

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕРЕВА ОТКАЗОВ

Д. Н. ШЕВЧЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта

Существующие подходы количественного анализа надежности систем на основании дерева отказов (ДО) в основном оперируют статической моделью ДО. При этом предполагается, что некоторые события в системе (воздействия, отказы) могут иметь место в течение некоторой наработки, а фактическое время и последовательность их наступления не учитываются. Поэтому подобный подход неприменим для анализа безотказности и безопасности функционирования систем, в которых важна последовательность отказов элементов и воздействий на систему.

Для преодоления указанного недостатка в работе предлагается более общая динамическая модель ДО. По сравнению с традиционной статической моделью ДО, где оперируют случайными событиями, которые с некоторыми вероятностями могут иметь место в течение заданной наработки системы, в динамической модели ДО предлагается оперировать случайными величинами, которые описывают время до наступления базовых, промежуточных и результирующего событий и характеризуются законами распределения. Таким образом, определив функцию распределения времени до наступления результирующего события (например, отказа системы), можно найти вероятность отказа в течение произвольной наработки, среднюю наработку до отказа и другие показатели безотказности (или безопасности функционирования) невозстанавливаемых систем. В частном случае, задаваясь фиксированным временем наработки системы, можно прийти к традиционному подходу определения вероятности безотказной (безопасной) работы.

В соответствии с предлагаемой моделью и операциями над событиями, принятыми в основном документе по анализу деревьев отказов ИЕС 1025: 1990, разработан способ определения вероятностных показателей промежуточных и результирующего событий динамического ДО. Особенностью предлагаемой модели ДО является отсутствие в ней логических символов «исключающее ИЛИ» и символов событий «ромб». Символ «исключающее ИЛИ» в модели динамического ДО тождественен использованию логического символа «ИЛИ», поскольку соответствующее событие-следствие происходит при наступлении первого из событий-причин. Символ «ромб» недостаточно разработанных событий также не может использоваться в количественном анализе надежности систем.

Функции распределения времени до наступления каждого из промежуточных событий ДО определяются последовательно, начиная от ветвей – базовых событий с заданными функциями и заканчивая корнем дерева – результирующим событием. При этом вычисления предполагается проводить в символьном виде. Сложности определения символьных значений функций распределения предлагается преодолевать благодаря использованию пакета компьютерной математики Maple v.10 и технологии доступа к ядру пакета Open Maple.

В случае невозможности символьного определения функции распределения промежуточных событий их предлагается определять графически (или таблично) с большим количеством точек дискретизации времени наработки. Такой подход требует значительно больших ресурсов оперативной памяти компьютера и дополнительного исследования способа и точности представления непрерывной функции распределения времени до наступления событий ее дискретным цифровым аналогом.

Предлагаемая модель динамического ДО, по сравнению с традиционным ДО, позволяет существенно расширить количество определяемых показателей надежности систем. А в будущем позволит учесть возможность восстановления неисправностей, что расширит класс исследуемых систем.