

Труды международного симпозиума «Надежность и качество'2010». Пенза том I

3. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981. 488 с.  
4. Подиновский В. В., Ногин В. Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. 2-е изд., испр. и доп. М.: ФИЗМАГПИЛТ, 2007. 256 с.  
5. Руа Б. Проблемы и методы решений в задачах с многими целевыми функциями // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976. С. 20-58.  
6. Сафонов В.В. Основы системного анализа: методы многовекторной оптимизации и многовекторного ранжирования: Монография. - Саратов: Научная книга, 2009. 329 с.  
7. Сафонов В. В. Гипервекторное ранжирование сложных систем // Информационные технологии. 2003. № 5. С. 23-26.

**Жаднов В.В., Полесский С.Н.**  
**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОЕКТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАДЕЖНОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**

В настоящее время работы по разработке методов проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры ведутся в ряде российских и зарубежных учебных заведениях и научных организациях, в том числе в ГУП «22 ЦНИИ МО РФ», ФГУП «Э ЦНИИ МО РФ», ФГУП «СПб «Атомэнергопроект», ОКБМ, ОЦРК Минатом, ОАО «СПК «СЭМА», ВНИИ УП МПС РФ и др. Знакомство с результатами этих работ показало, что в них развиваются методы, основанные на аналитических моделях надёжности, построенных с использованием теории однородных Марковских процессов.

В тоже время, зарубежные фирмы, такие как Relex Software Corporation, BQR Reliability Ingineering Ltd., Reliasoft Corporation, A.L.D. Group и др., наряду с аналитическими методами развивают методы имитационного моделирования.

Обычно методы имитационного моделирования в рамках расчётов показателей надёжности используются при «двоичной» оценки состояния РЭА – «рабочеспособное» – «не рабочеспособное» [1]. Однако если требуется оценить не только вероятность безотказной работы, но и среднюю наработку, то это требует проведения дополнительных расчётов для численного интегрирования функции распределения. При этом инженеру весьма трудно оценить число повторных расчётов, обеспечивающих приемлемую точность оценки средней наработки.

Указанная проблема может быть решена, если учесть специфику электронных модулей 1-го уровня и способов резервирования РЭА, состоящую в том, что практически любые «структуры произвольного вида» (схемы расчёта надёжности) могут быть представлены в виде иерархии ограниченного

числа «типовых» резервированных групп. Это позволяет строить модели надёжности только для подмножества резервированных групп, что существенно сокращает пространство возможных состояний, и, как следствие, число повторных расчётов.

Поэтому, в работе [2] были поставлены и решены следующие задачи:

- разработка унифицированной модели надёжности радиоэлектронной аппаратуры и моделей надёжности составных частей;
- разработка методов математического моделирования отказов радиоэлектронной аппаратуры;
- разработка методов идентификации параметров моделей надёжности электрорадиоизделий и макромоделей СЧ аппаратуры;
- разработка структуры программного комплекса для расчётов оценки надёжности радиоэлектронной аппаратуры.

Специфика резервирования РЭА позволяет находить эффективные алгоритмы для каждого типа резервированной группы и генерации модели отказов РЭА в целом. Отметим, что эффективное представление унифицированных топологических моделей составных частей и указанных алгоритмов применимо для широкого класса способов резервирования аппаратуры.

Таким образом, полученные результаты позволяют повысить показатели технического уровня электронных средств (в первую очередь надёжности) за счет создания и внедрения методов имитационного моделирования и средств автоматизации проектных исследований надёжности в технологии надёжностно-ориентированного проектирования [3].

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кутузов, О.И. Моделирование телекоммуникационных сетей. Учебное пособие. / О.И. Кутузов, Т.М. Татарникова. - СПб.: ГОУВПО «ГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», 1999. - 88 с.
2. Разработка методов и средств для проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры: Отчет по I этапу «Разработка методов проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры». / В.В. Жаднов (науч. рук.), С.Н. Полесский (отв. исп.). - М.: МИЭМ, 2009. - 87 л.
3. РДВ 319.01.10-98. КСОТТ. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Методы надёжностно-ориентированного проектирования и изготовления РЭА.

**Ибрагимов Б.Г., Гасанов М.Г., Сатарова Г.А., Мамедов И.М.**  
**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ ТЕРМИНАЛЬНЫХ ОБОРУДОВАНИЙ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ЭНТРОПИЙНОГО ПОДХОДА**

В настоящее время наиболее важным показателем качества функционирования терминалных оборудований мультисервисных сетей связи является их отказоустойчивость. Отказоустойчивость применительно к мультисервисным сетям связи понимается в широком значении некоего показателя устойчивости, характеризующего эффективность работы системы телекоммуникаций в условиях нарушения работы ее отдельных элементов, и включает собственно живучесть, а также надежность и помехоустойчивость.

В [1,2] установлено, что эффективность терминалных оборудования звена сети, использующей функционально-модульные системы (ФМС), зависит в значительной мере от их отказоустойчивости, достоверности функционирования и надежности. На основе методики выбора качественной и количественной характеристик системы телекоммуникации, имеющихся в данной работе [3,4], исследуются методы повышения отказоустойчивых характеристик терминалного оборудования, и рассматриваются

вопросы обеспечения надежности и достоверности функционирования звена мультисервисных сетей связи для передачи информации любого типа.

В данной работе рассматриваются методы расчета показателей отказоустойчивости терминалных оборудований мультисервисных сетей связи на системном уровне детализации с использованием энтропийного подхода.

Математическая модель отказоустойчивости терминалных оборудований звена сети показывает, что надежностные характеристики функционально-модульных систем (ФМС) целесообразно оценивать вероятностным методом и определять вероятностные характеристики случайных величин отказов управляющих блоков. Предположим, что с вероятностью  $R_i(t)$  происходит отказ первой из  $M$  управляющих блоков терминалного оборудования, то с вероятностью единицы выходит из строя  $b_1$  блоков, т.е.  $b_1$  - блоков выходит из строя (не выполняют функции) с вероятностью  $R_i(t)$  отказал 1-ый элемент терминала. Таким образом, имеем