

УДК 656(075.8)

ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ  
В РАСЧЕТАХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

Макаренко А. В., Шипилов А. П.  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

Большие потенциальные возможности для оценки эффективности функционирования СФЗ содержат в себе логико-вероятностные методы (ЛВМ). Эти методы давно применяются в отечественной практике для анализа живучести, надежности и безопасности структурно- и качественно-сложных систем. Теоретическую основу ЛВМ составляют операции над функциями булевой алгебры. При расчете надежности исследуются условия нахождения системы в работоспособном состоянии, а при анализе безопасности – условия попадания системы в опасное состояние. Целью исследования является определение степени риска, присутствующего в системе. Пусть  $y$  – логическая функция, описывающая функционирование СФЗ. Степень риска  $y(y)$  – вероятностная величина, характеризующая возможность невыполнения СФЗ своей целевой функции в рамках конкретной проектной угрозы. Структура СФЗ описывается при помощи функций алгебры логики, а количественная оценка степени риска проводится с помощью теории вероятности [1, 2].

Процедура оценки выглядит следующим образом:

1 Составляется сценарий развития опасности, представляющий собой логико-вероятностную модель функционирования СФЗ. Сценарий представляется в виде графа (типа «дерева») и содержит события трех видов: иницирующие, промежуточные, конечное. Иницирующие события описывают воздействия нарушителя на систему (преодоление периметра объекта, имитация процедуры идентификации на КПП и др.). Промежуточные события получаются путем логической комбинации двух или более событий (конъюнкция, дизъюнкция событий и др.). Конечное событие описывает определенное опасное состояние системы (например, проникновение нарушителя к цели акции раньше сил быстрого реагирования).

Составление сценария – творческая задача. От того, насколько полно будет описана схема функционирования СФЗ, учтены причинно-следственные связи между событиями, зависит достоверность результатов анализа [4, 3].

2 Составляется функция опасности системы  $y(z_1 \dots z_n)$ , ее аргументами являются инициирующие события, а значением — конечное (опасное) событие.

3 Функция опасности системы заменяется вероятностной функцией  $P\{y(z_1 \dots z_m)\}$  следующим образом:

- $z_i$  заменяется на  $P\{z_i = 1\} = R_i$  (вероятность того, что  $i$ -е инициирующее событие произойдет);

- $z_i'$  заменяется на  $P\{z_i' = 1\} = Q_i = 1 - R_i$  (вероятность того, что  $i$ -е инициирующее событие не произойдет).

4 Ищется значение вероятностной функции в предположении реализации опасного события:

$$Y(y) = P\{y(z_1 \dots z_m) = 1\} \quad (1)$$

В *логики-вероятностных методах* (ЛВМ) исходная постановка задачи и построение модели функционирования исследуемого системного объекта или процесса осуществляется структурными и аналитическими средствами математической логики, а расчет показателей свойств надежности, живучести и безопасности выполняется средствами теории вероятностей.

ЛВМ являются методологией анализа структурно-сложных систем, решения системных задач организованной сложности, оценки и анализа надежности, безопасности и риска технических систем. ЛВМ удобны для исходной формализованной постановки задач в форме структурного описания исследуемых свойств функционирования сложных и высокоразмерных систем. В ЛВМ разработаны процедуры преобразования исходных структурных моделей в искомые расчетные математические модели, что позволяет выполнить их алгоритмизацию и реализацию на ЭВМ.

Основоположником научно-технического аппарата ЛВМ и прикладных аспектов их применения, а также создателем и руководителем научной школы является профессор Рябинин И.А. [5, 6]

Недостатком этого метода является значительный объем трудоемких логических преобразований при анализе сложных сценариев (переход от функции опасного состояния к вероятностной функции). Для автоматизации расчетов

разработан и используется целый ряд компьютерных программ, в том числе Relex (США), Risk Spectrum (Швеция), «Арбитр» (ПК «АСМ») (Россия).

1 Метод дает обоснованный количественный показатель эффективности СФЗ. Можно рассматривать анализ безопасности как метод многокритериальной оптимизации.

2 С помощью данного метода можно построить модель безопасного функционирования СФЗ, определить «уязвимые места» системы и проранжировать их по степени безопасности.

3 Применение ЛВМ позволяет выявить внутреннюю структуру СФЗ, придав ей черты структурно простой или структурно сложной системы.

4 Недостатками данного метода являются трудоемкость логико-вероятностных преобразований, а также проблема достоверности вероятностей инициирующих событий.

#### Библиографический список

1 Макаренко, А. В. Логико-вероятностные методы применительно к расчетам показателей надежности автомобилей [Электронный ресурс] / А. В. Макаренко // Воронежский научно-технический вестник. – 2015. - №1(12) режим доступа: [http://vestnikvgtla.ru/index/arkhiv\\_nomerov/0-19](http://vestnikvgtla.ru/index/arkhiv_nomerov/0-19).

2 Макаренко, А. В. Анализ надежности автомобилей на основе сравнения производственных и эксплуатационных отказов [Текст] : деп. рукопись / А. В. Макаренко, С. В. Гончаров, И. Р. Насретдинов // М-во образования и науки Рос. Федерации, Фед. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Воронеж. гос. лесотехн. акад.». – Воронеж, 2012. – 22 с.

3 Макаренко, А. В. Оценка эффективности автомобиля по показателям безотказности и долговечности [Электронный ресурс] / А. В. Макаренко, А. В. Мороз // Воронежский научно-технический вестник. – 2014. - №1(7) режим доступа: [http://vestnikvgtla.ru/index/arkhiv\\_nomerov/0-19](http://vestnikvgtla.ru/index/arkhiv_nomerov/0-19).

4 Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей : Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. – М. : Наука, 2001. – 535 с.

5 Лянденбургский, В. В. Коэффициент издержек вероятностно-логического метода поиска неисправностей [Электронный ресурс] / В. В. Лянденбургский, А. И.

Проскурин, Л. А. Рыбакова // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2013. – №3.  
6 Рябинин, И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем [Текст] / И. А. Рябинин. – СПб. : Издательство Санкт-Петербургского университета, 2007. – 278 с.