



Рисунок 2. Передаточная характеристика модуля по верхнему боковому каналу и подавление зеркального канала (промежуточная частота 200 МГц)

Представленный модуль является одним из первых экспериментальных многофункциональных модулей, разрабатываемых ЗАО "Планета-Аргалл". В ходе дальнейших работ планируется увеличить коэффициент передачи входной части модуля до 35 дБ, а также уменьшить требуемую мощность гетеродина за счет использования буферного усилителя-ограничителя.

#### Литература

1. Сверхвысокочастотные защитные устройства/А.И. Ропий, А.М. Старик, К.К. Шутов. – М. Радио и связь, 1993.

УДК 621.396.6, 621.8.019.8

### РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ДЛЯ ПРОЕКТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАДЕЖНОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Жаднов В.В., Полесский С.Н., Тихменев А.Н.

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 «3 ЦНИИ МО РФ», ФГУП «СПб «Атомэнергопроект», ОКБМ, ОЦРК Минатом, ОАО «СПИК «СЗМА»,

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 Engineering 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» оценке состояния РЭА - «работоспособное» - «не работоспособное» [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 расчётной 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 позволят 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.