

Подводя итоги, можно сказать, что, применение интеллектуальных сетей в России перспективно, востребовано и необходимо. «Умные сети» - это следующий этап развития социально - экономических отношений, воплощённый в технологическую концепцию. И Россия, будучи полноправным членом мирового сообщества, ни в коем случае не должна его игнорировать, целенаправленно двигаясь вперёд совместно с ведущими мировыми державами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электроэнергетика России 2030: Целевое видение / Под общ. ред. Б.Ф. Вайнзихера. - М.: Альпина Бизнес Бук, 2008.
2. Дорофеев В.В., Макаров А.А. Активно - адаптивная сеть - новое качество ЕЭС России // Энергоэксперт, 2009, № 4 (15).
3. Концепция энергетической стратегии России на период до 2030 года (проект). Прил. к журналу “Энергетическая политика”. - М.: ГУ ИЭС, 2007.

© Д.С. Ларченков, 2019

УДК 004.3'144

Майоров Л.В., Боровиков С.М., Боровская О.О.

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь
E - mail: l.m.mbox0@gmail.com

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ С УЧЕТОМ ВРЕМЕННЫХ ОТКАЗОВ

Аннотация

Микропроцессорные устройства получили большое распространение благодаря своей многофункциональности, гибкости решений на их основе и надежности. На работу любого микропроцессорного устройства в процессе работы одновременно воздействует множество факторов, оказывающих различное влияние на его работоспособность. В связи с многочисленностью воздействий на устройство, оценка эффективности его функционирования с учетом временных отказов является актуальной задачей. В работе предложен возможный подход к оценке эффективности функционирования микропроцессорных устройств технических систем с учетом временных отказов.

Ключевые слова:

Микропроцессорные устройства, временные отказы, прогнозируемая надёжность.

Введение. Микропроцессорные устройства находят широкое применение в аппаратуре систем телекоммуникаций и цифровой связи, благодаря их возможности выполнять большое число сложных функций. В микропроцессорном устройстве может возникнуть неисправность, проявляющаяся в устойчивом отказе. Такой отказ обычно приводит к

полной потере работоспособности устройства, если не предусмотрено структурное резервирование [1, 2]. В этом случае для восстановления работоспособного состояния микропроцессорного устройства требуется его ремонт. В то же время, даже технически исправное микропроцессорное устройство иногда может неправильно обработать поступающую информацию, хотя вероятность правильной обработки информации микропроцессорным устройством при его работе в системах телекоммуникаций достаточно высока и достигает значений 0,999 и выше.

Незначительная вероятность, приходящаяся на неправильную обработку информации микропроцессорным устройством, объясняется возникновением временных отказов устройства, называемых сбоями. Для устранения сбоя требуется незначительное вмешательство оператора, обычно – перезагрузка программного обеспечения. Сбои могут быть вызваны естественными и искусственными причинами (естественные – грозовые разряды, сопровождающие электромагнитным излучением; естественные – включение мощного генератора на близкорасположенном промышленном предприятии или же электрическая помеха по цепи электропитания микропроцессорного устройства и т.п.) [3]. Возникает вопрос, как оценить вероятность выполнения микропроцессорным устройством, возлагаемых на него функций (фактически определить надёжность) с учётом как возможных устойчивых отказов из-за возникающих технических неисправностей, так и временных отказов.

Вероятность правильной обработки микропроцессорным устройством поступающей информации, т.е. вероятность правильного выполнения устройством своих функций обычно рассматривают в качестве показателя эффективности его функционирования.

Существует множество подходов к оценке эффективности функционирования устройств на базе микропроцессоров, однако ни один из них в полной мере не учитывает возможные временные отказы, возникающие в устройстве по внешним или внутренним причинам. Для высокоответственных применений существует необходимость оценки эффективности работы микропроцессорного устройства с учетом влияния на него внешних факторов, способных вызвать временный отказ, который может стать причиной серьезного ущерба.

Для оценки показателя эффективности функционирования (E) микропроцессорного устройств может быть использовано общее выражение для определения такого показателя любых технических систем [2, 4]:

$$E = \sum_{i=1}^N h_i(t) \Phi_i, (1)$$

где $h_i(t)$ – вероятность того, что микропроцессорное устройство в момент времени t находится в i -м техническом состоянии; Φ_i – коэффициент эффективности i -го технического состояния устройства; N – число возможных технических состояний (в нашем случае при отсутствии резервирования – два состояния).

Для определения вероятностей $h_i(t)$ пригодно выражение

$$h_i(t) = s, (2)$$

где s – вероятность, характеризующая техническое состояние микропроцессорного устройства.

В качестве s необходимо использовать вероятность работоспособного состояния r , если микропроцессорное устройство технически исправно или $(1 - r)$ – вероятность неработоспособного состояния, если микропроцессорное устройство находится в неработоспособном состоянии по причине возникшей технической неисправности.

Учёт возможных временных отказов микропроцессорного устройства предлагается выполнять с помощью коэффициента Φ_i формулы (1). Коэффициент Φ_i характеризует вероятность правильной обработки информации микропроцессорным устройством в случае нахождения его в i -м техническом состоянии. Обозначим вероятность правильной обработки информации микропроцессорным устройством в случае нахождения его в работоспособном состоянии буквой p . Эта вероятность должна быть определена с учётом спектра возможных временных отказов и используется в случае, если микропроцессорное устройство является технически исправным. Значения вероятностей временных отказов (сбоев) q_1, q_2, \dots должны оцениваться путём анализа окружающей среды и условий, в которых будет работать микропроцессорное устройство.

Вероятность правильной обработки информации микропроцессорным устройством p в случае независимости сбоев, возникающих по разным физическим причинам, может быть оценена как

$$p = \prod_{j=1}^n (1 - q_j), \quad (3)$$

где n – число разновидностей сбоев микропроцессорного устройства, принятых во внимание (число физических явлений, объясняющих возникновение сбоев).

С учётом выражения (2) и (3) коэффициент Φ_i ($i = 1, 2$) формулы (1) определится системой следующих равенств:

$$\left. \begin{aligned} \Phi_1 &= p \text{ при } h_1 = r \text{ (микропроцессорное устройство находится} \\ &\text{в работоспособном состоянии)} \\ \Phi_2 &= 0 \text{ при } h_2 = 1 - r \text{ (микропроцессорное устройство находится} \\ &\text{в неработоспособном состоянии} \\ &\text{из-за возникшей технической неисправности)} \end{aligned} \right\} (4)$$

Второе равенство системы (4) означает то, что в случае возникновения в микропроцессорном устройстве технической неисправности (устойчивого отказа) обработка информации устройством не может быть выполнена.

Вывод: предложенный подход позволяет оценить надёжность микропроцессорного устройства с учётом не только устойчивых отказов, но и сбоев (временных отказов), что особенно актуально для ответственных микропроцессорных технических систем, например систем телекоммуникаций, обеспечивающих военную или космическую связь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности: учебник для инж. - техн. спец. вузов / С. М. Боровиков. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.
2. Надёжность технических систем : справочник / Ю. К. Беляев [и др.] ; под ред. И. А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1985. – 608 с.
3. Электромагнитные помехи: определения. Виды и характеристики помех. [Электронный ресурс]. – 2018. – <https://zdamsam.ru/b1466.html>
4. Боровиков, С. М. Оценка эффективности функционирования электронных систем обеспечения информационной безопасности. // Международная научно - техническая конференция, приуроченная к 50 - летию МРТИ - БГУИР (Минск, 18 - 19 марта 2014 года) : материалы конф. В 2 ч. Ч. 1. - Минск, 2014. - С. 390 - 391.

© Майоров Л.В., Боровиков С.М., Боровская О.О.