

УДК 004.4:62.192

**С. В. Бевз, к. т. н., доц.; В. В. Войтко, к. т. н., доц.; С. М. Бурбело;
А. Н. Шоботенко**

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Разработана автоматизированная система исследования надежности технических систем, ориентированная на использование структурных схем надежности. Система предусматривает выбор метода оценки надежности, содержит инструментальные средства формирования и исследование структурных схем надежности. Рассмотрены модели и средства программной реализации автоматизированной системы.

Ключевые слова: автоматизированная система, надежность, техническая система, модель.

Введение

С развитием компьютерной техники процессы автоматизации охватывают все сферы деятельности человека. Процесс оценки надежности технических систем (ТС) является трудоемкой вычислительной задачей [1 – 3], которая требует средств автоматизации процесса своего решения.

Так программа исследования структурных схем надежности «Ганс» [4] дает возможность рассчитывать показатель надежности между двумя ключевыми узлами путем постепенного свертывания схемы. Программа «Расчет структурной надежности сетей связи» [5] предназначена для проектирования новых компьютерных сетей, анализа их показателей качества и модернизации сетевых сред связи. Автоматизированная система обеспечения надежности и качества аппаратуры «Асоника» [6] позволяет осуществить полный расчет показателей надежности радиоэлектронной аппаратуры.

Поскольку современные системы автоматизированного исследования надежности ТС узкоспециализированны, то актуальной является задача разработки общих методов оценки надежности и их реализации в среде автоматизированной системы.

Целью работы является автоматизация процесса исследования надежности технических систем. Под объектом исследования понимаем процессы автоматизации оценки надежности технических систем на основе использования структурных схем. Предметом исследования предстают методы и средства оценки надежности технических систем. Главными задачами работы видим разработку моделей и средств автоматизированной системы.

Математическое описание системы

В общем виде автоматизированную систему можно представить в виде кортежа (1):

$$M = \{A_0, \Theta_p, \Lambda, U, H, Y, \Psi\}, \quad (1)$$

где A_0 – цель: разработка моделей и средств автоматизации процесса оценивания надежности ТС; система должна состоять из блока ввода / вывода информации, блока оценки показателей надежности по разным методам и блока работы с базой данных; к реализованным в системе методам относятся принцип вложенных матриц, метод булевых матриц и ВМ-метод; Θ_p – основные ресурсы: результатом работы являются модели и средства автоматизированной системы исследования надежности ТС, их программная реализация; под ресурсной базой системы понимаем компьютер; под параметрами ресурсов видим характеристики компьютера; Λ – множество факторов, которые учитываются в модели: техническая система представляется в виде графа; под факторами модели данных понимаем структуру и состав системы, способы сочетания элементов схемы, количество вершин, количество ребер и весовые значения ребер, отражающие вероятностные

характеристики надежности, поэтому имеющие ограничения $0 < p < 1$; ключевым фактором работы системы является выбор стратегии оценивания по одному из реализованных методов; U – множество стратегий управления: модель реализует процесс проведения исследования по выбранному методу, который характеризуется своим алгоритмом и спецификой работы. Система имеет собственную разветвленную функциональность. Управление может осуществляться с помощью кнопок панели инструментов, вкладок панели меню или горячих клавиш. Графы можно создавать или загружать из базы информационных ресурсов системы; H – оператор моделирования, устанавливающий соответствие между множеством факторов Λ , которые учитываются в модели, множеством U возможных стратегий управления и множеством Y значений выходных характеристик системы (2):

$$H : \Lambda \times U \xrightarrow{A_0, O_m, R_s} Y, \quad (2)$$

где O_m – ресурсы на этапе моделирования, которые отвечают базовым ресурсам системы; R_s – свойства системы, которая моделируется: модель данных системы представляет структуру данных в виде графа, оперирует объектами «ребро» и «вершина» с обеспечением полной функциональности путем создания объекта «граф», после завершения формирования входных данных производится выбор метода оценивания надежности; Y – множество значений выходных характеристик модели системы: система разработана для исследования показателей надежности ТС; исходными данными являются значения вероятностей безотказной работы – матрица полных взаимосвязей элементов системы для метода вложенных матриц и метода булевых матриц, для BIM-метода исходными данными считаем значение оценки показателя надежности между двумя ключевыми узлами схемы; W – показатель эффективности системы, которая моделируется: особенность методов вложенных матриц и булевых матриц заключается в обеспечении принципа универсальности за счет использования полной матрицы взаимосвязей системы.

Разработка модели прецедентов автоматизированной системы

Прецеденты – это формы представления типичных способов взаимодействия пользователя с системой. Анализ прецедентов приобретает первостепенное значение в процессе определения функциональных требований к системе.

Верхний уровень абстракции моделей поведения системы занимает модель бизнес-прецедентов (рис. 1), которая идентифицирует массив возможностей системы.

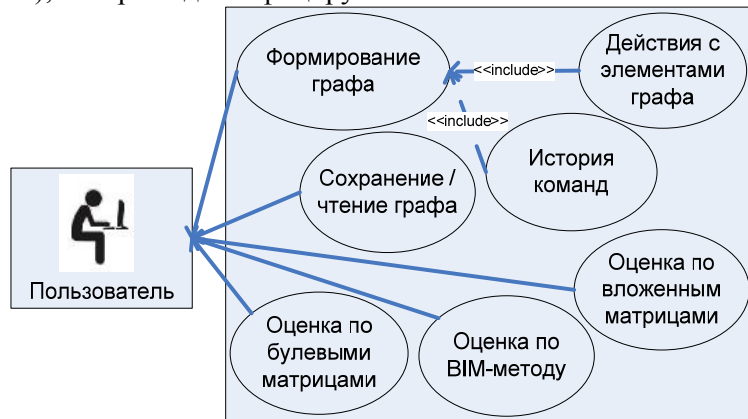


Рис. 1. Диаграмма бизнес-прецедентов автоматизированной системы исследования надежности сложных ТС

Диаграмма бизнес-прецедентов базируется на архитектуре бизнес-процессов [7]. Она обеспечивает возможность общего анализа вероятного поведения системы. Для описания бизнес-прецедентов характерна краткость высказываний, ориентированных на определение функциональных возможностей системы, и концентрация на основных потоках прецедентов.

Диаграмма формируется путем установления взаимодействия между пользователем и

системой. Ассоциация «include» (рис. 1) определяет составляющие прецеденты как составные части базового прецедента, устанавливая архитектурные связи между прецедентами.

Пользователь начинает работу в системе по формированию граф-схемы ТС средствами программного интерфейса (Действия с элементами) и обеспечивает возможность формирования, анализа и использования истории команд (Действия с историей команд). Кроме того, Пользователь имеет возможность загрузить граф из входного файла и записать рабочий граф в выбранный файл (Сохранение / чтение графа). После завершения этапа подготовки исходных данных Пользователь выбирает метод оценки надежности ТС: по методу вложенных матриц, по методу булевых матриц или за BIM-методом.

Следующим шагом разработки автоматизированной системы является формирование диаграммы прецедентов с большей степенью детализации (рис. 2).



Рис. 2. Диаграмма прецедентов автоматизированной системы

Разработка обобщенной модели автоматизированной системы исследования надежности сложных технических систем

Исследование надежности сложных ТС в автоматизированной системе предусматривает формирование модулей обобщенной модели системы (рис. 3), их программную реализацию и обеспечение синхронизации.

Обобщенная модель состоит из семи блоков, объединяемых ядром системы.

Модуль графического ввода и обработки данных отвечает за формирование структуры графа. В модель входят инструменты для создания и удаления элементов графа, изменения весовых показателей ребер графа.

Модуль графического вывода данных отвечает за графическое отображение матрицы полных взаимосвязей, полученных в процессе реализации принципа вложенных матриц или метода булевых матриц [9, 10]. BIM-метод обеспечивает вывод идентификационного значения между двумя ключевыми вершинами графа.

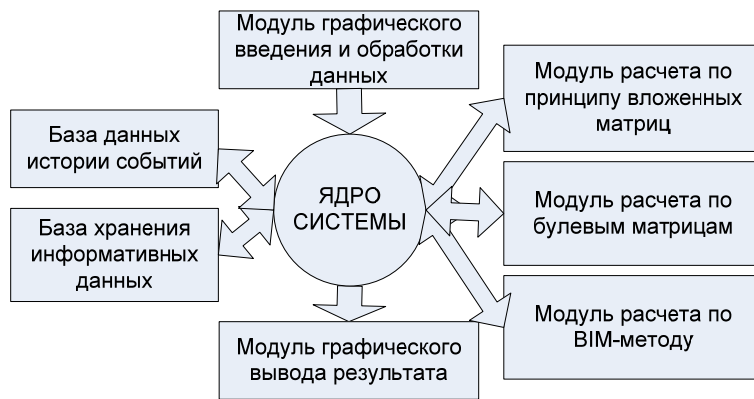


Рис. 3. Обобщенная модель автоматизированной системы

Формирование базы данных истории событий осуществляется с целью обеспечения функциональной возможности отмены выполненных операций. База хранения информативных данных предназначена для архивирования графических схем.

Расчетный блок структурно включает модули расчета матрицы полных взаимосвязей ТС по выбранному методу алгоритмизации: по принципу вложенных матриц, по булевым матрицам, по BIM-методу.

Ядро системы представляет собой двухблочную структуру, изображенную на рис. 4.

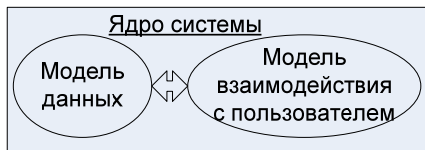


Рис. 4. Структура ядра системы

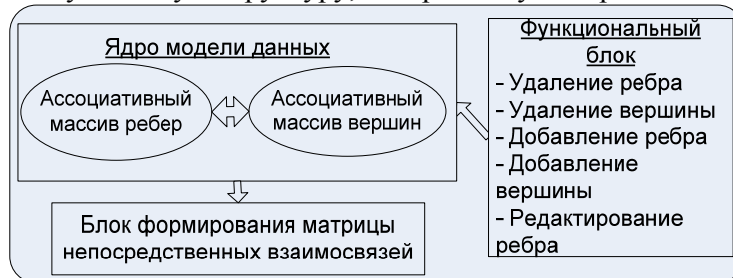


Рис. 5. Модель данных автоматизированной системы

Модель данных системы (рис. 5) идентифицирует средства формирования рабочих данных и обеспечивает их формализацию средствами теории графов.

Главной структурной единицей данных является граф, композитными элементами которого выступают вершины и ребра. Объект «граф» может содержать произвольное количество узлов и ребер.

Модель данных имеет трехэлементную структуру. Ядро формируется за счет двух ассоциативных массивов. Функциональный блок обеспечивает реализацию возможных операций над информативными данными. Блок формирования матрицы непосредственных взаимосвязей обуславливает расчетные процессы определения показателей надежности по принципу вложенных матриц и методу булевых матриц.

Модель взаимодействия с пользователем обеспечивает реализацию интерфейсных элементов системы. Пользовательский интерфейс – совокупность средств для обработки и отображения информации, максимально ориентированных на обеспечение эффективной человеко-машинной взаимосвязи.

Предложенная модель формирует средства управления и отображения промежуточных результатов процесса исследования надежности. В ее структуру входят модуль графического ввода и обработки данных и модуль графического вывода результата (рис. 6).

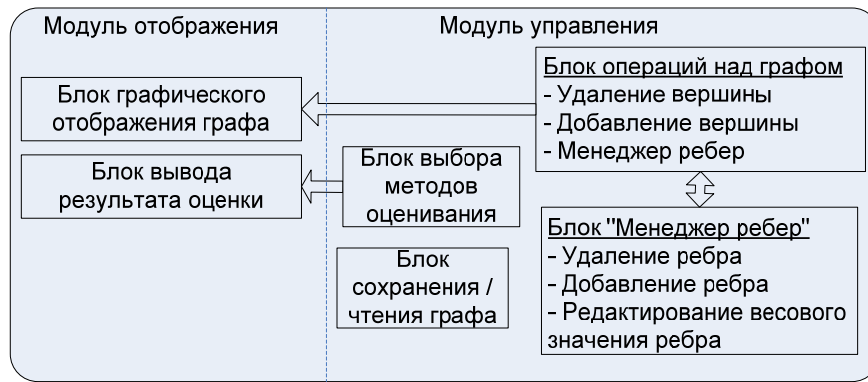


Рис. 6. Модель взаимодействия системы с пользователем

Модель содержит два структурных модуля, отвечающих за процессы управления программой и обработку графической информации. Модуль отображения обеспечивает формирование графического поля системы, в котором отображается граф структурной схемы, и формирует окно матрицы полных взаимосвязей.

Средства программной реализации автоматизированной системы

Процесс моделирования среды автоматизированной системы завершается построением UML-диаграмм.

UML (Unified Modeling Language) – унифицированный язык объектно-ориентированного моделирования, используемый в процессе разработки программного обеспечения [7]. UML-диаграммы предоставляют возможность адаптации моделей системы к их дальнейшей программной реализации, определяют систему взаимосвязей между базовыми классами данных (рис. 7).

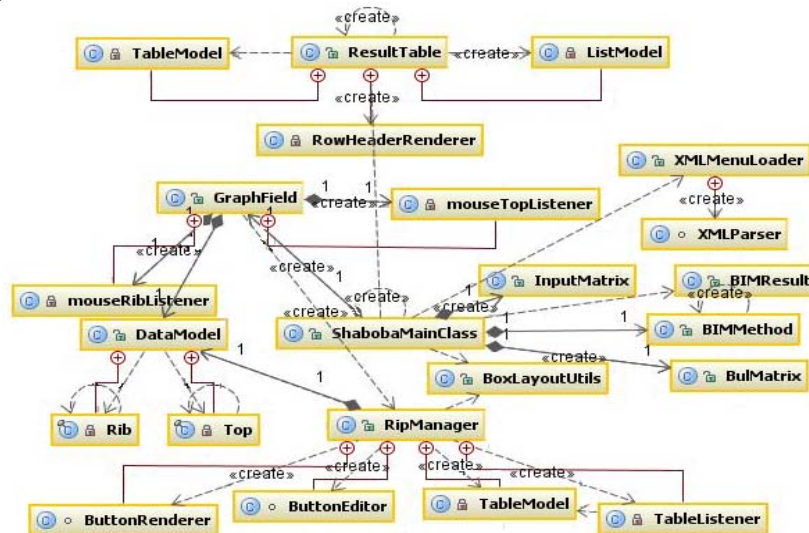


Рис. 7. UML-диаграмма классов системы

Диаграммы классов отображают статические (декларативные) элементы: классы, типы данных, их содержание и отношения. Кроме того, UML-диаграммы идентифицируют архитектуру системы, выделяя вложенные пакеты, содержащие обозначение базовых элементов поведения, динамику которых раскрыто в диаграммах других типов [8].

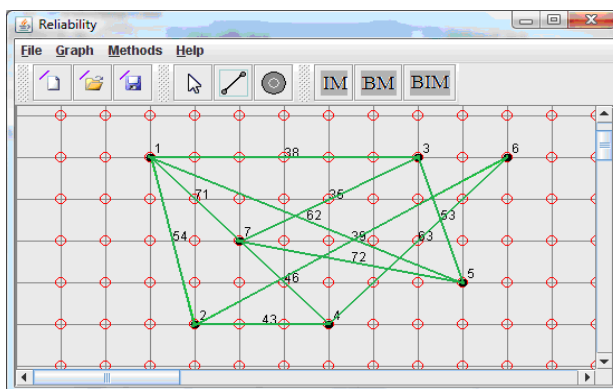


Рис. 8. Форма побудови структурної схеми надійності ТС

Програмна среда системи реалізована в оконному режимі. Основне простір головного окна системи (рис. 8) займає робоче поле формування і відображення графа структурної схеми надійності. Кнопки панелі інструментів забезпечують реалізацію процесів створення, модифікації і збереження графа, розрахунок показників надійності схеми на основі вибраного методу.

Представлення даних в формі графа вносить свою специфіку в формування моделі даних. Модель базується на використанні двох асоціативних масивів. Кожне ребро і вершина має свій ідентифікаційний номер, який грає роль ключа в базах даних системи.

Выводы

Проведен аналіз і розробка ключових моментів реалізації автоматизованої системи. Предложені моделі автоматизованої системи дослідження показників надійності на основі структурних схем надійності. Розроблена модель бізнес-прецедентів системи, яка розширена до простої моделі прецедентів. Розроблені внутрішні моделі ядра системи: моделі даних і моделі системного взаємодіяння з користувачем. Побудовані UML-діаграми класів системи, які відображають класову архітектуру і внутрішні міжкласові взаємозв'язки. Предложені моделі реалізовані в середі автоматизованої системи дослідження надійності технічних систем на основі структурних схем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бевз С. В. Реалізація принципу вкладених матриць в теорії надійності / С. В. Бевз, В. В. Войтко, Ю. В. Томашевський // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – Вінниця, 2006. – № 1(5). – С. 129 – 133.
2. Бевз С. В. Спрощення структурних схем надійності методом еквівалентних перетворень / С. В. Бевз, В. В. Войтко, В. С. Лапко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця, 2003. – № 6. – С. 298 – 303.
3. Эндрени Дж. Моделирование при расчетах надежности в электроэнергетических системах / Дж. Эндрени; пер. с англ. Ю. Н. Руденко. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
4. Бевз С. В. Графо-аналітичний розрахунок схем надійності на ЕОМ / С. В. Бевз, В. В. Войтко, С. М. Бурбело // Автоматика-2006: матеріали тринадцятої міжнародної конференції з автоматичного управління. – Вінниця, 2006. – С. 126 – 129.
5. Расчет структурной надежности сетей связи 1.0 beta 2 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.softsearch.ru/programs/118-756-raschet-strukturnoi-nadezhnosti-setei-svjazi-download.shtml>
6. Автоматизированная система обеспечения надежности и качества аппаратуры – АСОНИКА [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.asonika.ru/>
7. Мацяшек Л. А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML / Л. А. Мацяшек. – М.: «Вильямс», 2002. – 432 с. – ISBN: 5-8459-0276-2.
8. Рамбо Д. UML. Специальный справочник / Д. Рамбо, А. Якобсон, Г. Буч. – СПб.: «Питер», 2002. – 656 с. – ISBN: 5-318-00174-2.

9. Бевз С. В. Розробка засобів автоматизації дослідження завадостійкості мережевої передачі даних / С. В. Бевз, В. В. Войтко, А. М. Шоботенко // Методи та засоби кодування, захисту та ущільнення інформації: тези доповідей другої міжнародної науково-практичної конференції. – Вінниця, 2009. – С. 61 – 63.

10. Бевз С. В. Засоби автоматизації процесів оцінювання надійності технічних систем / С. В. Бевз, С. М. Бурбело, В. В. Войтко, А. М. Шоботенко // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування. Частина 2: тези доповідей четвертої міжнародної науково-технічної конференції. – Вінниця, 2009. – С. 7.

Бевз Светлана Владимировна – к. т. н., доцент кафедры электрических станций и систем.

Войтко Виктория Владимировна – к. т. н., доцент кафедры программного обеспечения.

Бурбело Сергей Михайлович – аспирант кафедры моделирования и мониторинга сложных систем.

Шоботенко Андрей Николаевич – соискатель кафедры программного обеспечения.
Винницкий национальный технический университет.