

УДК 614.842.86

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВА  
СЛОЖНЫХ АСУ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

В.А.Ренев, А.А.Деревянко, П.М.Бортничук

Предложен теоретико-множественный подход  
к созданию моделей качества сложных АСУ  
пожарной охраны.

К классу сложных систем относятся системы, имеющие несколько (в общем случае множества) состояний, в каждом из которых их работоспособность характеризуется различными уровнями качества или эффективности применения.

С другой стороны, степень, или качество выполнения системой функциональных задач в каждом из состояний определяется характеристиками необходимости (потребности). Поэтому возникновение отказа сложных систем определяется, не только параметрами надежности или сохранения качества, но и количественными и качественными характеристиками потребности. Отказ для таких систем - это событие, заключающееся в том, что мгновенные значения потребности превышают фактические показатели качества.

В связи с вышесказанным для сложных систем возникает необходимость введения понятий максимально-возможного качества, определяющих функциональные возможности, максимально-достижимого качества при условии наличия отказов отдельных составных частей системы; номинально-необходимого качества, определяемого потребностью, зависящей от известной априори или прогнозируемой обстановки при функционировании систем в данное время.

Известно, что в условиях, характерных для сложных систем, исследование и оценка их характеристик на основе данных только натуральных работ и экспериментов не может привести к удовлетворительным результатам в практически приемлемые сроки и с приемлемыми экономическими затратами. Поэтому наиболее рациональным путем исследования, который должен выбираться при разработке инструмента анализа и оценки характеристик сохранения и контроля качества функционирования сложных АСУ и который позволяет производить исследования наиболее всесторонне и системно, является применение комбинированных методов, основанных на совместном использовании результатов натуральных экспериментов и моделирования.

Из трех основных подходов к созданию моделей сложных систем, которые можно выделить в настоящее время - теоретико-множественно-

го, символического (лингвистического); общеалгебраического - наиболее рациональным и приемлемым является теоретико-множественный подход.

При рассмотрении качества систем как множества, состоящего из определенных требований (характеристик), представляется возможность введения понятия частичного и полного отказа или частичной и полной потери качества сложной системы. Система может потерять по причине отказов, обусловленных параметрами безотказности или несоответствием мгновенных значений потребности фактическим показателям качества, некоторые первоначальные свойства, определяющие функциональные возможности. Тогда качество системы будет представлено только некоторым подмножеством. При этом данное подмножество может либо частично содержать основные требования к качеству при данной потребности, либо не содержать их совсем. В первом случае система имеет снижение качества, она частично отказала. Во втором - качество потеряно, система полностью отказала.

Понятие качества системы тесно связано с понятием состояния. Состояние системы можно описать с помощью конечного множества ее выходных параметров  $Y_\eta$  ( $\eta = 1, 2, \dots, r$ ), которое образует своего рода универсум состояний, т.к. в общем случае функции выходных параметров  $Y_\eta = \varphi_\eta [d_\nu, \beta_k^j]$ , где  $d_\nu$  - входные воздействия ( $\nu = 1, 2, \dots, n$ );  $\beta_k^j$  - параметры элементов ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) в различных режимах функционирования, непрерывны [1], [2].

Положение вектора выходных параметров системы  $\bar{Z}_r = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_r\}$  в пространстве состояний будет характеризовать в общем случае точечное значение эффективности функционирования системы с тем или иным качеством в зависимости от разбиения пространства на конечное число непересекающихся подпространств по уровням качества.

Формализация связей, процессов, состояний в системе может быть либо логической, либо функциональной. На современном уровне развития теории надежности и примыкающих к ней наук наиболее целесообразно является логическая формализация, как более простая и приемлемая для реализации с помощью современных математических и машинных методов. Построение же моделей исследования характеристик сохранения качества систем на функциональной основе осуществить гораздо сложнее. В этом случае необходимо располагать всеми функциональными зависимостями  $Y_\eta = \varphi_\eta [d; \beta_k^j]$  основных выходных характеристик системы от потоков входных воздействий, параметров средств (элементов) и связей между ними, что вызывает определенные затруднения.

Вектор обобщенных выходных параметров системы может быть представлен вектором булевых функций

$$f_k = \{0, 1\} \quad (1)$$

состояний составляющих систему элементов, что дает возможность использовать для исследования характеристик сохранения качества логико-статистический метод.

Это позволяет ввести преобразование вида:

$$\{\varphi_i [a_{ij}, P_k^j]\} \rightarrow \{f_k\}, \quad (2)$$

где  $\{f_k\} = A_{ci}$  -  $i$ -ый член множества возможных состояний системы при данном разбиении ее на элементы.

Задача исследования будет представлять собой, таким образом, задачу распознавания классов, состоящую в разрешении подмножеств качественных состояний с учетом вероятностей их элементов.

Для вероятностной характеристики эффективности функционирования системы с тем или иным уровнем качества при изменяющейся потребности может быть использована матрица вида:

$$\|P(A_{ci}) Q_{ji}\| \quad (3)$$

при условии  $\sum_{i=1}^n P(A_{ci}) = 1$ ,

где  $i$  - индекс состояния системы;  $j$  - индекс уровня качества;  $P(A_{ci})$  - вероятность  $i$ -го элемента множества возможных состояний системы  $M$ ;  $Q_{ji}$  - показатель эффективности (вероятность) функционирования системы с  $j$ -м уровнем качества в  $i$ -ом состоянии при данной потребности.

На основе множественного представления качества сложной системы автоматизированного управления, информации о смешанной стратегии потребности и матриц вида  $\|P(A_{ci}) Q_{ji}\|$  может быть построена игровая модель, которую можно использовать в исследовательских и экспериментальных целях при создании систем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. Комплексная оценка качества (методы и подходы). Измерения качества продукции (вопросы квалиметрии) М. Изд. стандартов, 1971.
2. Рябинин И.А. Основы теории расчета надежности судовых электро-энергетических систем и судового электрооборудования. В сб. "О надежности сложных технических систем". М. Изд. "Сов. радио", 1966.