

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ АНАЛИЗА МНОЖЕСТВА ЕЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

¹Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

В ряде случаев технические системы, в том числе электронные системы телекоммуникаций, имеют с точки зрения надежности такую структуру соединения (или взаимодействия) их составных частей, которая не сводится к параллельно-последовательным или последовательно-параллельным схемам. Примером такой системы может служить мостовая схема (рисунок 1).

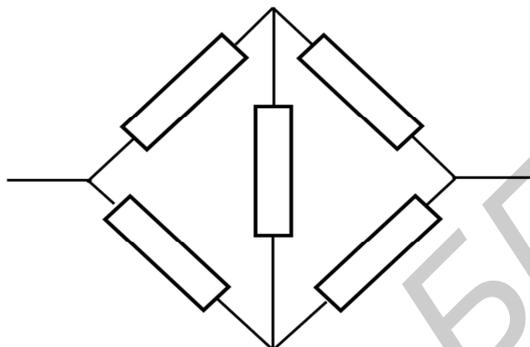


Рисунок 1 – Мостовая схема соединения устройств электронной системы с точки зрения надежности

На практике к подобным схемам можно отнести системы телекоммуникаций, содержащие в своем составе информационно-компьютерные подсистемы.

Будем считать, что рассматриваемая система содержит в своем составе n устройств. Система может находиться в двух состояниях: работоспособности и отказа. Состояние системы обозначим символом R . Будем считать, что R принимает значение 1, если система работоспособна, и значение 0, если она отказала. Состояние j -го устройства системы обозначим символом x_j . Будем считать, что x_j принимает значение 1, если j -е устройство работает безотказно, и значение 0, если оно отказало ($j = 1, 2, \dots, n$).

Состояние электронной системы зависит от состояния ее устройств, т. е.

$$R = R(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (1)$$

Функцию (1) будем называть структурной функцией системы. Для реальных электронных систем имеют место следующие соотношения:

$$R(0, 0, \dots, 0) = 0;$$

$$R(1, 1, \dots, 1) = 1;$$

$$R(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq R(y_1, y_2, \dots, y_n) \text{ при условии, что } x_j \geq y_j, (j = 1, 2, \dots, n).$$

Физически последнее условие означает, что отказ устройства не может перевести систему из неработоспособного состояния в работоспособное.

С методами расчета и оценки надежности систем, не сводящихся к параллельно-последовательным или последовательно-параллельным схемам, можно ознакомиться в [1–3].

Наиболее простым методом расчета вероятности безотказной работы указанных систем является метод прямого перебора технических состояний системы. Этот метод с успехом может быть применен и для расчета надежности систем, сводящихся с точки зрения надежности к параллельно-последовательным или последовательно-параллельным схемам

соединения устройств. Однако применение метода оправдано при небольшом числе устройств в составе системы ($n \leq 6 \dots 7$).

Суть метода прямого перебора. С учетом критерия отказа электронной системы все множество ее технических состояний G разбивается на два подмножества: работоспособных состояний G_1 и неработоспособных состояний G_0 . Для каждого состояния электронной системы $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ можно вычислить его вероятность p_X далее найти вероятность безотказной работы электронной системы:

$$R = P\{X \in G_1\} = \sum_{X \in G_1} p_X, \quad (2)$$

где $P\{\dots\}$ здесь и далее означает вероятность события, указанного в фигурных скобках.

Вероятность отказа электронной системы может быть определена как

$$Q = P\{X \in G_0\} = \sum_{X \in G_0} p_X. \quad (3)$$

Для вероятности состояния системы X в предположении независимости устройств с точки зрения возникновения их отказов справедлива формула

$$p_X = \prod_{j=1}^n p_{x_j}, \quad (4)$$

где p_{x_j} – вероятность состояния x_j -го устройства системы ($x_j = 1$ или $x_j = 0$).

Для осмысливания метода анализа надежности электронных систем на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем БГУИР разработана учебная компьютерная программа для ЭВМ. Она имеет два режима: демонстрационный и проектный.

Демонстрационный режим предназначен для ознакомления с процедурой применения метода прямого перебора для определения вероятности безотказной работы электронной системы.

Проектный режим – режим выбора исследуемой электронной системы и определения ее надежности. Этот режим используется для выполнения заданий, предлагаемых для экспериментальной части лабораторной работы. Выполнение заданий предполагает следующие этапы:

- выбор из выпадающего списка варианта структурной схемы электронной системы;
- уточнение критерия отказа или условия работоспособности электронной системы и определение подмножества состояний отказа или же подмножества состояний работоспособности электронной системы в зависимости от того, какое подмножество студенту проще получить (получаемое методом перебора подмножество технических состояний электронной системы будем называть рабочим подмножеством; нахождение состояний рабочего подмножества заметно упростится, если вначале построить структурную схему расчета надежности электронной системы и воспользоваться этой схемой);
- определение ручным способом вероятности одного из состояний электронной системы для рабочего подмножества;
- расчет вероятности безотказной работы или вероятности отказа электронной системы с учетом характера выбранного рабочего подмножества состояний этой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Половко, А. М. Основы теории надежности / А. М. Половко, С. В. Гуров. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 704 с.
2. Надежность технических систем : справочник / Ю. К. Беляев [и др.] ; под ред. И. А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1985. – 608 с.
3. Шишмарев, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. Ю. Шишмарев. – М. : Изд. Центр «Академия», 2010. – 304 с.