

Лобатый А.А., Икуас Ю.Ф., Саид Ж.М.

Белорусский национальный технический университет

Получены топологические уравнения для определения структур (состояний) подсистем сложной динамической системы. Вывод топологических уравнений основан на рассмотрении эволюции сложной системы на элементарном (бесконечно малом) интервале времени. Величина интервала выбирается таким образом, чтобы вероятность перехода подсистемы из одного состояния в другое за время данного интервала была пропорциональна интенсивности смены структуры. Уравнения для вероятностей состояний подсистем получены из обобщённого уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова с учётом поглощения и восстановления реализаций.

Изменение структуры сложной мультиструктурной системы описывается дифференциальным уравнением, компоненты которого представляют собой блочные матрицы вероятностей состояний подсистем и зависят от матриц интенсивностей смены структур, а также - от матриц смежности и инцидентности, определяющих топологию сложной системы.

Показано, что вероятности состояний подсистем зависят от нормированных потоков поглощения и восстановления реализаций, связанных между собой топологическим векторно-матричным уравнением. Следовательно, задача вероятностного анализа сложной стохастической системы сводится к определению векторов поглощения и восстановления.

При решении практических задач вероятностного анализа реальных технических систем, в том числе и при исследовании отказоустойчивости, потоком восстановления реализаций в большинстве случаев можно пренебречь. Это обусловлено тем, что вероятность возврата подсистемы в прежнее состояние (например, из неработоспособного в работоспособное) за ограниченное время выполнения системой своей задачи близка к нулю.

Результаты применения данного подхода для исследования сложных технических систем показали, что, чем выше иерархический уровень подсистемы, тем более она подвержена влиянию других подсистем, в результате которого уменьшается вероятность работоспособного (исправного) функционирования данной подсистемы. Построенные на основе полученных топологических уравнений для вероятностей состояний сложной системы алгоритмы прогнозирования технического состояния достаточно просто реализуемы при наличии соответствующей априорной информации.