

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

УДК 004.94

Лукашик
Роман Васильевич

Программное средство моделирования структурно-сложных систем

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ»

Научный руководитель
Волорова Наталья Алексеевна
Доцент, кандидат технических наук

Минск 2018

ВВЕДЕНИЕ

Современные промышленные предприятия представляют собой структурно сложные системы. Это могут быть объекты нефтегазовой отрасли, энергетики, химической промышленности и другие. Для обеспечения безопасности таких систем применяются различные комплексные методы, что приводит к тому, что вероятность возникновения аварии на сложных системах оказывается меньше, чем на относительно простых системах. Однако последствия возникновения аварий куда более масштабны.

Дальнейшее повышение безопасности работы структурно-сложных систем возможно по четырем направлениям:

1 Повышение надежности отдельных элементов. Этот метод может дать хорошие результаты, однако повышая надежность отдельно взятого элемента раз за разом, мы упрямся в серьезное ограничение – увеличение стоимости изготовления высоконадежного изделия.

2 Создание моделей прогнозирования отказов и своевременная замена износившихся изделий. Несмотря на то, что данное направление активно развивается, многие модели до сих пор используют экспоненциальный закон распределения, что дает неточную оценку отказа и завышает надежность элементов системы.

3 Создание оценки надежности и безопасности функционирования системы. В настоящий момент данный метод активно используется, однако зачастую при составлении моделей используют показатель надежности элемента и вероятности отказа, закладываемый пользователем на этапе составления модели, и не учитывают статистические данные отказа элемента системы.

4 Действия по минимизации последствий аварии в предположении, что она произошла.

В результате мы можем видеть, что с усложнением систем требуются все более точные математические модели безотказной работы систем и модели прогнозирования отказов. Существующие методы постоянно развиваются, однако универсального метода моделирования не существует: каждый метод обладает рядом преимуществ и недостатков по сравнению с другими и может быть применен для моделирования конкретной системы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В данной научной диссертации рассматривается создание программного средства моделирования структурно-сложных систем. Приложение создано с использованием перспективной технологии автоматизированного моделирования, имеющая название «Общий логико-вероятностный метод». Названный метод применим для систем с высокой структурной сложностью для расчета показателей надежности, живучести, безопасности, эффективности и риска функционирования.

Общий логико-вероятностный метод получил высокие научные и практические результаты как в отечественной науке, так и за рубежом.

Актуальность темы исследования обусловлена следующими основными положениями:

– постоянно возрастающими потребностями практики в научном обосновании путей увеличения результативности функционирования разрабатываемых и эксплуатируемых сложных системных объектов различного назначения;

– сложностью и большой размерностью современных систем, и, как следствие, невозможностью применения ручных методик математического моделирования.

Главной практической *целью* диссертации является создание программного средства структурно-логического моделирования сложных систем логико-вероятностным методом.

Для достижения поставленной цели были выдвинуты следующие *задачи*:

– обоснование выбора общего логико-вероятностного метода в качестве теоретической и методической базы разработки программного средства;

– разработка универсального графоаналитического метода (УГМ) моделирования последовательностей событий;

– разработка метода определения расчетной вероятностной модели системы в виде вероятностной функции;

– проверка корректности работы программного средства на имеющихся примерах в различных источниках.

Апробация работы осуществлена на 54-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 23-27 апреля 2018.

Научная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения.

Во первой главе выполнен сравнительный анализ существующих методов моделирования структурно-сложных систем. Были выбраны следующие методы: метод деревьев отказов, метод блок-схем и общий логико-вероятностный метод. По результатам анализа осуществлен выбор метода моделирования для реализации программного средства. Анализ показал существенное преимущество ОЛВМ по следующим положениям:

- в общем логико-вероятностном методе уже реализованы все основные возможности как метода дерева отказов, так и метода блок-схем;

- в общем логико-вероятностном методе реализована функционально полная база логических операций «И», «ИЛИ» и «НЕ»;

- ОЛВМ позволяет пользователю выбирать и применять разные подходы (прямой, обратный и их смешанные комбинации) к постановке задач моделирования структурно-сложных систем;

- в ОЛВМ реализована возможность задания не одного (как в ДО и БС), а множества различных критериев функционирования и отказа системы, что позволяет решать задачи многовариантного и многорежимного анализов систем.

Во второй главе представлено описание правил структурного представления моделей систем в виде схем функциональной целостности.

В третьей главе рассматривается содержание общего логико-вероятностного метода (ОЛВМ) и специального аппарата построения структурных моделей СФЦ, которые были реализованы в рамках данной диссертации.

ОЛВМ состоит из четырех этапов:

- первичное структурно-логическое моделирование системы;
- определение логической функции работоспособности системы;
- определение расчетной вероятностной модели системы;
- выполнение расчетов системных характеристик.

В четвертой главе описан этап проектирования и разработки программного средства, а также произведена проверка корректности работы алгоритмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации изложены результаты постановки и решения задач, связанных с разработкой программного средства моделирования структурно-сложных систем. Результаты включают в себя следующие основные положения:

1 обоснован выбор общего логико-вероятностного метода в качестве исходной базы для разработки программного средства;

2 реализован универсальный графоаналитический метод моделирования последовательностей событий;

3 реализован алгоритм определения расчетной вероятностной модели;

4 подтверждены адекватность модельного автоматизированного представления структурно-сложных систем и корректность расчетных методик оценки показателей результативности и устойчивости их функционирования.

Обоснованность и достоверность полученных в диссертации результатов обеспечена правильным применением используемых теорий и методов исследования и подтверждена:

– совпадением результатов моделирования и расчетов тестовых задач с найденными результатами;

– решением контрольных задач автоматизированного моделирования по ключевым точкам, в которых результаты заранее известны;

– непротиворечивостью результатов моделирования и расчетов физическому смыслу свойств исследуемых системных объектов.

Основные функциональные возможности разработанного программного средства:

– автоматическое построение логических функций;

– автоматическое построение вероятностных функций, обеспечивающих точный расчет показателей устойчивости, эффективности и риска исследуемых систем;

– расчет вероятности реализации заданных критериев, представляющих свойства устойчивости, эффективности и риска функционирования систем;

– расчет вероятности безотказной работы или отказа и средней наработки до отказа невосстанавливаемых систем.

В ходе выполнения тестирования программное средство показало стабильные результаты. Было установлено, что система успешно работает в стандартном режиме, а также при различных несанкционированных действиях пользователя.

Для тестирования программного средства было выполнено 20 контрольных примеров. Для всех контрольных примеров программное средство показало правильный результат с погрешностью 0.01%.

Правильность решения контрольных задач сверялось путем сопоставления:

- с аналитическими решениями задач;
- с решениями, приведенными в литературных источниках;
- с решениями, полученными с помощью уже имеющихся программных средств (Risk Spectrum).

Такое программное средство вполне способно выполнять возложенные на нее требования по вероятностному моделированию структурно-сложных систем.

Практической значимостью диссертационной работы является то, что программное средство, будучи в свободном доступе и являясь веб приложением, может быть использована студентами, магистрантами и аспирантами для выполнения лабораторных и курсовых работ.