

УЧЕБНОЕ ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ АНАЛИЗА МНОЖЕСТВА ЕЁ ТЕХНИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

Боровиков С.М., Цырельчук А.И., Жидиляева Н.И., Цырельчук Н.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь,
bsm@bsuir.by

Abstract. The proposed educational software tool allows you to build a structural scheme of reliability in an interactive mode of working with a computer. After entering the data on the reliability of the components (devices) of the system, the computer calculates the reliability indicator automatically for the system.

С методами расчёта и оценки надёжности технических систем можно ознакомиться в [1].

Простым и понятным методом оценки надёжности систем является метод прямого перебора технических состояний системы.

В общем случае без использования IT-технологий метод оправдан при относительно небольшом числе устройств в составе системы ($n \leq 6 \dots 10$), поскольку, например, при количестве устройств в системе $n = 10$ число возможных технических состояний S для системы составит $2^n = 1024$, что уже проблематично для анализа.

Для оценки надёжности системы, необходимо рассмотреть возможные технические состояния системы. Технические состояния системы в целом определяются техническими состояниями устройств, входящих в неё [2]. Для устройств, как правило, может иметь место одно из двух состояний: работоспособное состояние или неработоспособное состояние, для системы же в целом – много состояний, отличающихся комбинациями (сочетаниями) работоспособности и неработоспособности устройств системы. Часть из этих состояний соответствует состоянию неработоспособности системы в целом, а часть отвечают состоянию работоспособности.

Оценка эффективности функционирования сложной электронной системы безопасности путём рассмотрения системы в целом на практике вызывает много затруднений из-за чрезмерно большого числа

возможных технических состояний системы S , например при количестве устройств $n = 30$ значение $S > 1$ миллиарда.

При значении $n < 20 \dots 25$ анализ надёжности электронной системы может быть выполнен на компьютере средней производительности, но для этого нужно программное средство (ПС), использующее принципы прогнозирования [3, 4] для обработки больших объёмов данных о возможных технических состояниях системы. Такое учебное ПС разработано на кафедре ПИКС БГУИР.

ПС позволяет в интерактивном режиме работы с компьютером строить структурную схему надёжности (СШН) системы. После ввода данных о надёжности составных частей (устройств) системы компьютер выполняет расчёт показателя надёжности автоматически.

Использование ПС включает следующие этапы:

1. Уточнение условий работоспособности электронной системы (условий нормального функционирования), для которых параметры системы находятся в пределах норм, указанных в технической документации.

2. Построение СШН электронной системы. Эта схема строится пользователем компьютерной программы на основе электрической структурной и/или функциональной схемы с учётом условий работоспособности системы (рисунок 1).

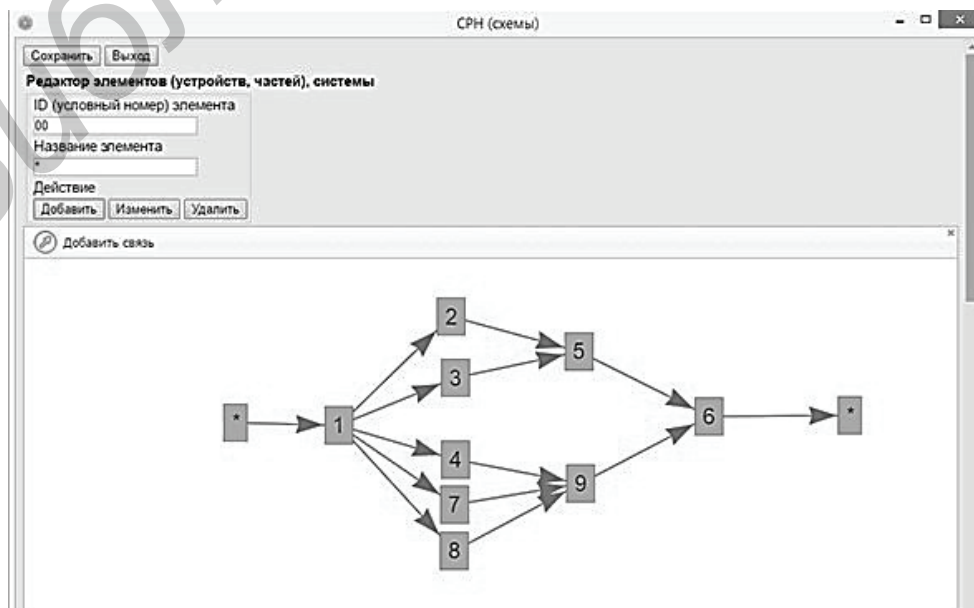


Рисунок 1 – Построение структурной схемы надёжности

На рисунке 1 показана построенная ССН системы. ПС позволяет в интерактивном режиме устанавливать функциональные части системы, присваивать им имена (идентификаторы), проводить необходимые связи с учётом условий работоспособности системы.

3. Ввод данных о надёжности составных частей

(устройств) системы и расчёт вероятности безотказной работы и вероятности отказа электронной системы.

Расчёт выполняется автоматически путём анализа программным средством построенной ССН системы.

Окна ввода данных, вывода результатов анализа и расчёта показаны на рисунке 2 (верхняя часть).

№	Состояние	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Рост
430	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0,0026
431	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0,0004
432	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0,0129
433	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
434	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0,0001
435	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
436	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0,0004
437	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
438	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0,0004
439	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0,0001
440	<input type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0,0021
441	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0,0001
442	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0,0022

Элемент системы (устройства)	Вероятность работоспособного состояния	Вероятность неработоспособного состояния
1	0,95	0,05
2	0,85	0,15
3	0,85	0,15
4	0,83	0,17
5	0,8	0,2
6	0,96	0,04
7	0,83	0,17
8	0,83	0,17
9	0,97	0,03

Вероятность работоспособного состояния технической системы, R: 0,905088 Число работоспособных состояний системы: 83
 Вероятность неработоспособного состояния технической системы, Q: 0,094912 Число неработоспособных состояний системы: 429

Рисунок 2 – Результаты анализа и расчёта

На рисунке 2 в правой таблице отображаются введённые данные о надёжности составных частей (устройств) системы. В левой таблице в первом столбце приводится номер состояния системы, второй столбец указывает, к какому подмножеству технических состояний с точки зрения работоспособности системы относится данное состояние: отмеченные ячейки – подмножество работоспособных состояний, неотмеченные ячейки – подмножество неработоспособных состояний. В последующих столбцах цифра «1» в символическом обозначении состояния устройства отвечает его работоспособному состоянию, а цифра «0» – неработоспособному состоянию устройства. В крайнем правом столбце таблицы указывается вероятность соответствующего состояния системы с четырьмя знаками после десятичной точки. Значение «0» (нуль) означает, что вероятность этого состояния менее 0,00005.

В нижней части окна (см. рисунок 2) выводятся результаты расчёта вероятностей работоспособного и неработоспособного состояний с указанием числа состояний каждого подмножества.

Испытание разработанного средства показало, что оно успешно решает задачу оценки (прогнозирования) надёжности технической системы при наличии в ней до 25 функциональных частей (устройств). При их числе $n = 25$ время решения задач составило около одного часа на компьютере со следующими ресурсами: ОЗУ – 6ГБ; процессор – Intel, 2 ядра, 2,5 ГГц.

Литература

1. Надёжность технических систем : справочник / Ю. К. Беляев [и др.] ; под ред. И. А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1985. – 608 с.
2. Цырельчук, Н. И. Оценка надёжности электронной системы методом анализа множества её технических состояний / Н. И. Цырельчук, С. М. Боровиков, С. С. Дик, И. Н. Цырельчук // Современные средства связи: материалы XXI Международ. науч.-техн. конф., 20-21 окт. 2016 года, Минск, Респ. Беларусь; редкол.: А.О. Зеневич [и др.]. – Минск: УО ВГКС, 2015. – С. 126–127.
3. Batura, M. Big Data Volumes and Some Approaches to the Creation of Corporate Analytical Systems / M. Batura, S. Dzik, I. Tsyrelchuk, S. Borovikov // BIG DATA and Advanced Analytics. Использование BIG DATA для оптимизации бизнеса и информационных технологий: сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, Республика Беларусь, 15–17 июня 2016 года); редкол.: М. П. Батура [и др.]. – Минск: БГУИР, 2016. – С. 74–80.
4. Borovikov, S. Prediction in Big Data Technology / S. Borovikov, E. Shneiderov, N. I. Tsyrelchuk, S.S Dzik // BIG DATA and Advanced Analytics. Использование BIG DATA для оптимизации бизнеса и информационных технологий : сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, Республика Беларусь, 15-17 июня 2016 года); редкол.: М. П. Батура [и др.]. – Минск : БГУИР, 2016. – С. 98–101.