

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УДК 621.382-027.45

На правах рукописи

ЦЫРЕЛЬЧУК
Николай Игоревич

**ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ
АНАЛИЗА МНОЖЕСТВА ЕЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени
магистра технических наук

по специальности 1-38 80 04 - Технология приборостроения

Минск 2017

Работа выполнена на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **БОРОВИКОВ Сергей Максимович**,
кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **ПОЛУБОК Владислав Анатольевич**,
кандидат технических наук, заведующий кафедрой микропроцессорных систем и сетей учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Защита диссертации состоится «22» июня 2017 г. года в 9⁰⁰ часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 6 корп. 1, ауд.415

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

Важным показателем эффективности функционирования электронных систем является их надёжность. Оценка показателей надёжности становится наиболее актуальной задачей для электронных систем, контролирующих сложные технологические процессы или обеспечивающих безопасность людей. Сбои в работе таких систем могут привести к значительному экономическому или экологическому ущербу, подвергнуть опасности жизни и здоровье людей.

Для серийного и массового производства цена ошибки проектирования становится высокой, а проведение натурных испытаний изделия может потребовать значительных материальных и временных затрат. В таких условиях важную роль играют программные продукты, позволяющие моделировать отказы проектируемых устройств и прогнозировать их надёжность ещё до создания опытного образца, вносить необходимые корректировки в проектные решения. Применение программных продуктов, как правило, не требует от оператора специальных навыков и знаний, так как расчёты осуществляются в автоматизированном режиме. На любом современном предприятии программные комплексы по оценке надёжности являются незаменимым инструментом инженера-проектировщика. Они позволяют получить значительную экономию денежных средств.

В настоящее время теоретически разработан ряд методов определения показателей надёжности электронных систем. На рынке существуют специализированные персональные компьютеры, основанные на этих подходах. Разрабатываемое в рамках данной диссертационной работы программное средство для определения показателей надёжности электронных систем основано на методе прямого перебора работоспособных состояний исследуемой системы. Данный метод характеризуется относительной простотой, наглядностью и универсальностью в применении.

Программный продукт позволяет определить методом моделирования вероятность обеспечения защиты объекта с помощью электронной системы безопасности. Особенностью программы является наличие демонстрационного и проектного режимов. Демонстрационный режим позволяет ознакомиться с процедурой применения метода прямого перебора для определения вероятности безотказной работы электронной системы безопасности. В проектном режиме исследуется электронная система безопасности, построенная на основе обобщенной схемы. После выполнения процедуры перебора состояний электронной системы безопасности программное средство выполняет проверку правильности числа и сути указанных состояний.

На основании полученных данных могут быть сформированы организационно-технические рекомендации для повышения надёжности электронной системы: корректировка структурной схемы системы, резервирование компонентов и др.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Любая электронная система – это сложная система, состоящая из компонентов, характеристики надёжности которых известны или могут быть определены различными методами (прогнозирования, физическими, по статистическим данным, собранным в процессе их применения в аналогичных условиях). С точки зрения надёжности электронная система может находиться в различных состояниях. Каждое такое состояние определяется работоспособностью компонентов системы. Для монотонных структур характерно одно свойство: отказ любого из элементов системы может привести к ухудшению надёжности или к отказу системы. Использование метода прямого перебора работоспособных состояний системы позволит выявить наиболее уязвимые места в структуре надёжности системы.

На основании полученных данных могут быть сформированы организационно-технические рекомендации для повышения надёжности электронной системы: корректировка структурной схемы системы, резервирование компонентов и др.

Вопросы, которые требуют проработки в диссертационной работе:

- систематизация метода оценки надёжности методом прямого перебора работоспособных состояний технической системы;
- разработка вычислительного алгоритма метода для реализации на компьютере;
- формирование требований к программному средству для оценки показателей надёжности электронных систем.

Степень разработки проблемы

Математический аппарат анализа надёжности технических, в том числе электронных систем достаточно хорошо разработан. Весомый вклад в это внесли учёные Советского Союза и России (Ушаков И.А., Козлов Б.В., Богатырёв В.А., Половко А.М., Шишмарёв В.Ю. и др.).

Эффективное применение разработанных методов анализа надёжности технических систем возможно на основе использования информационных технологий. Решение этих задач находится на начальном этапе применительно к случаям, когда анализ системы предполагает рассмотрение большого числа её возможных технических состояний (сложные электронные системы, например – электронные системы безопасности).

Исследования, выполняемые в магистерской диссертации, направлены на определение подходов к решению подобных задач с использованием достижений информационных технологий.

Цели и задачи исследования

Целью работы является выбор эффективного метода оценки надёжности электронной системы для случаев большого числа её технических состояний.

Для достижения цели в работе необходимо было решить **следующие задачи:**

1. На основе обзора научно-технических источников (специальная литература, Интернет-ресурсы) систематизировать методы оценки надёжности электронных систем.

2. Выбрать и обосновать метод анализа надёжности электронных систем для случаев, когда

– анализ системы предполагает рассмотрение большого числа возможных её технических состояний (более $10^3 \dots 10^4$);

– модель надёжности системы отличается от последовательно-параллельных схем или параллельно-последовательных схем.

3. Для выбранного метода анализа надёжности разработать алгоритм его применения в виде, пригодном для написания прикладного программного средства.

4. Обосновать требования к программному средству, разработать его и выполнить отладку.

5. Подтвердить работоспособность программного средства и его эффективность для решения практических задач.

Область исследования

Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-38 80 04 – «Технология приборостроения» в части оценки качества изделий приборостроения.

Теоретическая и методологическая основа исследования

При написании диссертации использованы результаты работ по разработке методов анализа надёжности технических систем, выполненные советскими и российскими учёными.

При систематизации методов анализа надёжности электронных систем акцент был сделан на методы, допускающие чёткую алгоритмизацию (без решения дифференциальных уравнений) и разработку программных средств, адаптированных на решение прикладных задач.

Для оценки свойств, описывающих качество разрабатываемого программного средства, использовались методы экспертных оценок, в том числе рекомендованные в «ГОСТ 28195-99 Оценка качества программных средств. Общие положения».

Для проверки работоспособности разработанного программного средства использовались разработанные в диссертации контрольные тестовые примеры.

Информационная база исследования сформирована на основе специальной технической литературы, сведений из Интернет-ресурсов, а также материалов научно-технических конференций и семинаров, в том числе по проблемам анализа большого объёма данных (Big Data).

Научная новизна диссертационной работы:

1. Систематизированы методы анализа надёжности технических систем и среди них определены те, которые гипотетически могут быть эффективны для случаев рассмотрения большого числа возможных технических состояний системы (более 10^4), а также в случаях, когда модель надёжности системы отличается от последовательно-параллельных схем или параллельно-последовательных схем: имеет место монотонная структура с точки зрения надёжности.

2. Предложено усовершенствование метода прямого перебора (как метода анализа надёжности технических систем), состоящего в проведении целенаправленного перебора возможных технических состояний исследуемой системы.

Положения, вносимые на защиту

1. Сравнительный анализ методов оценки надёжности технических, в том числе электронных систем.

2. Обоснование выбора метода анализа надёжности, ориентированного на случаи большого числа возможных технических состояний системы (более $10^3 \dots 10^4$) и монотонные структуры соединения функциональных частей в системе с точки зрения надёжности.

3. Усовершенствование метода прямого перебора как метода анализа надёжности технических систем.

4. Разработка программного средства, позволяющего оценивать надёжность технической системы методом целенаправленного перебора множество возможных её технических состояний.

Личный вклад соискателя учёной степени

В диссертационной работе представлены материалы исследований, которые являются самостоятельной работой автора. Соискателем выполнены исследования по прогнозированию надёжности электронной системы по методу анализа технических состояний.

Разработанная методика была использована совместно с С. М. Боровиковым, Е. Н. Шнейдеровым и внедрена в учебный процесс на кафедре ПИКС.

Теоретическая значимость состоит в систематизации методов анализа надёжности электронных систем, выборе и обосновании эффективного метода для случаев большого числа технических состояний системы (более $10^3 \dots 10^4$) или справедливости монотонной схемы для надёжности системы.

Практическая значимость диссертации состоит в том, что разработанное программное средство оценки надёжности системы методом целенаправленного перебора её возможных технических состояний внедрено в учебный процесс. На программное средство подана заявка в Национальный центр интел-

лектуальной собственности.

Апробация и внедрение результатов исследования

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на следующих международных конференциях: Вторая Международная научно-практическая конференция «Big Data and Advanced Analytics. Big Data и анализ высокого уровня» (г. Минск, Республика Беларусь 15-17 июня 2016 года), Третья Международная научно-практическая конференция «Big Data and Advanced Analytics. Big Data и анализ высокого уровня» (г. Минск, Республика Беларусь 3-4 мая 2017 года)

Отдельные положения диссертации используются при преподавании курса «Надёжность технических систем».

Публикации

Основные положения работы и результаты диссертации изложены в пяти опубликованных работах общим объемом 13 страниц.

Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, обзора научно-технических источников по методам оценки надежности технических систем, общей характеристики работы, шести глав с краткими выводами по каждой главе, заключение, список используемых источников.

Во **введении** обоснована актуальность выбранной темы исследования, сформированы цель и задачи диссертационной работы, показана её научная и практическая значимость.

В **первой главе** сделан обзор литературы по теме диссертации, рассмотрены виды методов надежности технических систем, проведено исследование патентных и научно-технических источников, формулируются основные вопросы, решаемые в диссертации, проведен анализ исходных данных и обоснованы задачи, решаемые в диссертации.

Во **второй главе** проведена систематизация метода оценки надежности технической системы методом прямого перебора её работоспособных состояний, обосновывается выбор метода решения задачи, систематизируется метод оценки надежности, также приводится разработка алгоритма решения задачи по оценке надежности технической системы обеспечения безопасности.

В **третьей главе** обосновываются требования к программному средству, производится выбор языка и среды программирования и структуры программного средства

В **четвертой главе** рассказывается о применении программного средства для оценки надежности технической системы, описываются данные для «демо-

режима» и приводятся примеры применения программного средства.

Работа состоит из введения, шести глав и заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём основного текста диссертации – 68 страниц. Работа содержит 10 таблиц, 17 рисунков. Библиографический список включает 34 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **введении** обоснована актуальность выбранной темы исследования, сформированы цель и задачи диссертационной работы, показана её научная и практическая значимость, а также даётся обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объём диссертации.

В **первой главе** на основании анализа литературных источников представлен обзор современных подходов к вопросам надежности автоматизированных систем, приведён обзор программных комплексов по оценке надёжности сложных систем, проведено исследование патентных и научно-технических источников а также краткие выводы по главе.

Во **второй главе** обоснован выбор метода решения задачи

Метод расчёта надёжности конкретного объекта выбирают в зависимости от следующих факторов :

- целей расчёта и требований точности определения показателей надёжности объекта;
- наличия и/или возможности получения исходной информации, необходимой для применения определенного метода расчёта;
- уровня отработанности конструкции и технологии изготовления объекта, системы его технического обслуживания и ремонта, позволяющего применять соответствующие расчётные модели надёжности.

В ряде случаев технические системы, в том числе ЭСБ, имеют с точки зрения надёжности 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, представленная на рисунке 1.

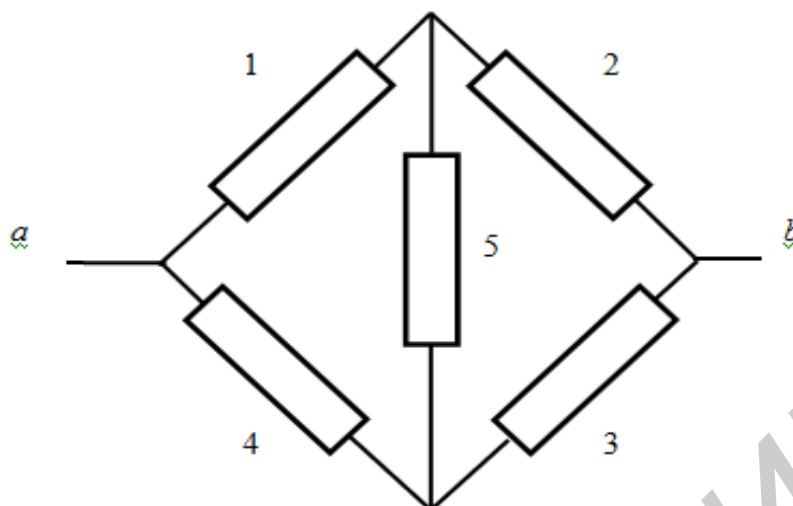


Рисунок 1 – Мостовая схема соединения устройств ЭСБ с точки зрения надёжности

На практике к подобным схемам можно отнести ЭСБ, содержащие в своём составе информационно – компьютерные подсистемы. Будем считать, что рассматриваемая ЭСБ содержит в своём составе n устройств. ЭСБ может находиться в двух состояниях: работоспособности и отказа. Состояние ЭСБ обозначим символом R . Будем считать, что R принимает значение 1, если ЭСБ работоспособна, и значение 0, если она отказала. Состояние j -го устройства ЭСБ 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 ЭСБ зависит от состояния её устройств, т. е.

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

Функцию (3.1) будем называть структурной функцией системы. Для реальных 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.

Наиболее простым методом расчёта вероятности безотказной работы указанных технических систем является метод прямого перебора работоспособных состояний системы. Этот метод с успехом может быть применён и для расчёта надёжности систем, сводящихся с точки зрения надёжности 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 учётом критерия отказа ЭСБ всё множество её технических состояний G разбивается на два подмножества: работоспособных состояний G_1 и неработоспособных состояний G_0 . Для каждого состояния ЭСБ $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ можно вычислить его вероятность p_X и далее найти вероятность безотказной работы ЭСБ:

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

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

Вероятность отказа ЭСБ может быть определена как

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

В **третьей главе** показана разработка алгоритма решения задачи по оценке надежности технической системы обеспечения безопасности.

Схемой расчёта надёжности называют условное схематическое соединение элементов системы, учитывающее влияние отказа каждого элемента на безотказность изделия. Графически структурная схема надёжности представляет собой последовательное, параллельное или комбинированное соединение элементов, обозначенных в виде прямоугольников. За построение заданной схемы расчёта надёжности системы в разрабатываемом программном средстве отвечает класс Canvas.

На втором этапе оценки надёжности методом прямого перебора определяются все возможные технические состояния системы. Под техническим состоянием в теории надёжности понимают, в какой мере система соответствует требованиям, установленным нормативно-технической документацией в определённый момент времени. Состояния могут быть:

- работоспособное;
- состояние отказа.

Работоспособное состояние системы – это такое состояние, при котором система способна выполнять заданные функции сохраняя значения основных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией. Частным случаем работоспособного состояния является исправное состояние, т. е. состояние, при котором система соответствует всем требованиям НТД. В противоположность исправному состоянию ставится состояние отказа, при котором система не соответствует хотя бы одному из требований, установленных НТД.

На третьем этапе метода прямого перебора всё множество технических состояний G разбивается на два подмножества: работоспособных состояний $G1$ и неработоспособных состояний $G0$, где работоспособные состояния системы – это состояния, при котором функционирует хотя бы по одному элементу системы каждого вида, а остальные состояния – неработоспособные.

На последнем этапе расчёта надёжности определяется вероятность безотказной работы системы, как сумма всех вероятностей её нахождения в том или ином работоспособном состоянии. В программном средстве за реализацию этого этапа отвечает метод `getSystemProbability` класса *Solver*.

В **четвертой главе** была проведена разработка самого программного средства и показано применение его.

Структура программного средства определена шаблонами проектирования (программирования), которые легли в основу его построения.

Шаблон проектирования MVC предполагает разделение данных приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных компонента: модель, представление и контроллер – таким образом, что модификация каждого компонента может осуществляться независимо. Модель (Model) предоставляет данные предметной области представлению и реагирует на команды контроллера, изменяя свое состояние. Представление (View) отвечает за отображение данных предметной области (модели) пользователю, реагируя на изменения модели. Контроллер (Controller) интерпретирует действия пользователя, оповещая модель о необходимости изменений.

Шаблон проектирования MVC задает не столько правила разделения приложения на отдельные компоненты, сколько правила их взаимодействия. В то время как представление и контроллер зависят от модели, модель не зависит ни от представления, ни от контроллера. Это ключевая особенность разделения, которая позволяет работать с моделью, а значит, и с логикой приложения, независимо от визуального представления.

Схема взаимодействия компонентов показана на рисунке 2 .

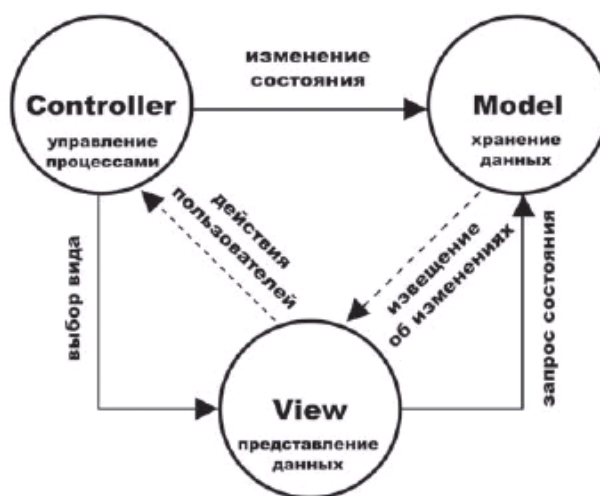


Рисунок 2 – Схема взаимодействия компонентов

Разработанное приложение включает в себя набор следующих компонентов:

- контроллер построения структурной схемы расчета надежности (СРН), его модель и отображение СРН;
- контроллер расчета вероятности безотказной работы для одного случайно сгенерированного состояния исследуемой системы, ее модель и отображения;
- контроллер для генерации таблицы всех возможных состояний системы, модель данных и представления сгенерированной таблицы;
- контроллер и модель этапа расчета вероятности безотказной работы всей системы;
- контроллер для обработки вспомогательных сообщений и модальных окон, который имеет свою модель и свои отображения.

Рассмотрим применение шаблона проектирования MVC на примере построения структурной схемы расчета надежности.

Для того, чтобы создать СРН на холсте программы, нужно выбрать в панели инструментов пункт «Датчик» или инструмент «ПКУ», или инструмент «Исполнительное уст-во», после чего кликнуть мышкой на холсте. В зависимости от выбранного инструмента, на холсте появится тот или иной блок.

При выборе пользователем определенного пункта на панели инструментов, в контроллер, отвечающий за построение СРН, передается тип выбранного элемента. На основе данных (модели), хранящихся в памяти программного средства, и полученного от пользователя через интерфейс программного средства типа элемента, контроллер определяет представление, которое отобразится на холсте, при нажатии кнопки мыши пользователем в области холста. При нажатии кнопки мыши в рабочей области построения СРН, контроллер считывает координаты курсора, и в зависимости от выбранного представления формирует изображение соответствующего элемента.

Соединение блоков в рабочую схему производится с помощью инструмента «Соединение». Как и в предыдущих случаях, контроллер определяет выбранный пользователем элемент на панели инструментов, в соответствии с которым делегирует выполнение основных функций соответствующим классам-моделям и представлениям. Так, за обработку соединения элементов между собой отвечают методы `getStartPoinTo` и `getEndPointTo` класса-модели `DragableNode`.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В диссертации был систематизирован метод оценки надежности технической системы методом прямого перебора, и разработано программное средство для оценки надёжности технической системы, основанное на этом методе.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи:

- выполнен обзор литературы по теме диссертационной работы;

- систематизирован метод оценки надёжности методом прямого перебора работоспособных технической системы;
- разработан вычислительный алгоритм метода;
- сформированы требования к программному средству для оценки показателей надёжности электронных систем.

2. Разработанное программное средство обладает высокой функциональностью: просто в использовании, наглядно в предоставлении результатов, предусматривает возможность дальнейшего совершенствования.

3. Программное средство, разработанное в рамках диссертации, может применяться различными предприятиями электронной промышленности для определения показателей надёжности собственной продукции на этапе проектирования. Это позволит получить значительную экономию денежных средств.

4. Помимо решения чисто практических задач, разработанное программное средство может использоваться для обучения студентов по дисциплинам надёжности и при выполнении научных исследований в области надёжности электронных систем.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1. Цырельчук, Н.И. Метод оценки надёжности электронной системы медицинского назначения // С.К.Дик, С.М. Боровиков, Д.В.Лихачевский, Цырельчук, Н.И. // Материалы девятой международной научно-технической конференции (Минск, 4-5 декабря 2015) / Минск 2015. – С.253–256.

2. Цырельчук, Н.И. Prediction in Big Data technology // Е.Н. Шнейдеров, С.М. Боровиков, С.С.Дик, Цырельчук, Н.И. // Материалы второй международной научно-практической конференции (Минск, 15-17 июня 2016) / Минск 2016. – С.98–101.

3. Цырельчук, Н.И. Software for predicting the reliability of the electronic system by its technical states set analysis method // Е.Н. Шнейдеров, С.М. Боровиков, Н.Жидиляева, Цырельчук, Н.И. // Материалы третьей международной научно-практической конференции (Минск, 3-4 мая 2017) / Минск 2017. – С.134–138.

4. Цырельчук, Н.И. Software for evaluating the electronic safety system reliability in case of large volume of data about its technical conditions availability // Е.Н. Шнейдеров, С.М. Боровиков, Н.Жидиляева, С.К.Дик, Цырельчук, Н.И. // Материалы третьей международной научно-практической конференции (Минск, 3-4 мая 2017) / Минск 2017. – С.139–143.

РЭЗІЮМЭ

Цырэльчук Мікалай Ігаравіч

Адзнака надзейнасці электроннай сістэмы метадам аналізу мноства яе тэхнічных станаў

Ключавыя словы: надзейнасць электроннай сістэмы, метады ацэнкі надзейнасці.

Мэта рабы: распрацоўка праграмага сродка па ацэнцы надзейнасці тэхнічнай сістэмы метадам прамога перабору яе працаздольных станаў.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: Праграмы сродак прызначаны для аўтаматызаванага разліку верагоднасці працаздольнага стану сістэмы метадам прамога перабору. Зыходнымі дадзенымі для выканання разліку, якія выбіраюцца карыстальнікам з прапанаваных варыянтаў, з'яўляюцца структурная схема разліку надзейнасці і верагоднасці безадмоўнай працы яе элементаў. Карыстальнік павінен мець магчымасць рэалізаваць зададзеную ў зыходных дадзеных структурную схему разліку надзейнасці ў зручным для разумення структуры выглядзе. Гэтак жа прадугледжана магчымасць праверкі правільнасці структурнай схемы разліку надзейнасці, пабудаванай карыстальнікам. Такім чынам, праграмы сродак ўключае ў свой склад модуль малявання і модуль праверкі карыстацкіх дадзеных. Структурная схема разліку надзейнасці прадстаўляецца ў выглядзе набору элементаў, якія абазначаюць прылады, якія ўваходзяць у склад сістэмы, і злучальных ліній, якія аб'ядноўваюць гэтыя прылады ў адзіную сістэму.

Ступень выкарыстання: праграма ўкаранёна ў навучальны працэс кафедры пікс, БДУІР.

Вобласць ужывання: тыпавая вучэбная праграма дысцыпліны «Надзейнасць тэхнічных сістэм» для ацэнкі надзейнасці электроннай сістэмы, заснаванай на метады прамога перабору яе працаздольных станаў.

РЕЗЮМЕ

Цырельчук Николай Игоревич

Оценка надежности электронной системы методом анализа множества ее технических состояний

Ключевые слова: надежность электронной системы, метод оценки надежности.

Цель работы: разработка программного средства по оценке надежности технической системы методом прямого перебора ее работоспособных состояний.

Полученные результаты и их новизна: Программное средство предназначено для автоматизированного расчёта вероятности работоспособного состояния системы методом прямого перебора. Исходными данными для выполнения расчёта, которые выбираются пользователем из предложенных вариантов, являются структурная схема расчета надежности и вероятности безотказной работы её элементов. Пользователь должен иметь возможность реализовать заданную в исходных данных структурную схему расчета надежности в удобном для понимания структуры виде. Так же предусмотрена возможность проверки правильности структурной схемы расчета надежности, построенной пользователем. Таким образом, программное средство включает в свой состав модуль рисования и модуль проверки пользовательских данных. Структурная схема расчета надежности представляется в виде набора элементов, обозначающих устройства, входящие в состав системы, и соединительных линий, объединяющих эти устройства в единую систему.

Степень использования: программа внедрена в учебный процесс кафедры ПИКС, БГУИР.

Область применения: типовая учебная программа дисциплины «Надежность технических систем» для оценки надёжности электронной системы, основанной на методе прямого перебора её работоспособных состояний.

SUMMARY
Tsyrelchuk Mikalai

Estimation of the reliability of an electronic system by the method of analyzing the set of its technical states

Keywords: reliability of electronic system, reliability estimation method.

The object of study: development of a software tool for assessing the reliability of a technical system by direct scanning of its operable states.

The results and their novelty: The software is intended for the automated calculation of the probability of an operable system state by a direct search. The initial data to perform the calculation, which are selected by the user from the proposed options, are the structural scheme for calculating the reliability and probability of failure-free operation of its elements. The user should be able to implement the structural chart of reliability calculation specified in the initial data in a form that is convenient for understanding. It is also possible to verify the correctness of the structural scheme of calculating the reliability built by the user. Thus, the software includes a drawing module and a user data validation module. The structural scheme of calculating reliability is represented as a set of elements that designate the devices that make up the system and the connecting lines that combine these devices into a single system.

Degree of use: the program is implemented in the educational process of the BSUIR.

Sphere of application: a typical curriculum of the discipline "Reliability of technical systems" for assessing the reliability of an electronic system based on the method of direct enumeration of its operable states.