

ОЦЕНКА ПОЛНОТЫ КОНТРОЛЯ МНОГОВЕРСИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ КРАТНЫХ ДЕФЕКТАХ

д.т.н., проф. В.С. Харченко, О.В. Шурыгин

Производится детерминированная оценка полноты контроля и сравнительный анализ базовых структур дублированных информационных систем с версионно - временной избыточностью при наличии кратных дефектов программных и аппаратных средств.

Надежность и достоверность информационных систем, работоспособность которых может быть нарушена вследствие дефектов аппаратных и программных средств (АПС), обеспечивается путем введения структурной, временной и версионной избыточности. Простейшим типом таких многоверсионных информационных систем (МИС) являются системы с дублированной структурой [1].

Применение вероятностно-статистических методов их оценки не всегда рационально, так как требует учета большого числа состояний и параметров, характеризующих работу системы. Этот недостаток усугубляется при необходимости учета кратных дефектов АПС. При оценке надежности и достоверности функционирования потенциально-опасных объектов, в том числе и при кратных дефектах, находят применение детерминированные методы оценки [2].

Цель данной статьи - анализ достоверности МИС с дублированной структурой при кратных дефектах АПС на основе детерминированной оценки полноты контроля.

Варианты структур МИС. Для оценки состояния МИС и ее реконфигурации при кратных дефектах используются результаты сравнения выполнения функций первым и вторым каналами в первом $[0, \tau]$ и втором $[\tau, 2\tau]$ временных интервалах, результаты сравнения последовательного выполнения функции одним каналом в двух временных интервалах и перекрестного сравнения выполнения функций каналами в различных временных интервалах. Для удобства обозначать версии V_{ij} буквами А, Б, В, Г. Первая позиция индекса (i) версии V_{ij} указывает на номер канала, вторая (j) - на номер интервала. Тогда могут иметь место следующие основные варианты структур МИС (табл.1).

Варианты дублированных МИС

V _{ij}	Варианты структур								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V11	А	А	А	А	А	А	Б	А	А
V12	А	Б	А	Б	В	В	Б	Б	В
V21	А	А	Б	Б	А	Б	А	В	Б
V22	А	Б	Б	А	Б	В	В	А	Г

Рассмотрим на примере наиболее общего случая (вариант 9) систему $V = \{A, B, B, G\}$. Анализ моделей событий при одиночных дефектах представлен в табл.2. В этой таблице результаты сравнения выполнения функции обозначены двойной чертой при совпадении данных и одиночной - в противном случае. Во втором и третьем столбцах указаны возможные причины событий при одиночных дефектах аппаратных или программных средств. При этом дефекты программных средств (в зависимости от того, для скольких версий они являются общими) могут быть трех типов - относительными, групповыми, абсолютными [1].

Оценка полноты контроля МИС при использовании детерминированных показателей. Оценка показателей будем проводить путем сопоставления всех возможных кратных событий в системе и кратных событий, при которых отказы и сбои, обусловленные дефектами аппаратных и программных средств, обнаруживаются. Под кратным событием, происходящим в системе при выполнении версии V_{ij} на интервале $[0, \tau]$, будем понимать: сбой, устойчивые отказы аппаратных средств, а также дефекты программных средств, проявляющиеся в момент времени $t_1 \in 0, \tau$, $t_2 \in 0, \tau$ в различных каналах.

Оценка полноты контроля осуществляется по формуле:

$$I = M_0 / M;$$

где: M - число возможных событий в системе; M_0 - число обнаруживаемых событий.

Анализ вариантов структур МИС (табл.1) показывает, что наилучшей является структура $\{A, B; B, A\}$ при трехверсионном выполнении функций. При двухверсионном выполнении функций предпочтительной является структура $\{A, B; B, A\}$. Лучшие структуры были выбраны по рассчитанным детерминированным показателям при одиночных дефектах.

Расчеты полноты контроля проводились при следующих условиях и допущениях: кратное событие за время анализа происходит одно, при совпадении результатов повтор не производится, кратное событие не-

возможно в одном канале, средства сравнения абсолютно надежны. Величина M для структур 1 - 9 имеет следующие значения: 5; 10; 7; 11; 12; 14; 12; 14; 20.

На рис.1 приведены результаты оценки полноты контроля при одиночных (l_o) и кратных (l_k) дефектах четырех выбранных дублированных структур. Случаю кратных дефектов соответствуют столбцы более плотной штриховки.

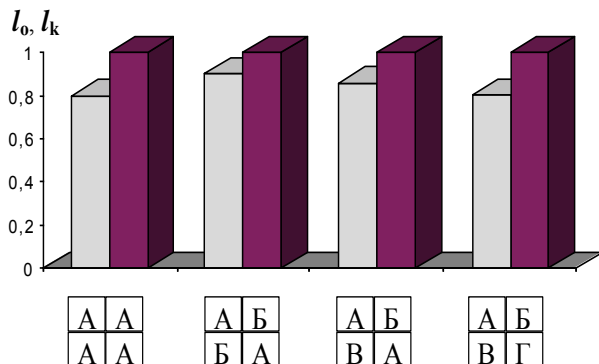


Рис. 1 - Диаграмма полноты контроля при одиночных и кратных дефектах

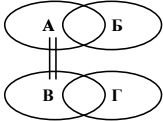
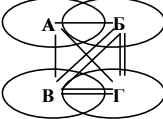
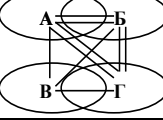
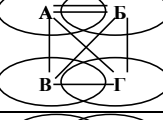
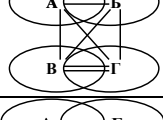
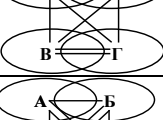
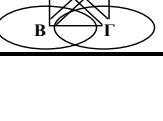
Анализ результатов. Оценку полноты контроля и других характеристик МИС рассматриваемого класса целесообразно проводить на основе предложенной модели событий, которые различаются в зависимости от типов дефектов и результатов сравнения выполнения функций (табл.2).

При одиночных дефектах с увеличением числа версий растет число возможных событий в системе. Однако, полнота контроля увеличивается только при переходе к двух- и трехверсионным структурам. Для четырехверсионных структур она уменьшается из-за опережения роста числа возможных событий по отношению к обнаруживаемым событиям.

При кратных дефектах полнота контроля во всех выбранных структурах максимальна. Это обусловлено тем, что разные дефекты программных и аппаратных средств каналов приводят к различным результатам выполнения функций.

Предложенный подход применяется для оценки достоверности и надежности более сложных структур с учетом множества возможных дефектов.

Анализ моделей событий

Модель события	Одиночные дефекты аппаратных средств	Одиночные дефекты программных средств
	нет	нет или проявления абсолютно-го дефекта А, Б, В, Г или проявления группового дефекта А, В, Г или В, А, Б или А, В
	отказ или сбой А	проявление относительного дефекта А или группового дефекта В, Г, Б
	отказ или сбой В	проявление относительного дефекта В или группового дефекта А, Б, Г
	отказ или сбой совместных средств В, Г	нет
	отказ или сбой совместных средств А,Б	нет
	нет	проявление группового дефекта А, Б или В, Г
	нет	проявление группового дефекта А, Г или В, Б

ЛИТЕРАТУРА

1. Харченко В.С., Ильина О.В. Выбор архитектур дефектоустойчивых вычислительных систем с последовательно-параллельным выполнением задач // Электронное моделирование. -1998. - №2. - С. 77 - 90.
2. Волик Б.Г. О концепциях техногенной безопасности // Автоматика и телемеханика. 1998. - № 2. – С. 165 – 170.