

СТОХАСТИЧЕСКИЕ СЕТИ ПЕТРИ В МОДЕЛЯХ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

В. А. НИКИТИН, К. А. БОЧКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Архитектуры железнодорожных систем, связанных с обеспечением безопасности, и используемые в них аппаратные и программные компоненты весьма разнообразны. Во многих случаях для повышения надежности и отказоустойчивости используют системные архитектуры с резервированием. Однако развитие подобных систем показало необходимость в совершенствовании методов синхронизации работы резервируемых систем, так как рассогласование в таких системах потенциально может приводить к конфликтным ситуациям. Данное обстоятельство, а также постоянно растущая сложность технических систем, развитие параллельных вычислений требуют особых подходов к детальному моделированию и разработке ответственных железнодорожных систем автоматики и телемеханики.

Постоянно растущая нестационарность вычислительной системы приводит к необходимости моделирования самих систем и их функционирования с учетом условий неопределенности, поскольку детерминированные модели не могут детально отразить все критические ситуации в их работе. Одно из возможных обобщений сетей Петри связано с реализацией в них специальных дополнительных свойств, которые позволяют описывать неопределенность поведения таких систем.

Один из таких подходов связан с описанием неопределенности срабатывания переходов, которые находятся, или потенциально могут находиться, в состоянии конфликта. Такие конструкции можно рассматривать в дальнейшем с помощью методов теории вероятностных автоматов (Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон; пер. с англ. — М.: Мир, 1984. — 264 с.).

Однако вероятностный подход еще не означает создание отказоустойчивых систем. Такой подход позволяет только локализовать и оценить проблемные ситуации в функционировании ответственных систем. На основании такой информации принимается решение о модернизации сети Петри моделируемой системы. Затем снова производится вероятностный анализ. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будут достигнуты нормируемые показатели надежности. Модернизация в данном случае означает внедрение дополнительных ингибиторных моделей, блокирующих дальнейшее выполнение операций и переход системы в контрольное состояние. В этом контрольном состоянии происходит анализ текущего состояния и принимается решение о переходе процесса в состояние обхода критической ситуации, либо в контрольное состояние с сохранением выполнения функций безопасности. Последнее означает, что система принимает на себя только функции контроля, а функции управления, связанные с безопасностью, блокируются до тех пор, пока не будет локализован и устранен источник отказа.

Использование вероятностного подхода в анализе ответственных систем и гибкость аппарата стохастических сетей Петри позволит проектировать интеллектуальные системы автоматики и телемеханики с высокими показателями отказоустойчивости и безопасности при выполнении ответственных операций.

УДК 621.3.

МУЛЬТИРЕКУРРЕНТНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЧИСЕЛ В ТЕОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Н. Ф. СЕМЕНЮТА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При решении ряда задач физики, механики, теплопереноса, массопереноса, в том числе дифференциальными уравнениями, применяются электрические модели, в которых системы с распределенными параметрами, заменяются дискретными однородными электрическими цепями (рисунок 1).

Для вычисления токов и напряжений в продольных и поперечных ветвях таких цепей, наряду с известными методами (контурных токов, матричным и др.) можно использовать также числовые последовательности, мультирекуррентные члены которых удовлетворяют соотношениям:

$$S_{2n} = S_{2n-1} + S_{2n-2};$$

$$S_{2n-1} = kS_{2n-2} + S_{2n-3},$$

где $n > 2$ и начальные члены $S_1 = 1, S_2 = 1$.

Значения нечетных и четных членов мультирекуррентной последовательности чисел определяются с помощью гиперболических функций по формулам:

$$S_{2n-1} = \frac{\text{ch}(2n-1)\frac{\gamma}{2}}{\text{ch}\frac{\gamma}{2}}, \quad S_{2n} = \frac{\text{sh}\gamma n}{\text{sh}\gamma},$$

$\gamma = \ln p_1, p_1$ – корень характеристического квадратного уравнения; $p^2 = (2+k)p + 1 = 0$.

Если $p_1 = 2,618$ получим формулы для определения чисел Фибоначчи с помощью гиперболических функций:

$$F_{2n-1} = \frac{2}{\sqrt{5}} \text{ch}(2n-1)\frac{\gamma}{2}, \quad F_{2n} = \frac{2}{\sqrt{5}} \text{sh}\gamma n, \quad \gamma = 0,962.$$

Аналогично получим формулы определения чисел Люка с помощью гиперболических функций:

$$L_{2n-1} = 2\text{sh}(2n-1)\frac{\gamma}{2}, \quad L_{2n} = 2\text{ch}\gamma n, \quad \gamma = 0,962.$$

Используя представление гиперболических функций в виде непрерывных степенных рядов, можно записать:

– для лестничных чисел:

$$S_{2n-1} = \left(\text{ch}\frac{\gamma}{2}\right)^{-1} \left(1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \dots\right), \quad x = (2n-1)\frac{\gamma}{2},$$

$$S_{2n} = (\text{sh}\gamma)^{-1} \left(x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots\right), \quad \text{где } x = n\gamma;$$

– для чисел Фибоначчи:

$$F_{2n-1} = \left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right) \left(1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \dots\right), \quad \text{где } x = (2n-1)\frac{\gamma}{2},$$

$$F_{2n} = \left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right) \left(x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots\right), \quad \text{где } x = n\gamma, \quad \gamma = 0,962;$$

– чисел Люка

$$S_{2n-1} = 2 \left(x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots\right), \quad \text{где } x = (2n-1)\frac{\gamma}{2},$$

$$S_{2n} = 2 \left(1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \dots\right), \quad \text{где } x = n\gamma, \quad \gamma = 0,962.$$

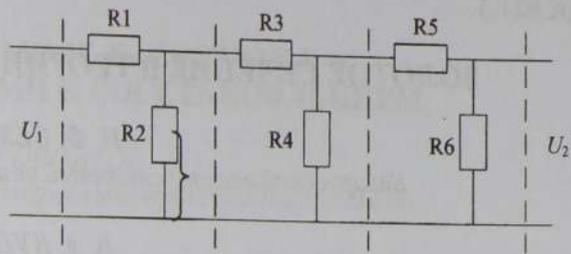


Рисунок 1 – Однородная лестничная электрическая цепь