ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Տեխնիկական գիտութ. սերիա XXXVI, № 1, 1983 Серия технических наук

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

М. А. КАРАПЕТЯН

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В КВАЗИОДНОРОДНЫХ СТРУКТУРАХ

Вопросам технической диагностики радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и вычислительных структур (ВС) посвящено достаточно большое количество работ, где предложены либо логические, либо тестовые и программные методы контроля [1, 2]. В [3, 4] предложен подход, позволяющий оптимизировать процедуру поиска и локализации неисправностей РЭА и ВС, отнесенных к классу однородных регулярных структур (ОРС). Несмотря на это, арсенал методов формализации и моделирования, описывающих процессы технической диагностики, еще не охватывают все разнообразие и специфику решаемых при этом задач. Например, не всегда учитываются конструктивные и структурные особенности РЭА или ВС. Целью настоящей работы является построение модели проверки и разработка методики контроля неисправностей РЭА и ВС, отнесенных к классу квазиоднородных регулярных структур (КОРС), исходя из их структурно-конструктивных особенностей.

Состояние элементов (работоспособное, неработоспособное) (КОРС) характеризуется в виде совокупности нижеприведенных определений и формализованного описания.

Определения и формализованная классификация фрагмента (модуля) РЭА (ВС) и состояние элементов в данной работе построены на основе математической теории частично упорядоченных систем, теории технической диагностики [1] и модели контроля ОРС, которая разработана, исходя из «обобщенного принципа местного влияния» [4, 5].

Определение 1. Элемент m_i фрагмента КОРС находится в бинарной связи Б с элементом m_j из множества элементов М данного фрагмента, если $(m_i, m_j) \in Б$, $Б \subset M$, $m_i \in M$, $m_j \in M$.

Бинарная связь Б может быть задана в виде окрестности единичного радиуса O_{m_i} (O_{m_j}), как множество элементов m_j, $j = \overline{1, n}$ $\{m_j\} \in M$ таких, что $(m_i, \{m_j\}) \in Б$.

Определение 2. Границей действия окрестности единичного радиуса O_{m_i} элемента m_i назовем минимальное значение приращения $\Delta(F_{m_j})$ определяющего параметра F_{m_j}, которое вносит в суммарное значение параметра $\sum F_{m_i}$ в точке размещения элемента m_i и определяется метрологической надежностью системой контроля параметра F.

Определение 3. Характерным элементом из множества M на очередном шаге алгоритма поиска и локализации неисправностей КОРС назовем элемент m_{xl}, $m_{xl} \in M$. Измеренное значение определяющего параметра $F^{(и)}_{m_{xl}}$ позволяет оценить состояние наибольшего количества элементов множества $\{m_j\}_{m_{xl}}$ окрестности единичного радиуса из подмножества $M_н$ непроверенных элементов m_q множества M, $m_q \in M_н$, $M_н \subset M$.

Определение 4. Порядком квазиоднородности фрагмента РЭА (ВС) назовем характеристику L, определяемую как множество окрестностей единичного радиуса $O_{m_{xl}}$ $l = \overline{1, L}$, которые взяты для всех характерных элементов m_{xl} множества M.

При известных бинарных связях Б параметр L определяется как фактор-множество $M/Б$ множества M по отношению Б:

$$m_{x_1} \ldots m_{x_l} \ldots m_{x_L};$$

$$\{m_j\}_1 \ldots \{m_j\}_l \ldots \{m_j\}_L .$$

Фактор-множество $L\,(M/Б)$ для фрагмента КОРС представим в виде двухстрочной матрицы, в первой строке которой перечислены характерные элементы m_{xl} множества M, а во второй — окрестности $O_{m_{xl}} = \{m_j\}_l$.

Вырожденным характерным элементом m_{xl} назовем элемент $\overline{m}_{xl}$, окрестность единичного радиуса которого является пустым множеством по определяющему параметру F:

$$O_{\overline{m}_{xl}} = \{m_j\}_{\overline{m}_{xl}} = \varnothing,$$

где $\varnothing$ — символ пустого множества.

Определение 5. Состояние любого функционального элемента фрагмента КОРС, исходя из «принципа однозначности» [5], должен оцениваться единственным обобщенным показателем F.

Для каждого элемента m_i КОРС (априорно или апостериорно) известны номинальное (эталонное) значение обобщенного определяющего параметра $F^{(э)}_{m_i}$, а также способ измерения этого параметра.

Обобщенный показатель F по существу может являться обобщенным n-мерным вектором, компонентами которого являются значения n определяющих функций F_f, $f = \overline{1, n}$.

Одновременно состояние КОРС характеризуют векторы входных $X = \{x_i\}$, $i = \overline{1, m}$ и внутренних параметров $Y = \{y_j\}$, $j = \overline{1, k}$.

Определение 6. Элементы m_i могут находиться в трех взаимоисключающих и различных состояниях S_i (работоспособное, отказовое, предотказовое). Отказовое и предотказовое состояния элемента m_i обозначим символом $\bar{S}_i$, причем $S_i \in S$, $\bar{S}_i \subset S$.

Элемент m_i считается неисправным, либо частично неисправным, $m_i \in \bar{S}_i$ (состояние $\bar{S}_i$), если при номинальных исходных данных значение обобщенного контролируемого параметра отличается от номинального (эталонного) значения для данного элемента на величину $\delta(F_{m_i}) > \delta(F_{m_i})_{доп}$.

В соответствии с этим предотказовое состояние элемента m_i соответствует значению $\delta(F_{m_i})$, равному допустимому отклонению $\delta(F_{m_i})_{доп}$ параметра F_{m_i}, при котором элемент m_i находится еще в работоспособном состоянии.

В соответствии с вышеприведенной формализацией работоспособное состояние КОРС характеризуется вектором определяющего параметра $F = \{F_i\}$ допусковой области Д (F), нахождение которого в пределах $F \in Д(F)$ соответствует модели исправного состояния КОРС. Тогда на основании [1] модель неисправного состояния КОРС можно представить в виде следующей записи:

$$F^{\bar{S}_i} \bar{\in} Д(F) = \varphi^{\bar{S}_i}(X, Y_3, t, L(M/Б), \{m_{кq}\}, O_r, M).$$

Символическая запись φ является моделью $\bar{S}_i$-неисправного состояния КОРС. Поскольку состояние элементов КОРС есть функция времени, то в записи φ введен параметр времени t.

При использовании такой модели состояния элементов КОРС процедуру контроля можно построить с учетом особенностей структуры контролируемого фрагмента КОРС. Тогда задачу оптимизации диагностики КОРС можно сформулировать следующим образом.

В качестве исходных данных заданы:

— множество состояний КОРС $S = \{S_i\}$. Неработоспособные состояния $\bar{S}_i$ разбиты на классы неисправностей $\bar{S}_q \subset \bar{S}_i$ по группам одиночных и кратных отказов на основе значений функций погрешности $\delta(F_{m_{кl}})$ в характерной точке $m_{кl}$;

— каждая группа отказовых состояний $\bar{S}_q$ в свою очередь классифицирована по погрешности $\delta(F_{m_j})$ для каждого элемента множества $\{m_j\}$, входящего в окружность единичного радиуса $O_{m_{кl}}$, либо по суммарному значению кратных отказов элементов m_j

$$\delta_\Sigma = \sum_{j=1}^{n} \delta(F_{m_j}),$$

где n — кратность ошибок (отказов элементов);

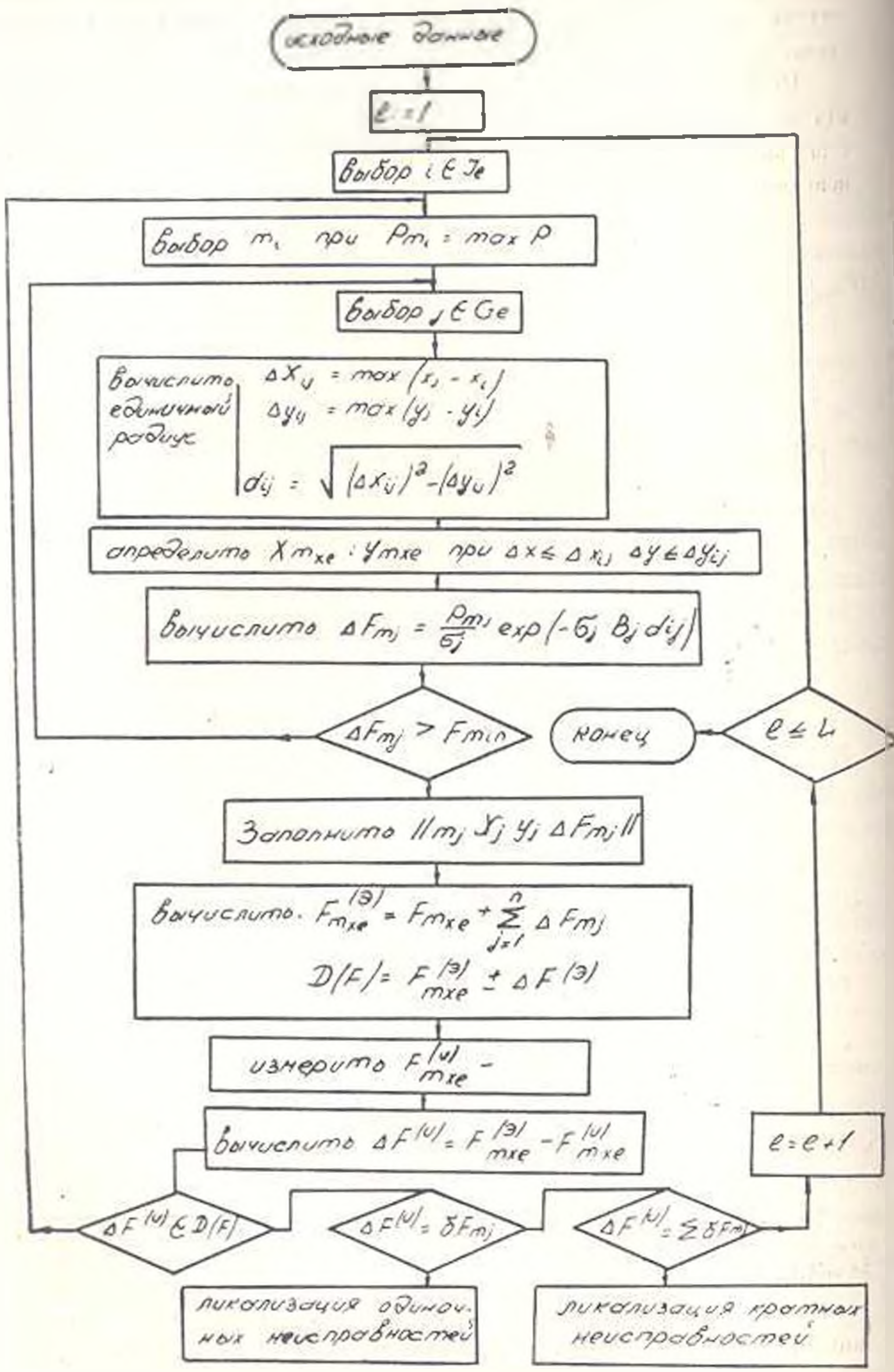
исходные данные
l=1
Выбор i ∈ Jl
выбор m при Pm = max P
Выбор j ∈ Gl
Вычислить единичный радиус
ΔXij = max (xj - xi)
Δyij = max (yj - yi)
dij = √((ΔXij)² - (Δyij)²)
определить Xmxl ; Ymxl при ΔX ≤ ΔXij ΔY ≤ ΔYij
Вычислить ΔFmj = Pmj/бj exp(-бj Bj dij)
ΔFmj > Fmin
конец
l ≤ L
Запомнить ||mj Xj Yj ΔFmj||
Вычислить. F(э)mxl = Fmxl + Σ ΔFmj
D(F) = F(э)mxl ± ΔF(э)
измерить F(и)mxl
Вычислить ΔF(и) = F(э)mxl - F(и)mxl
l = l+1
ΔF(и) ∈ D(F)
ΔF(и) = δFmj
ΔF(и) = Σ δFmj
ликализация одиночных неисправностей
ликализация кратных неисправностей

Рис. 1.

— множество алгоритмов $A = \{A_i\}$ таково, что каждое подмножество алгоритмов $A_k = \{A_i\} \subset A$ охватывает некую группу неработоспособных состояний КОРС.

Необходимо выбрать такой алгоритм-диспетчер и набор алгоритмов из подмножеств A_k, чтобы минимизировать затраты некоторого $C(a)$ вида на выполнение i-го алгоритма контроля и локализации неисправностей КОРС.

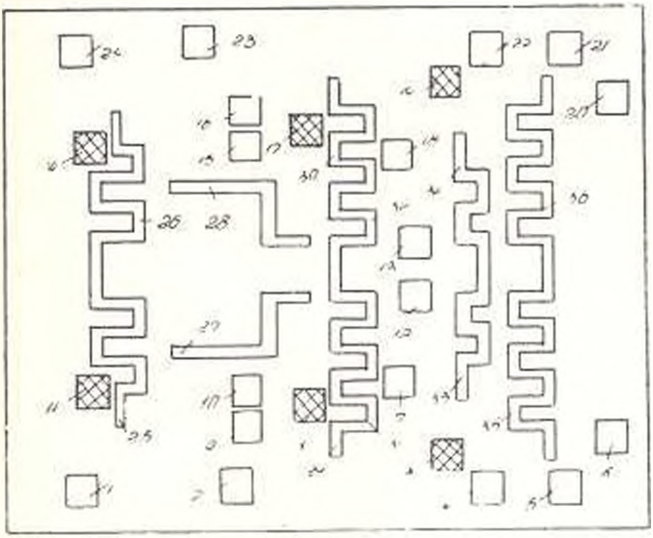

Рис. 2

Изложенное реализуется как многоуровневая иерархическая задача оптимизации, состоящая из следующих этапов:

на первом этапе осуществляется поиск характерного элемента m_{xi}, на втором — поиск окрестности единичного радиуса $O_{m_{xi}}$, на третьем — классификация неисправностей по значениям функции ξ_i, а на четвертом — поиск и локализация одиночных (кратных) неисправностей в окрестности $O_{m_{xi}}$ с помощью алгоритмов подмножества A_k.

На рис. 1 приведена блок-схема алгоритма диагностирования КОРС, которая является базовым алгоритмом в иерархической системе алгоритмов поиска и локализации одиночных и кратных неисправностей.

Проверка предложенной модели проводилась для КОРС, состоящей из двух одинаковых диодно-транзисторных схем с общим числом элементов, равным 36.

На рис. 2 приведен эскиз топологии указанной КОРС, а в таблице представлены значения функций E_{n_i} и $\delta F(n_i)$ для трех характерных элементов (элементы № 3, 8, 11), моделирование которых позволяет судить о состоянии элементов одной схемы.

Укажем, что приведенный пример иллюстрирует возможности предложенной модели, но не раскрывает разнообразия возможных вариантов проявления одиночных и кратных отказов.

Таблица

Результаты моделирования значений F_{m_i}, $\Delta F(m_i)$ в КОРС

№№	1	2	3	7	8	9	10	11	25	27	29	31	33	35
1	4.2								0,65	0,5				0
2		0,6												
3			0,65	0,3						0,8	0,12	0,21	1,2	0,18
4				0,65										
8	0,11	0,12			0,8	0,1	0,3			1,5	0,18	0,13	0,3	
9						0,65								
10							0,75							
11	0,69							0,6	0,8					
25									1,3					
27										2.8				
29											0,35			
31												0,35		
33													1,8	
35														0,8

Вышеприведенная модель диагностики неисправностей КОРС представляет единую иерархическую систему со строго регламентированной структурой алгоритмов поиска и локализации неисправностей, которая позволяет сократить время поиска неисправностей, примерно, на один порядок по сравнению с способом измерения параметра F по всем элементам КОРС.

ЕрПИ им. К. Маркса 12. III. 1982

Մ. Ա. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԱՆՍԱՐՔՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԽՏՈՐՈՇՄԱՆ ՕՊՏԻՄԻԶԱՑՄԱՆ ՄՈԴԵԼԸ ԿԵՂԾ ՀԱՄԱՍԵՌ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Կեղծ համասեռ կառուցվածքների ախտորոշման պրոցեսը դիտարկվում է կառուցվածքային տեսանկյունից։ Որպես հետազոտման օբյեկտ ընտրված են ռադիո-և հաշվիչ սարքերը։ Բերված են հիմնական հասկացությունները և սահմանումները, որոնք բնորոշ են նշված օբյեկտների համար։ Ախտորոշման օպտիմիզացման հիմքում ընկած է «տեղական ազդեցության» սկզբունքը և ընդհանրացված պարամետրի սխալի ֆունկցիան։

Առաջարկված է օպերատորային հավասարման տեսքով լուծման ալգորիթմ։

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы технической диагностики /Под ред. П. П. Пархоменко.—М.: Энергия, 1976, кн. I — 463 с.
2. *Биргер А. Г.* Использование отношения пособия между неисправностями при построении проверяющих текстов цифровых устройств.— Автоматика и телемеханика, 1977, № 9, с. 150—157.
3. *Карапетян Л. М., Оганесян С. Х.* Оптимизация задач технической диагностики однородных регулярных структур.— Изв. АН АрмССР (сер. ТН), 1981, т. XXXIV, № 3, с. 47—50.
4. *Оганесян С. Х.* Организация оптимального поиска неисправностей в ТЭЗ РЭА.— Промышленность Армении, 1981, № 8, с. 27—29.
5. *Карапетян Л. М.* Выбор постулатов и обобщение «принципа местного влияния» в теории конструирования однородных вычислительных структур.— В сб. МВС, Таганрог, 1979, вып. I (X), с. 4—6.