

УДК 621.382

UDC 621.382

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГРАММЫ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКАХ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

CONSTRUCTION OF THE SEARCH DISREPAIR PROGRAMM IN ELECTRONIC BLOCKS OF CALCULATE TECHNIQUE MEANS WITH USING OF THE HIERARCHIES ANALYSIS METHOD

Петриченко Григорий Семенович
к.т.н., доцент

Petrichenko Gregory Semyonovich
Cand.Tech.Sci., associate professor

Нарьжная Наталья Юрьевна
к.т.н.

Naryzhnaya Nataly Yurievna
Cand.Tech.Sci.

Срур Мохаммад Юсеф
Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

Sruhr Mohammad Yusef
Kuban State University of Technology, Krasnodar, Russia

В статье предлагаются критерии выбора электронных блоков средств вычислительной техники, требующих повышенного внимания с точки зрения их диагностики и прогноза их технического состояния, приведен пример использования метода анализа иерархий для их определения

Criteria of the choice of electronic blocks of calculate technique means, that require special (higher) attention in point of view of their diagnostic and technical state prognosing, are offered in this article; an example of using of the hierarchies analysis method to determine such elements is considered

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК, ВЫБОР, ОПТИМИЗАЦИЯ, ПРИОРИТЕТНОСТЬ, ОЦЕНКА

Keywords: ELECTRONIC BLOCK, CHOICE, OPTIMIZATION, IMPORTANCE, ESTIMATION

Во многих организациях необходимо регулярно решать вопрос диагностики, контроля и прогнозирования технического состояния их вычислительной техники. Эта задача может быть сведена к определению и дальнейшему контролю тех элементов (цифровых блоков средств вычислительной техники), которые более всего подвержены выходу из строя и в связи с этим требуют повышенного внимания. Как следствие результат решения данной задачи приводит не только к повышению работоспособности вычислительной техники организации, но и сокращает время и финансы на контроль, диагностику и прогноз технического состояния, как цифровых блоков, так и вычислительной техники в целом.

Для электронных блоков, в которых функциональные элементы соединены произвольно и имеют различные критерии состояний $K(S_i)$, а также различные стоимости контроля параметров, при построении схемы поиска можно применить способ «время – $K(S_i)$ ».

Наиболее важной характеристикой автоматизированных систем контроля является оценка среднего времени осуществления контроля всего объекта, находящегося под наблюдением. Это время зависит не только от внутренних качеств и характера контролируемого оборудования, но и вида контроля, который обуславливает количество параметров и точность, с которой их следует измерять.

Среднее время контроля \overline{T}_k электронного оборудования средств вычислительной техники можно представить выражением:

$$\overline{T}_k = \overline{T}_{но} + \overline{T}_{ки} + \overline{T}_{ар}$$

где $\overline{T}_{но}$ – среднее время, необходимое для выполнения подготовительных операций;

$\overline{T}_{ки}$ – среднее время контроля и поиска неисправностей;

$\overline{T}_{ар}$ – среднее время анализа результатов контроля.

Среднее время $\overline{T}_{но}$ зависит от физических свойств основных элементов системы и от способов подключения к объектам контроля.

Показатель $\overline{T}_{ки}$ определяется скоростью передачи и переработки информации, а также сложностью контролируемой системы и совершенством алгоритма поиска мест повреждений.

Поиск мест неисправностей требует контроля вспомогательных параметров, т.е. дополнительных затрат времени, которые в общем случае являются величиной случайной. Поэтому величину $\overline{T}_{ки}$ можно представить в виде следующих слагаемых:

$$\overline{T}_{ки} = \overline{T}_{ко} + \overline{T}_{ин}$$

где $\overline{T}_{ко}$ – время контроля определяющих параметров – считается величиной постоянной и зависит от разработанного алгоритма контроля для определенного типа электронного оборудования;

$\overline{T}_{ин}$ – время поиска неисправностей – величина случайная.

Таким образом, рассматривается задача минимизации $\overline{T_{кр}}$ за счет разработки более совершенного алгоритма контроля и поиска неисправностей.

Проследим действие алгоритма поиска неисправностей на примере нахождения неисправностей в жидкокристаллическом (ЖК) мониторе с использованием метода анализа иерархий.

При проектировании ЖК мониторов необходимо разработать эксплуатационную документацию и документацию по ремонту устройства в случае его неисправности. Перечни характерных неисправностей и их проявления содержатся также в таких документах, как технологические указания по выполнению регламентных работ и т.п.

В качестве типичных неисправностей и поломок ЖК мониторов можно выделить: неисправность блока питания монитора (происходит в результате скачков напряжения в электросети пользователя и некачественного электропитания монитора); выход из строя платы формирования и обработки видеосигнала монитора (в основном происходит из-за старения элементов и нарушения температурного режима эксплуатации); нарушение цветопередачи и искажения изображения на экране; сбой в работе процессора монитора; выход из строя ламп подсветки и DC-AC инвертора (изображение на мониторе становится еле заметным, данная неисправность характерна для LCD мониторов); механические повреждения мониторов (попадание внутрь оборудования воды или прочих жидкостей и посторонних предметов, что может повлечь разного рода неисправности вплоть до полной поломки оборудования). Структурная схема устройства объекта контроля ЖК монитора включает восемь составляющих элементов (рис. 1): 1 – блок питания, 2 – инвертор, 3 – CCFL-подсветка, 4 – TFT-LCD матрица, 5 – видеоадаптер, 6 блок обработки видеоизображения, 7 – драйвер ЖК матрицы, 8 – плата истоков и затворов.

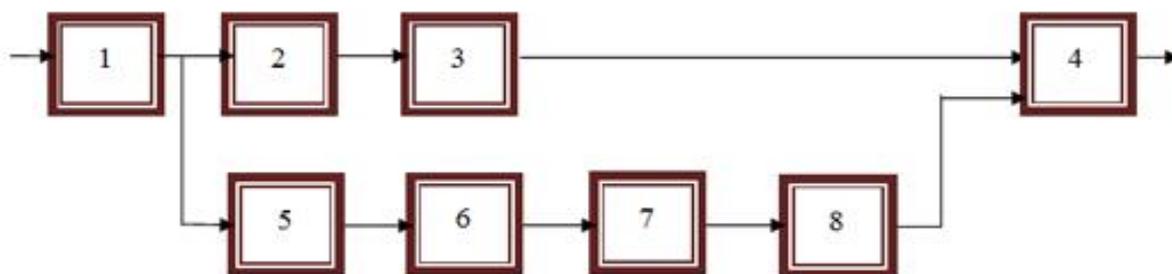


Рисунок 1 – Структурная схема ЖК монитора

Исходной информацией для применения данного способа будет являться модель объекта контроля, вектор глобальных приоритетов, рассчитанный с помощью метода анализа иерархий [1], и время контроля t_i параметра z_i функционального элемента.

После операции контроля работоспособности и принятия решения о неисправности объекта контроля начинается поиск неисправных элементов путем их последовательной проверки.

Для определения неисправного элемента по значениям глобальных приоритетов выбирают набор z_i до заданной глубины поиска. Последовательность контроля выходных параметров функциональных элементов устанавливается в порядке уменьшения величины $\frac{K(S_i)}{t_i}$:

$$\frac{K(S_1)}{t_1} > \frac{K(S_2)}{t_2} > \dots > \frac{K(S_N)}{t_N}$$

Программа, построенная по такому принципу, обладает минимальным средним временем поиска любого неисправного элемента для данной функциональной модели объекта контроля.

Для определения итоговой схемы поиска неисправного в ЖК мониторе элемента выявим приоритетность элементов в его структурной схеме с точки зрения различных критериев.

Суть метода анализа иерархий (МАИ) заключается в том, что сначала определяется перечень критериев выбора и их приоритет, т.е. важность, каждого из этих критериев, а затем эксперты, участвующие в выборе,

указывают для каждого из предложенных вариантов оценки по каждому критерию. В итоге сравнивают интегральные оценки каждого из вариантов, полученные с учетом оценок по всем критериям.

Построение иерархии осуществляется с вершины – цели анализа, через промежуточные уровни (критерии, по которым производится сравнение вариантов) к нижнему уровню (который является перечислением альтернатив).

Далее строится множество матриц парных сравнений для каждого из нижних уровней – по одной матрице для каждого элемента, примыкающего сверху уровня. Этот элемент называется направляемым по отношению к элементу, находящемуся на нижнем уровне. Элементы любого уровня сравниваются друг с другом относительно их воздействия на направляемый элемент. Таким образом, получают квадратную матрицу суждений.

Парные сравнения проводятся в терминах доминирования одного из элементов над другим. Результаты сравнений выражаются в целых числах в соответствии со шкалой относительной важности (табл.1). В любой матрице сравнивается относительная важность левых элементов с элементами наверху. Поэтому если элемент слева доминирует над элементом наверху, то в клетку заносится положительное целое (от 1 до 9), в противном случае – обратное число (дробь). Симметричные клетки матрицы автоматически заполняются обратными величинами. Относительная важность любого элемента, сравниваемого с самим собой, равна 1. Таким образом, для получения каждой матрицы потребуется $n(n-1)/2$ суждений.

Таблица 1 – Степени предпочтения при сравнении объектов
ЖК монитора

Интенсивность относительной важности	Определение
1	Равные по значимости объекты
3	Слабое преобладание объекта
5	Существенная значимость объекта
7	Сильная значимость объекта
9	Очень сильная значимость объекта

После проведения всех парных сравнений и ввода данных для каждой матрицы сначала формируют набор (вектор) локальных приоритетов, которые выражают относительное влияние множества элементов на элемент примыкающего сверху уровня, а затем проверяют их согласованность. Для получения оценки вектора приоритетов, необходимо сначала вычислить компоненты собственного вектора по строкам матрицы, процедура определения которого состоит из перемножения n элементов в строке матрицы и извлечения n -й степени из перемноженных элементов (т.е. геометрической средней по строкам матрицы).

Полученный таким образом столбец чисел нормализуется делением каждого числа на сумму собственных векторов. Нормализованный столбец чисел и будет являться вектором приоритетов. Согласованность локальных приоритетов проверяют путем вычисления индекса согласованности (ИС) и отношения согласованности (ОС):

$$ИС = (I_{\max} - n) / (n - 1),$$

где n – число сравниваемых элементов;

I_{\max} – наибольшее собственное значение рассматриваемой матрицы суждений.

Отношение согласованности (ОС) получаем путем деления значения ИС на число, соответствующее случайной согласованности матрицы того же порядка (табл. 2).

Таблица 2 – Значения случайной согласованности матрицы

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Приемлемое значение ОС должно быть порядка 10% или менее. В некоторых случаях допускается 20%, но не более. Если ОС выходит за эти пределы, то необходимо вновь исследовать задачу и проверить все суждения.

Определим критерии выбора объектов повышенного внимания в ЖК мониторе следующим образом:

λ_o – интенсивность отказов;

T_b – среднее время восстановления;

$T_{бр}$ – среднее время безотказной работы;

T_o – среднее время наработки на отказ.

Сформируем матрицу парных сравнений по приведенным критериям.

Таблица 3 – Матрица парных сравнений второго уровня (отношения и согласованность приоритетов по критериям)

Критерии	$T_{бр}$	T_b	λ_o	T_o	Вектор приоритетов
$T_{бр}$	1	1/4	1/6	1/2	0,064
T_b	4	1	1/7	3	0,193
λ_o	6	7	1	5	0,641
T_o	2	1/3	1/5	1	0,102
$\lambda_{max}=4,422$	ИС=0,141		ОС=0,156		

Из таблицы 3 видно, что критерии λ_o и T_b воспринимаются экспертной группой как наиболее важные критерии при определении элементов сети, требующих повышенного внимания и контроля.

Построим множество матриц парных сравнений для каждого из нижних уровней – по одной матрице для каждого элемента примыкающего сверху уровня по технологии МАИ.

Таблица 4 – Матрица парных сравнений третьего уровня (отношения и согласованность приоритетов по элементам ЖК монитора ($K(S_i)$) с точки зрения каждого критерия)

λ_0	$K(S_1)$	$K(S_2)$	$K(S_3)$	$K(S_4)$	$K(S_5)$	$K(S_6)$	$K(S_7)$	$K(S_8)$	Вектор приоритетов
$K(S_1)$	1	0,3333	7	5	3	9	8	7	0,2658
$K(S_2)$	3	1	9	7	5	9	8	8	0,4081
$K(S_3)$	0,1429	0,1111	1	3	5	0,3333	0,5	0,5	0,0480
$K(S_4)$	0,2	0,1429	0,3333	1	3	0,25	0,3333	0,3333	0,0321
$K(S_5)$	0,3333	0,2	0,2	0,3333	1	0,2	0,25	0,25	0,0230
$K(S_6)$	0,1111	0,1111	3	4	5	1	3	4	0,1029
$K(S_7)$	0,125	0,125	2	3	4	0,3333	1	2	0,0658
$K(S_8)$	0,1429	0,125	2	3	4	0,25	0,5	1	0,0543
$\lambda_{max}=9,1586$				ИС=0,1655				ОС=0,1174	
T_B	$K(S_1)$	$K(S_2)$	$K(S_3)$	$K(S_4)$	$K(S_5)$	$K(S_6)$	$K(S_7)$	$K(S_8)$	Вектор приоритетов
$K(S_1)$	1	0,5	3	4	4	5	5	7	0,2628
$K(S_2)$	2	1	3	4	4	5	5	7	0,3125
$K(S_3)$	0,3333	0,3333	1	0,5	0,2	0,3333	0,25	0,3333	0,0337
$K(S_4)$	0,25	0,25	2	1	0,5	5	3	3	0,1054
$K(S_5)$	0,25	0,25	5	2	1	2	2	3	0,1192
$K(S_6)$	0,2	0,2	3	0,2	0,5	1	2	3	0,0667
$K(S_7)$	0,2	0,2	4	0,3333	0,5	0,5	1	3	0,0619
$K(S_8)$	0,1429	0,1429	3	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	1	0,0377
$\lambda_{max}=8,4362$				ИС=0,0623				ОС=0,0442	
T_{op}	$K(S_1)$	$K(S_2)$	$K(S_3)$	$K(S_4)$	$K(S_5)$	$K(S_6)$	$K(S_7)$	$K(S_8)$	Вектор приоритетов
$K(S_1)$	1	3	0,143	0,2	0,3333	0,1111	0,125	0,1429	0,0259
$K(S_2)$	0,3333	1	0,111	0,1429	0,2	0,1111	0,125	0,125	0,0169
$K(S_3)$	7	9	1	0,3333	0,2	3	2	2	0,1438
$K(S_4)$	5	7	3	1	0,3333	4	3	3	0,2150
$K(S_5)$	3	5	5	3	1	5	4	4	0,2997
$K(S_6)$	9	9	0,333	0,25	0,2	1	0,3333	0,25	0,0670
$K(S_7)$	8	8	0,5	0,3333	0,25	3	1	0,5	0,1047
$K(S_8)$	7	8	0,5	0,3333	0,25	4	2	1	0,1270
$\lambda_{max}=8,7938$				ИС=0,1134				ОС=0,0804	
T_0	$K(S_1)$	$K(S_2)$	$K(S_3)$	$K(S_4)$	$K(S_5)$	$K(S_6)$	$K(S_7)$	$K(S_8)$	Вектор приоритетов
$K(S_1)$	1	0,5	0,3333	0,25	0,25	0,2	0,1667	0,1429	0,0275
$K(S_2)$	2	1	0,3333	0,25	0,25	0,2	0,1667	0,1429	0,0327
$K(S_3)$	3	3	1	0,2	0,3333	0,3333	0,1667	0,1429	0,0487
$K(S_4)$	4	4	5	1	5	3	2	2	0,2739
$K(S_5)$	4	4	3	0,2	1	2	2	2	0,1633

$K(S_6)$	5	5	3	0,3333	0,5	1	3	4	0,1776
$K(S_7)$	6	6	6	0,5	0,5	0,3333	1	2	0,1486
$K(S_8)$	7	7	7	0,5	0,5	0,25	0,5	1	0,1277
$\lambda_{max}=8,2995$				ИС=0,0428				ОС=0,0303	

Применим принцип синтеза для выявления глобальных приоритетов. Приоритеты синтезируются, начиная со второго уровня вниз. Локальные приоритеты перемножаются на приоритет соответствующего критерия на вышестоящем уровне и суммируются по каждому элементу в соответствии с критериями, на которые воздействует этот элемент. Альтернатива с наибольшим значением глобального приоритета является предпочтительной для лица, принимающего решение. Результаты расчетов сведем в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет вектора глобальных приоритетов

Элементы ЖК монитора	λ_o	T_v	$T_{бр}$	T_o	Значения глобальных приоритетов
	0,0640	0,1928	0,6414	0,1018	
$K(S_1)$	0,2658	0,2628	0,0259	0,0275	0,0871
$K(S_2)$	0,4081	0,3125	0,0169	0,0327	0,1005
$K(S_3)$	0,0480	0,0337	0,1438	0,0487	0,1067
$K(S_4)$	0,0321	0,1054	0,2150	0,2739	0,1881
$K(S_5)$	0,0230	0,1192	0,2997	0,1633	0,2333
$K(S_6)$	0,1029	0,0667	0,0670	0,1776	0,0805
$K(S_7)$	0,0658	0,0619	0,1047	0,1486	0,0985
$K(S_8)$	0,0543	0,0377	0,1270	0,1277	0,1052

Таким образом, получаем следующие критерии внимания: $K(S_1)=0,0871$, $K(S_2)=0,1005$, $K(S_3)=0,1067$, $K(S_4)=0,1881$, $K(S_5)=0,2333$, $K(S_6)=0,0805$, $K(S_7)=0,0985$, $K(S_8)=0,1052$.

Если известно время контроля всех составляющих элементов ЖК монитора, то вычислив отношение критериев внимания к длительности контроля соответствующего элемента, получим алгоритм последовательной проверки этих элементов с целью поиска неисправностей объекта контроля в целом.

Предположим, время контроля первого элемента системы $t_1=1$ мин, $t_2=1,5$ мин, $t_3=2$ мин, $t_4=2$ мин, $t_5=1,5$ мин, $t_6=2$ мин, $t_7=2,5$ мин, $t_8=3$ мин.

Вычислим отношения $z_i = \frac{K(S_i)}{t_i}$: $z_1 = 0,0871$, $z_2 = 0,067$, $z_3 = 0,0534$, $z_4 = 0,094$, $z_5 = 0,1555$, $z_6 = 0,0403$, $z_7 = 0,0394$, $z_8 = 0,0351$.

Таким образом, программа поиска неисправностей в ЖК мониторе выстраивается следующим образом:

$$z_5 \rightarrow z_4 \rightarrow z_1 \rightarrow z_2 \rightarrow z_3 \rightarrow z_6 \rightarrow z_7 \rightarrow z_8.$$

Получение решений с помощью МАИ не является статистической процедурой. Построение аналитической иерархии требует существенных знаний об исследуемой системе, поэтому использование данного метода стимулирует повышение уровня знаний, проблема раскрывается шире и накапливаются дополнительные знания, особенно когда МАИ применяется итеративным образом, т.е. когда процесс повторяется с целью уточнения суждений. Подход к измерениям с помощью МАИ допускает определенную степень несогласованности. Метод может быть использован для определения оптимального состояния системы, т.е. точки, в которой некоторые участники не могут улучшить своего состояния, не причинив вреда кому-либо другому.

Пристатейный библиографический список

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.
2. Петриченко Г.С., Нарыжная Н.Ю., Шабельник Д.Н. Подход к выбору технического обеспечения для корпоративной сети // Научно-технические ведомости СПбГПУ. СПб, 2007. №4 – С. 60-63.
3. Петриченко Г.С., Нарыжная Н.Ю., Гоголев В.Н. Моделирование управленческих ситуаций по защите информации с применением иерархической системы неисправностей // Научно-технические ведомости СПбГПУ. СПб, 2008. №2 – С.103-107.