

2. Басок Б.И., Накорчевский А.И., Рыжкова Т.С., Пироженко И.А. Экспериментальные исследования гидравлических и тепловых характеристик потока в роторно-пульсационных аппаратах // Промышленная теплотехника. – 2001. – № 6. – с. 73–76.
3. Тепло- и массообмен в неьютоновских жидкостях. – М.: Энергия, 1968. – 288 с.
4. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Издательство иностранной литературы, 1956. – 528 с.

УДК 681.321

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ДВУХВЕРСИОННОГО ДВУХКАНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ КОММУТАЦИИ

М. А. Колесник

Кандидат технических наук, ассистент кафедры транспортной связи*
Контактный телефон: (057) 737-40-52
e-mail: malena81@inbox.ru

И. В. Пискачева

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник*
Контактный телефон: (063) 11-602-11
e-mail: piskachyova_irina@hotmail.ru

*Украинская государственная академия железнодорожного транспорта
пл.Фейербаха, 7, г.Харьков, Украина, 61050

Рассмотрены вопросы, связанные с возможностью исследования надежности управляющего устройства цифровых систем коммутации с помощью усовершенствованной имитационной модели. Результаты исследований, которые проводились с использованием имитационного моделирования, позволяют разработчикам цифровой аппаратуры произвести правильный выбор структуры устройства управления при требуемых параметрах.

Введение

Устройства управления (УУ) цифровых систем коммутации (ЦСК) являются сложными микропроцессорными системами (МС). Нарушение работоспособности ЦСК может быть вызвано как отказами аппаратных средств (АС), так и программного обеспечения (ПО) [1–2,4]. Поэтому для повышения надежности УУ ЦСК используют методы повышения надежности путем дублированием АС и ПО, а также применения современных средств контроля и диагностирования. Однако, количество отказов АС и ПО в системах связи, особенно в их УУ, все равно достаточно высокое [3]. В связи с этим большую актуальность приобретает решение вопросов, связанных с разработкой методов создания высоконадежных ЦСК, стойких к отказам как АС, так и ПО, с оценкой надежности таких систем [1–3].

Анализ публикаций

В сложных микропроцессорных системах (МС) реального времени, к которым относятся УУ ЦСК, высокая надежность обеспечивается с помощью резервирования АС и избыточности ПО [1–3] (независимая разработка, введение и сопровождение двух и более вариантов (версий) программ, которые выполняют одинаковые функции). Такое программирование получило название многоверсионного [2,4]. Многовер-

сионность может вводиться на этапах: разработки спецификации; проектирования (алгоритмы, структуры данных, программы и др.); кодирования; тестирования и верификации и т.д. [1–4].

Цель статьи

Целью статьи является усовершенствование имитационной модели функционирования двухканального двух- и одноверсионного УУ ЦСК, которая позволит производить в соответствии с выбранными показателями анализ его надежности.

Основной материал

Исследуем метод повышения надежности МС на основе использования двух версий ПО. Имитационное моделирование позволяет определить, насколько необходимо введение многоверсионности ПО при различных законах распределения времени до отказов как АС, так и ПО.

При проведении имитационного моделирования приняты допущения, что отказы ПО и АС каждого канала независимы; каналы равнонадежны. Средства контроля и диагностирования идеальны.

Алгоритм имитационного моделирования для многоверсионной двухканальной МС представлена на рис. 1.

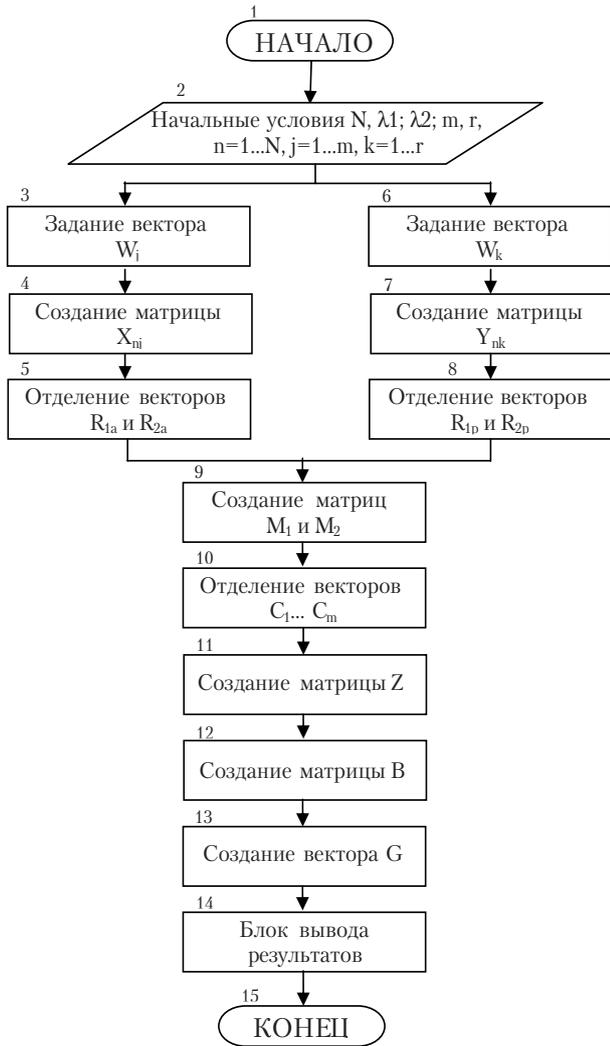


Рисунок 1. Алгоритм работы имитационной модели.

Задаются начальные условия моделирования (m – количество каналов; r – количество версий ПО; N – количество проведенных опытов, которое зависит от необходимой точности; в случае экспоненциального закона распределения: λ_1 – интенсивность отказов АС одного канала, λ_2 – интенсивность отказов ПО одного канала. Начало отсчета при моделировании $ORIGIN=1$. Параллельно встроенными генераторами чисел при помощи процедур W_j и W_k генерируются векторы случайных чисел, изменяющихся по заданному закону распределения, где $j=1...m$; $k=1...r$. Физический смысл каждого элемента полученного вектора – время отказа каждого из каналов с момента времени $t=0$.

Матрица чисел формируется из столбцов векторов чисел, подчиняющихся соответствующему закону распределения времени между отказами АС и ПО каналов; количество элементов вектора чисел и строк в каждой матрице соответствует количеству итераций про-

цесса моделирования. Создается матрица X_{nj} в зависимости от количества каналов, в которой j столбцов и N строк. Каждый столбец матрицы показывает время отказа АС каждого из каналов МС. Создается матрица Y_{nk} в зависимости от количества версий ПО, в которой k столбцов и N строк. Каждый столбец матрицы показывает время отказа каждой из r версий ПО МС. Отделяются от матрицы X_{nj} субматрицы R_{1a} и R_{2a} , соответствующих состоянию АС каждого из 2 каналов. Отделяются от матрицы Y_{nk} субматрицы R_{1p} и R_{2p} , соответствующие отказам каждой из версий ПО канала. Затем объединяются векторы R_{1a} и R_{2a} и R_{1p} и R_{2p} попарно (соответственно каждому каналу) в матрицы M_1 и M_2 (процедура $augment(R_{ma}, R_{rp})$). В результате получаются матрицы, каждая из которых состоит из двух столбцов – состояния АС канала и состояния ПО этого же канала.

Так как канал считается отказавшим, если отказала или аппаратная, или программная его составляющая, или обе эти компоненты, то отделяются векторы C_1 и C_2 , соответствующие минимальным значениям матриц M_1 и M_2 . Векторы C_1 и C_2 объединяются в матрицу Z , в которой 2 столбца и N строк. Создается матрица B , в которой сортируются процедурой $sort$ по возрастанию строки матрицы Z . Таким образом, первым столбцом в матрице B будет время отказа первого отказавшего канала, вторым – время отказа второго канала и т.д. Производим выбор i -го столбца матрицы B согласно порогу отказа канала (субматрица G). Следовательно, в i -том столбце получен вектор случайных чисел времени отказа МС.

Как видно из рис. 2, при интенсивности отказов АС и ПО равных 10^{-3} 1/ч, необходимо введение второй версии ПО при времени функционирования МС более 100 час. При изменении закона распределения потока отказов ПО на равномерный (рис. 3) приоритеты в выборе структуры МС не изменяются.

Выводы

Таким образом, усовершенствована имитационная модель процесса функционирования многоверсионной двухканальной МС, которая позволяет производить в

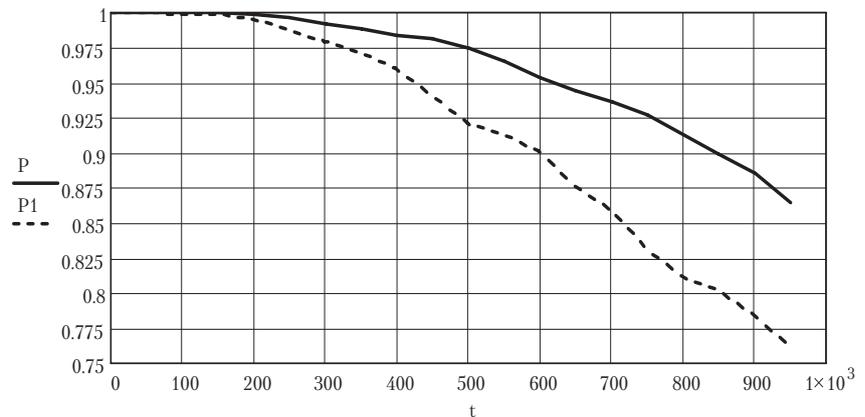


Рисунок 2. Графики зависимости вероятности безотказной работы двухканальной одноверсионной (P1) и двухверсионной (P) МС от времени, полученные с помощью имитационного математического моделирования при условии экспоненциального распределения потока отказов АС и ПО во времени при $\lambda_1=\lambda_2=10^{-3}$ 1/ч.

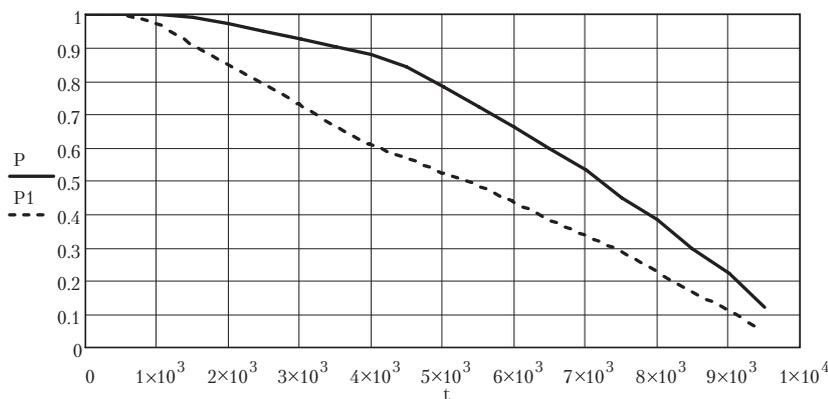


Рисунок 3. Графіки залежності ймовірності безотказної роботи двуканальної одноверсійної (P1) і двуверсійної (P) МС від часу, отримані за допомогою імітаційного моделювання при умові експоненціального розподілу потоку отказів АС і рівномірного розподілу потоків отказів ПО в часі при $\lambda_1=10^{-3}$ 1/ч.

соответствии с выбранным показателем надежности анализ работоспособности системы с учетом аппаратной и программной компоненты при заданном множестве параметров системы и при различных законах распределения потоков отказов как АС, так и ПО.

При разработке требований к вновь создаваемой МС по её безотказности в заданном интервале времени, а также ограничений по сложности и оперативности АС, по полученным результатам имитационного моделирования можно производить выбор структуры УУ ЦСК, применение которой будет обеспечивать

наибольшее значение показателя её надежности в требуемых пределах различных параметров.

Литература

1. Avizienis A. Fault-tolerance: the survival attribute of digital systems // IEEE Transactions of Computers. – 1978. – V. 66. – N 10. – P. 1109 – 1026.
2. Пискачева и.в., харченко в.с., гридин в.и. имитационная модель надежности управляющих вычислительных систем ракетных комплексов с учетом различных периодов эксплуатации // збірник наукових праць. – х.: хву, 2002. – вип. 4 (42) – с. 92 – 95.
3. Артеменко Е.А., Пискачева М.А, Пискачева И.В. Метод повышения надежности цифровых автоматических телефонных станций с применением дублирования аппаратных средств и многоверсионности программного обеспечения // 36. наук. праць. – Харків: ОНДІ, 2007. – Вип. 1 (6) – С. 186–191.
4. Пискачова М.О., Пискачова І.В. Основні принципи забезпечення надійності та безпеки програмного забезпечення критичних мікропроцесорних систем // Проблеми інформатики та моделювання. Матеріали 6 міжнародної науково-технічної конференції. – Х.: НТУ "ХПІ", 2006.– С. 44–45.

УДК 656.223.001.76

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ НА ОСНОВІ РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ ПІДВ'ЯЗКИ ПОЇЗНИХ ЛОКОМОТИВІВ

Г.М. Сіконенко

Кандидат технічних наук, доцент кафедри «Управління експлуатаційною роботою», заступник декана факультету «Управління процесами перевезень»* Контактний тел.: (057) 730-10-26

К.О. Кобушко

Магістр ф-ту «Управління процесами перевезень» Контактний тел.: 8-097-736-89-13

*Українська державна академія залізничного транспорту пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

Розглянуто питання підвищення ефективності використання поїзних локомотивів за рахунок раціоналізації їх підв'язки. Розроблена і наведена у статті модель може бути використана для системи підтримки прийняття рішень для оперативно-керуючого апарату залізниць.

Важливою умовою підвищення економічності перевезень являється ефективне оперативне управління локомотивним парком у вантажному русі. Однією з найважливіших задач є раціональне призначення локомотивів для транспортування складів поїздів, які за-

роджуються на полігоні управління. Мета такого призначення – забезпечення своєчасності та економічності перевезень при виконанні технологічних обмежень [1]. Згідно існуючої технології задача призначення локомотивів вирішується диспетчерським апаратом