптимизации) предусмотрено две программы – для восстанавливаемых и невозстанавливаемых элементов, с ручным вводом параметров.

В состав АРМ надежности входят также программы для ввода информации в базу данных по надежности, шаблоны для составления программ обеспечения надежности (ПОН) на различных этапах



Рис.3. Алгоритм обработки данных для оценки состояния РЭС



Рис.4. Меню шаблонов для составления программ обеспечения надежности

разработки РЭС (рис.4), шаблоны для составления РР1 и РР2.

Система оценки параметров надежности РЭС использовалась авторами при проектировании различных вычислительных устройств и подтвердила свою эффективность.

Сейчас система развивается в части мониторинга изделий, в первую очередь в области программной обработки первичной информации о состоянии РЭС на основе специальных сетевых программных средств. ПО АРМ представляет собой открытую систему, легко адаптирующуюся к современным требованиям по надежности РЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность электрорадиоизделий: Единый справочник МО и МЭП СССР. – ВНИИ "Электронстандарт".
2. Military Handbook MIL-HDBK-217F. Reliability Prediction of Electronic Equipment, 1991, с изм.1 от 1992 г. и изм.2 от 1995 г.
3. **Половко А.М.** Основы теории надежности. – М.: Наука, 1964.
4. Справочник по надежности (Reliability Handbook). В 3-х т. – М.: Мир, 1969–1970.
5. **Яншин А.** Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1983.
6. **Шор Я.Б.** Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. – М.: Советское Радио, 1967.
7. **Коуден Д.** Статистические методы контроля качества. – М.: Гос.изд. физ.-мат. литературы, 1961.
8. Справочник. Надежность технических систем/Под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и Связь, 1985.

Нормативные документы, регламентирующие надежность РЭС

Общие положения

Комплект ГОСТ Р ИСО 9001-9003 – 96. Системы качества.
 ОСТ 4Г0.005.256-84. Система организации работ по обеспечению надежности радиоэлектронных средств. Контроль технической документации.
 ОСТ В4Г0.000.258-85. Оценка правильности применения электрорадиоизделий и средств измерений. Типовые формы карт рабочих режимов и правила заполнения.
 РУК РП-81. Часть 1. Руководство по оценке правильности применения электрорадиоизделий и средств измерений в аппаратуре общего назначения. Общие положения. Карты оценки правильности применения электрорадиоизделий.
 РУК РП-81. Часть 2. Руководство по оценке правильности применения электрорадиоизделий и средств измерений в аппаратуре общего назначения. Методики оценки правильности применения электрорадиоизделий.

Технические параметры надежности

ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия.
 ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.
 Комплекс государственных стандартов "Мороз-5".
 Комплекс государственных стандартов "Климат-7".

Требования к ЗИП, порядок и методики расчета ЗИП

ОСТ 107.460085.500-86. Радиоэлектронная аппаратура. Инструменты и принадлежности, входящие в комплекты ЗИП. Руководство по выбору.
 РД В50-503-84. Аппаратура радиоэлектронная. Методики оценки и расчеты запасов в комплектах ЗИП.
 ГОСТ В15.705-86. СРППОТ. Запасные части, инструменты и принадлежности. Основные положения.