

## ПРИСТАВКА К ЭЦВМ «МИНСК-1» ДЛЯ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ В УСТРОЙСТВЕ УПРАВЛЕНИЯ

• М. Н. СТРОГОНОВ, В. М. РАЗИН

(Представлена научным семинаром факультета автоматики и вычислительной техники)

Устройство управления (УУ) ЭЦВМ «Минск-1» является наиболее сложной частью машины. Обработка статистических данных за полуторогодовой период показывает, что на УУ ЭЦВМ «Минск-1» приходится примерно 30% всех отказов машины, возникших в режиме вычислений. На отыскание одной неисправности в УУ ЭЦВМ «Минск-1» требуется в среднем около 3 часов. Так как УУ выполнено конструктивно по блочному принципу, то можно считать, что основное время восстановления приходится на время поиска отказавшего элемента.

Проверка правильности функционирования машины и поиск неисправностей производится с помощью тест-программ и специального контрольно-измерительного оборудования. Тестовый контроль имеет невысокую разрешающую способность. Невысокая разрешающая способность тестов требует активного вмешательства обслуживающего инженерно-технического персонала в процесс поиска. Это ведет к тому, что время, затрачиваемое на поиск неисправностей, зависит от квалификации обслуживающего персонала.

В данной работе предлагается использовать для поиска неисправностей в УУ ЭЦВМ «Минск-1» совместно с тест-программами частичный схемный контроль, т. е. проверяются не все элементы УУ, а только часть — базовые элементы. Подобный метод поиска неисправностей с использованием базовых элементов при проверке неисправной машины другой исправной машиной изложен в работе [1]. Однако не всегда имеется другая машина, которая может быть использована для проверки неисправной машины, поэтому предлагается для проверки базовых элементов использовать приставку, которая проверяет временную диаграмму выполнения операций в УУ ЭЦВМ по последовательности срабатывания элементов. Если получается наложение во времени импульсов, снимаемых с контрольных точек машины, то они сдвигаются во времени относительно друг друга элементами задержки (кипп-реле).

Схема приставки состоит из двух одинаковых каналов. На рис. 1 представлен один из каналов схемы. Каждый канал разделен на два подканала. Выходы с контрольных точек УУ подаются на входы собирательных схем подканалов. На первый канал подаются положительные импульсы с контрольных точек ЭЦВМ, на второй канал подаются отрицательные импульсы с контрольных точек ЭЦВМ. Сигналы, снимаемые с входных собирательных схем или с входных кипп-реле, подаются на входы клапанов (К—2, К—3) соответствующих каналов. На потенциальный вход клапанов подается уровень с триггера «отказ» — Т-3. С клапанов импульсы подаются на счетчик количества импульсов и на

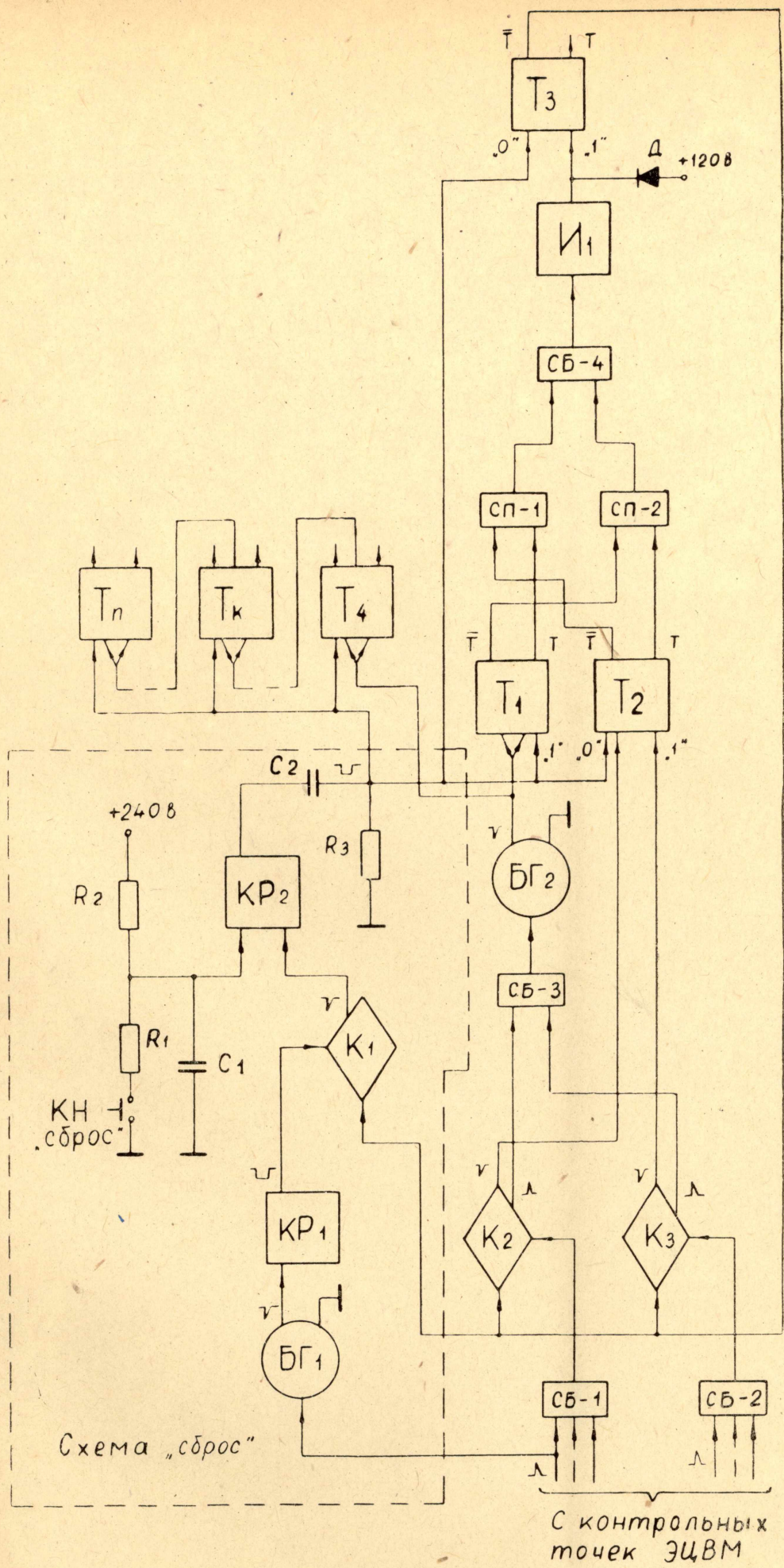


Рис. 1. Функциональная схема канала приставки для поиска неисправностей в УУ ЭЦВМ «Минск-1».

порядковую схему [2], которая контролирует последовательность прохождения импульсов, подаваемых на канал.

Предварительно перед началом работы все триггеры схемой «сброса» устанавливаются в исходное «нулевое» состояние. Т-1 устанавливается в «единичное» состояние.

Таким образом, триггеры контроля последовательности Т-1 и Т-2 находятся в разных состояниях. Эти триггеры будут находиться в разных состояниях во время работы схемы до тех пор, пока не выпадет какой-нибудь импульс или не появится лишний импульс во временной диаграмме выполняемой операции. В момент нарушения соответствия состояний триггеров контроля последовательности срабатывает схема сравнения этих состояний и на ее выходе появится сигнал, который опрокидывает Т-3 в «единичное» состояние. Т-3 перекрывает входы подканалов и схему «сброса». По состоянию Т-1, Т-2, Т-3 и состоянию счетчика отыскиваем группу элементов по предварительно составленным картам, в которую входит неисправный элемент. Схема каналов остается в положении, когда зарегистрирована неисправность, до тех пор пока оператор кнопкой «сброс» не установит схему в исходное положение.

В случае правильного функционирования УУ последний импульс временной диаграммы подается на вход канала и на схему «сброса». Схема «сброса», с задержкой на время установления счетчика, устанавливает все триггеры в исходное положение, т. е. подготавливает схему к работе на новый цикл.

Данная схема собрана из элементов ЭЦВМ „Минск-1“ и опробована на машине.

Средние экономические потери на ненадежность ЭЦВМ можно оценить по формуле [3]:

$$\bar{W}_R = \sum_{i=1}^m \left[ \frac{1}{T_{срi} K_{эпni} + \bar{t}_{yni}} (A \bar{t}_{yni} + B_i K_{эпni}) \right] + W, \quad (1)$$

где  $\bar{W}_R$  — средние экономические потери на ненадежность ЭЦВМ,  
 $T_{срi}$  — средняя наработка на отказ  $i$ -го устройства машины  
 $i = 1, 2, \dots, m$  — количество отдельных устройств машины,  
 $K_{эпni}$  — коэффициент эффективности системы поиска неисправностей для  $i$ -го устройства машины,  
 $\bar{t}_{yni}$  — среднее время устранения неисправности в  $i$ -м устройстве машины,

$A$  — удельные потери (потери в единицу времени) при простое ЭЦВМ, равные среднему доходу, который давала бы ЭЦВМ в случае исправной работы,

$B_i$  — средние потери на ремонт и устранение одного отказа в  $i$ -м устройстве машины,

$W$  — расходы в единицу времени на техническое обслуживание общего порядка, не связанное непосредственно с ликвидацией отказов.

Средние экономические потери на ненадежность ЭЦВМ „Минск-1“  $\bar{W}_R$  и  $\bar{W}'_R$  до и после введения автоматического поиска неисправностей в УУ можно получить из формулы (1):

$$\begin{aligned} \bar{W}_R = & \frac{1}{T_{ср1} K_{эпн1} + \bar{t}_{yn1}} (A \bar{t}_{yn1} + B K_{эпн1}) + \\ & + \frac{1}{T_{ср2} K_{эпн2} + \bar{t}_{yn2}} (A \bar{t}_{yn2} + B K_{эпн2}) + W; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \bar{W}'_R = & \frac{1}{T_{\text{ср1}} K'_{\text{эпн1}} + \bar{t}_{\text{ун}}} (A \bar{t}_{\text{ун1}} + BK'_{\text{эпн1}}) + \\ & + \frac{1}{T_{\text{ср2}} K_{\text{эпн2}} + \bar{t}_{\text{ун2}}} (A \bar{t}_{\text{ун2}} + BK_{\text{эпн2}}) + W, \end{aligned} \quad (3)$$

где параметры без индекса относятся ко всей машине, параметры с индексом 1 относятся к устройству управления, а параметры с индексом 2 — к остальным устройствам. Параметры с индексом „штрих“ относятся к УУ при введении автоматического поиска неисправностей в УУ ЭЦВМ.

Взяв разность между формулами (2) и (3), получим значение снижения средних экономических потерь на ненадежность ЭЦВМ при введении автоматического поиска неисправностей в устройстве управления

$$\begin{aligned} \Delta \bar{W}_R = \bar{W}_R - \bar{W}'_R = & \frac{1}{T_{\text{ср1}} K_{\text{эпн1}} + \bar{t}_{\text{ун1}}} (A \bar{t}_{\text{ун1}} + BK_{\text{эпн1}}) - \\ & - \frac{1}{T_{\text{ср1}} K'_{\text{эпн1}} + \bar{t}'_{\text{ун1}}} (A \bar{t}'_{\text{ун1}} + BK'_{\text{эпн1}}). \end{aligned} \quad (4)$$

Суммарные экономические потери за год на ненадежность ЭЦВМ  $\bar{W}_R$  до и  $\bar{W}'_R$  после введения автоматического поиска неисправностей в УУ можно выразить следующим образом:

$$W_R = \bar{W}_R (T_v + t_{\text{п1}} + t_{\text{п2}}); \quad (5)$$

$$W'_R = \bar{W}'_R (T_v + t'_{\text{п1}} + t_{\text{п2}}), \quad (6)$$

где  $T_v$  — суммарное годовое время работы машины в режиме вычислений;

$t_{\text{п1}}$  и  $t'_{\text{п1}}$  — суммарное годовое время поиска и устранения неисправностей в УУ ЭЦВМ, происшедших в режиме вычислений соответственно до и после введения автоматического поиска неисправностей в УУ;

$t_{\text{п2}}$  — суммарное годовое время поиска и устранения неисправностей в остальных устройствах машины.

Взяв разность между выражениями (5) и (6), получим средний годовой доход  $\Delta W_R$  при введении автоматического поиска неисправностей в УУ ЭЦВМ:

$$\Delta W_R = W_R - W'_R = \Delta \bar{W}_R (T_v + t_{\text{п2}}) + \bar{W}_R t_{\text{п1}} - W'_R t'_{\text{п1}}. \quad (7)$$

Коэффициент эффективности системы поиска неисправностей определяется по формуле:

$$K_{\text{эпн}} = \frac{\sum_{j=1}^{\kappa} \text{ун}}{\sum_{j=1}^{\kappa} (t_{\text{от}j} + t_{\text{ун}j})} = \frac{\bar{t}_{\text{ун}}}{\bar{t}_{\text{от}} + \bar{t}_{\text{ун}}}, \quad (8)$$

где  $t_{\text{ун}j}$  — время, затраченное на устранение  $j$ -го отказа;

$t_{\text{от}j}$  — время, затраченное на отыскание неисправного элемента при  $j$ -ом отказе.

При обработке статистических данных по машине „Минск-1“ за 1964 г. получены следующие данные, представленные в табл. 1.

Значения  $t'_{п1}$ ,  $t'_{от1}$  (табл. 1) берутся в предположении, что введение автоматического поиска неисправностей в УУ ЭЦВМ на основе проверки базовых элементов дает уменьшение времени поиска места отказа на 20%.

Все расчеты, проделанные по формулам (1)–(8), сведены в табл. 2.

Таблица 1

$T_{ср1}$ час	$T_{ср2}$ час	$\bar{t}_{ун}$ час	$\bar{t}_{от1}$ час	$\bar{t}'_{от1}$ час	$\bar{t}_{от2}$ час	$t_{п1}$ час	$t'_{п1}$ час	$t_{п2}$ час	$T_{в}$ час	$\bar{W}$ руб./час	$B$ руб.	$A$ руб./час
70	32	0,05	3	3,2	1,1	104	83	63	1600	15	5	739

Таблица 2

$K_{эпн1}$	$K'_{эпн1}$	$K_{эпн2}$	$\bar{W}$ руб./час	$\bar{W}'_R$ руб./час	$\Delta\bar{W}_R$ руб./час	$\Delta W_R$ руб./час
0,0123	0,0154	0,0435	82,0	74,0	8,0	15690

Из полученных данных табл. 2 видно, что при сокращении времени поиска отказавшего элемента в УУ ЭЦВМ «Минск-1» только на 20% средние экономические потери на ненадежность машины снижаются примерно на  $8 \frac{\text{руб.}}{\text{час}}$ , т. е. на 10%, а суммарные экономические потери за год на ненадежность сокращаются на 15600 руб.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. К. Олефир. О поиске неисправных элементов в системе из двух ЭВМ. Вычислительные системы, вып. 6, Новосибирск, 1963.
2. Lee Fred. An automatic Self-checking an fault-locating method. «IRE Trans. Electronic Comput.», 11, N 5, 1962.
3. В. М. Разин. Критерий эффективности системы поиска неисправностей в устройствах длительного использования. Настоящий сборник.