

УДК 861.327

А.С. Выдрина (6 курс, каф. ИУС), Ю.М. Морозов, проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Одновременно с развитием средств автоматизации стало ясно, что они имеют право на существование только тогда, когда будут надежны в работе. Ненадежность средств автоматизации на первых этапах их развития приводила к серьезным последствиям. Таким образом, оценка показателей надежности является важной задачей.

Иерархическими системами (ветвящимися системами, системами с ветвящейся структурой) называют системы, состоящие из одного или нескольких центральных и группы периферийных устройств (звеньев, узлов), предназначенных для выполнения общего задания и объединенных общей целью функционирования.

Технические структуры, представимые иерархическими графами, достаточно широко используются при создании автоматизированных систем управления. На практике к подобным системам можно отнести различные системы связи, информационные системы, системы управления территориально разнесенными объектами и т.п.

Особенность иерархических систем состоит в том, что для них надежность функционирования не является исчерпывающей характеристикой. Более того, для них часто вообще нельзя определить, что такое надежность, поскольку многие состояния системы не могут быть четко отнесены к состояниям отказа или работоспособности. Это объясняется тем, что отказ одной или даже нескольких ветвей часто не приводит к отказу системы, а только к некоторому снижению качества функционирования.

Число $K(t)$ работоспособных ветвей в момент времени t является случайной величиной, изменяющейся в пределах от 0 до N и имеющей распределение

$$P_k(t) = P(K(t) = k); k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

Таким образом, вычисляется не один показатель надежности, а вектор показателей, каждый из которых соответствует порогу снижения качества. Для восстанавливаемых систем вводят функцию, определяющую вероятность того, что в момент t работоспособно не менее m ветвей. Это коэффициент готовности системы при заданном пороге m . Если R - общее число ветвей графа, то:

$$K_c(m) = P(N \geq m) = \sum_{i=m}^R P_i.$$

Для невосстанавливаемых систем определяют вероятность безотказной работы:

$$P_c(t, m) = P(T_0 \geq t) = \sum_{i=m}^R P_i(t).$$

Было реализовано программное обеспечение для расчета показателей надежности изотропных и не изотропных иерархических со следующими ограничениями: структура ветви - в рамках систем с однозначным подчинением - любая, число ветвей системы - до 600, число уровней иерархии - до 6, показатели надежности узлов и линий связи - любые. Оценивались следующие показатели надежности: зависимость вероятности работоспособности от допустимого числа отказавших ветвей - $P_0(m)$ и зависимость времени безотказного функционирования от допустимого числа отказавших ветвей - $T_0(m)$.

Расчет показателей надежности производился с помощью аппарата производящих полиномов с использованием модифицированного логико-вероятностного метода.

Далее были проведены следующие исследования:

- влияние числа уровней иерархии на показатели надежности;

- влияние распределения аппаратуры по уровням иерархии;
- оценка эффективности резервирования;
- зависимость надежности систем от неизотропности коэффициентов ветвления.

Таким образом, было успешно реализовано программное обеспечение для автоматизации процесса расчета показателей надежности изотропных и не изотропных иерархических систем. На основании результатов исследований можно сделать некоторые выводы об общих закономерностях изменения показателей надежности таких систем.

Кроме того, если на этапе проектирования некоторой технической системы ставится конкретная задача, например, сравнения нескольких вариантов и выбора лучшего с точки зрения надежности, то, используя реализованное программное обеспечение, можно провести численные расчеты и сказать, в каких случаях какой вариант предпочтительнее.