



сообщения
Объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

Ц845
С-375

23/10-79

P10 - 12172

Н.Г.Симонова, Ю.И.Сусов

1616/2-79

ТЕСТОВАЯ ПРОГРАММА

COMPLEX

1979

P10 - 12172

Н.Г.Симонова, Ю.И.Сусов -

**ТЕСТОВАЯ ПРОГРАММА
COMPLEX**

Симонова Н.Г., Сусов Ю.И.

P10 - 12172

Тестовая программа COMPLEX

Тестовая программа COMPLEX проверяет работоспособность всех основных узлов измерительной системы HPD-TPA-1001-i- CDC-1604-A. Программа содержит набор тестов, позволяющих контролировать работу этой системы в процессе эксплуатации. При настройке отдельных узлов имеется возможность проводить отдельные тесты однократно и многократно. Программа работает на ЭВМ CDC-1604 A. Управление ею осуществляется с помощью нулевого теледально ЭВМ. Оператор может изменять параметры работы системы. Выводится подробная диагностика результатов тестов.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Simonova N.G., Susov Yu.I.

P10 - 12172

COMPLEX Test Program

The COMPLEX test program checks operation of all the main units of the HPD-TPA 1001-i- CDC-1604A system. The program is composed of a set of test routines allowing for real time troubleshooting in this system. Single or multicycle run may be specified for some unit test routines. The program runs on CDC-1604A computer under the control of operator. Self-explanatory diagnostic messages are output as results of test runs.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

1. ВВЕДЕНИЕ

Сканирующий автомат HPD ОИЯИ /2, 6, 7, 8/ предназначен для серийной обработки фотографий с трековых детекторов и представляет собой сложную быстродействующую установку с большим объемом электроники, работающую в режиме ежедневной эксплуатации. От надежности отдельных узлов и блоков систем зависит производительность, удобство эксплуатации и, в конечном счете, стоимость обработки событий. Даже весьма редкие отказы отдельных элементов могут привести к потере большого количества времени и существенно сократить производительность системы.

Ручной контроль функционирования системы в целом занимает много времени и в основном возможен только при использовании периодических сигналов. Поэтому возникла необходимость в создании тестовых программ, в задачу которых входит оперативный контроль работы автомата и, по возможности, локализация источника ошибок. Кроме того, тестовые программы должны позволить оценить точность действия отдельных систем автомата и их стабильность.

Тестовая программа COMPLEX проверяет работоспособность всех основных узлов измерительной системы HPD-TPA-CDC в режиме аппаратного стробирования информации. Программа написана для ЭВМ CDC 1604-A и используется совместно с управляющей программой на ЭВМ TPA 1001-i. Непосредственное управление и оперативный контроль оптико-механической частью системы в указанном режиме осуществляется малой управляющей ЭВМ TPA. Однако, поскольку CDC1604-A обладает более

широкими возможностями с точки зрения оперативного вмешательства в работу программы с помощью пультавого телетайпа, визуального представления информации, а также значительно большей оперативной памятью, логика проведения тестов, анализ результатов и их диагностика выполняются на CDC.

Система включает в себя тесты, служащие для:

- а/ проверки каналов связи /1,3,6/;
- б/ проверки выполнения отдельных инструкций и команд /3, 5, 6/;
- в/ контроля перемещения измерительного стола в заданную координату /8/;
- г/ анализа информации, поступающей в ЭВМ в режиме сканирования /2/;
- д/ контроля равномерности движения измерительного стола при разных скоростях /4/.

Результаты выводятся на широкую печать и, в сокращенной форме, - на пультный телетайп ЭВМ CDC 1604-А.

Для облегчения процесса настройки отдельных узлов системы в программе предусмотрена возможность проводить отдельные тесты однократно и многократно /в цикле/. Для контроля работоспособности системы в процессе эксплуатации используется весь комплекс тестов.

Управление программой осуществляется оператором с помощью телетайпа, мониторных флагов и ключей управления на пульте ЭВМ CDC 1604-А.

В дальнейшем, для краткости, будем называть ЭВМ CDC 1604-А просто ЭВМ, а всю остальную часть системы, включая TPA 1001i, - сканирующим автоматом /СА/.

2. ПРОВЕРКА КАНАЛОВ СВЯЗИ

Правильность функционирования каналов связи /1,3,6/ зависит от целого комплекса элементов. Нарушение работы некоторых из них останавливает обмен данными между ЭВМ и СА, причем, как правило, информация об этих элементах в конечном состоянии не может помочь в выявлении причины ошибки.

Для того, чтобы облегчить диагностирование ошибок, при разработке каналов связи в аппаратуру заложен набор

тестовых команд, которые позволяют реализовать проверку наиболее важных элементов канала по возможности автономно, а также проводить имитацию обмена, используя только часть аппаратуры. Следует отметить, что дополнительная аппаратура, в свою очередь, может стать источником ошибок и ее объем желательно ограничивать.

2.1. Проверка триггеров связи

В программе проверяется правильность установки и сброса триггеров связи. Для этого используются инструкции выборки (SELECT) и проверки (SENSE). Список триггеров связи и описание их назначения представлены в табл. 1, перечень используемых инструкций - в табл. 2, 3.

Таблица 1

Список триггеров связи СА

Условное обозначение	Назначение триггера
OUTPUT	Выборка СА по выводу данных из ЭВМ
INPUT	Выборка СА по вводу данных в ЭВМ
ODRS	Выходные данные из ЭВМ приняты (RESUME)
ODR	Выходные данные из ЭВМ готовы
IDR	Входные данные в ЭВМ готовы (READY)
INHIBIT	Запрет прерывания из СА в ЭВМ
INTEROUT	Прерывание в ЭВМ по выводу
INTERIN	Прерывание в ЭВМ по вводу
REQUEST	Прерывание в СА

Триггеры выборки по тому и другому каналам /INPUT, OUTPUT / проверяются по схеме установить-опросить, сбросить-опросить. Такая проверка не дает однозначного ответа в случае появления сразу двух неисправностей, например, не устанавливается триггер и не работает схема дешифрации команды проверки. Однако, поскольку сигнал с триггера выборки необходим при работе всех других триггеров связи данного канала, дальнейшие проверки позволяют конкретно установить тип неисправности.

Проверка триггеров ODR, ODRS, IDR проводится в два этапа. В ходе выполнения теста, кроме инструкций выборки и проверки, используются операции обмена /передача или прием/ одним словом и массивом из ста слов по соответствующим буферным каналам. Последовательность проверок такая:

а/ однократная установка и сброс триггера и имитация обмена одним словом,

б/ имитация обмена массивом из ста слов.

Под имитацией обмена понимаем режим, в котором все ответные сигналы СА в ЭВМ подготавливаются командами из ЭВМ. Этот способ позволяет исключить часть аппаратуры из участия в операции обмена, что дает возможность сократить время поиска и устранения неисправностей. Анализ работы триггеров с использованием инструкций проверки и обмена повышает достоверность диагностики.

Для проверки работы триггеров INTEROUT, INTERIN, INHIBIT используются инструкции выборки, проверки и сигналы прерывания^{/3/}. Сигналы прерывания от обоих триггеров поступают в ЭВМ по общей шине. ЭВМ опознает тип прерывания с помощью инструкций SENSE. При установленном триггере INHIBIT сигнал прерывания в ЭВМ поступать не должен. Кроме того, прерывание в ЭВМ может быть запрещено внутри машины с помощью инструкций выборки.

Триггеры INTEROUT, INTERIN, INHIBIT проверяются совместно. Тест проводится следующим образом:

а/ На первом этапе прерывание в ЭВМ по соответствующему каналу запрещено. Состояние триггеров определяется с помощью инструкций проверки.

б/ На втором этапе прерывание в ЭВМ разрешается и состояние триггеров определяется с помощью сигналов прерывания.

Анализ результатов обеих проверок позволяет достаточно надежно диагностировать ошибки.

2.2. Проверка каналов связи и буферной памяти СА

С помощью специального теста контролируется работа буферного запоминающего устройства и правильность прохождения сигналов связи ЭВМ-СА. Для проведения теста в состав команд обмена между ЭВМ и СА введена команда, аналогичная команде Z для старого варианта сканирующего автомата^{/5/}. В ходе проведения теста контрольное число проходит через входные цепи, буферную память и по выходным цепям возвращается в ЭВМ. Сравнивая значения переданного из ЭВМ и полученного обратно контрольного числа, можно судить о наличии /или отсутствии/ ошибок в работе той или другой части системы. В случае несовпадения этих чисел выводятся номера разрядов, в которых встретились ошибки. Для выявления редких сбоев обмен информацией проводится массивом, состоящим из 25 одинаковых слов. В программе управления на ТРА предусмотрен режим, позволяющий распечатать переданную из ЭВМ информацию.

Тест позволяет локализовать ошибки во входных и выходных цепях до номера разряда DATA LINES, а также указывает на наличие или отсутствие неисправностей в работе буферной памяти. Для более детальной проверки буферной памяти существует специальный тест, работающий автономно на ТРА.

В программе COMPLEX предусмотрены два типа проверок:

а/ с помощью произвольного кода, задаваемого оператором,

б/ с помощью серии специальных "тяжелых" кодов, заданных в программе.

2.3. Проверка системы блокировки

Поскольку аппаратура СА является одним из восьми внешних объектов, которые могут быть подключены к пятому и шестому буферным каналам ЭВМ^{3/}, в каналах связи с СА необходимо предусмотреть надежную блокировку всех сигналов, которые могут поступать в различных режимах работы СА.

Блокировка сигналов, проходящих по шинам функциональных кодов, фактически проверяется при проверке триггеров связи. Работа системы блокировки DATA LINES пятого буферного канала контролируется следующим образом:

а/ на выходном регистре СА по команде Z устанавливается контрольный код 7777777_8 ,

б/ на читающем устройстве ЭВМ CDC-405 считывается перфокарта без пробивок,

в/ анализируется принятая с читающего устройства информация.

Если, несмотря на отсутствие выборки СА, на шинах данных появляется код "1", диагностируется ошибка. Анализ проводится для каждого из 48 разрядов всех восьмидесяти слов, считанных с перфокарты, что дает возможность выявить постоянные и случайные ошибки в работе системы блокировки.

3. ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ИНСТРУКЦИЙ И КОМАНД

3.1. При необходимости оператор может проверить выполнение любой из инструкций, перечисленных в табл. 2. Для этого он должен задать на телетайпе код проверяемой инструкции.

3.2. При выполнении команд ZSTAGE, SHIFT, FILM в задачу ЭВМ входит формирование соответствующей команды, передача ее в СА и прием ответа о выполнении. Длительность выполнения команды контролируется по времени. Если время ожидания ответа превышает фиксированное время, считается, что команда не выполнена.

Таблица 2
Список инструкций выборки СА (SELECT)

Код инструкции	Назначение инструкции
SEL 61000	Выбрать СА для вывода данных из ЭВМ (установить триггер OUTPUT)
SEL 51000	Выбрать СА для ввода данных в ЭВМ (установить триггер INPUT)
SEL 61060	Установить триггер ODRS
SEL 61160	Очистить триггер ODRS
SEL 61040	Установить триггер IDR
SEL 61140	Очистить триггер IDR
SEL 61050	Установить триггер ODR
SEL 61150	Очистить триггер ODR
SEL 61070	Запретить прерывание ЭВМ от СА (установить триггер INHIBIT)
SEL 61170	Разрешить прерывание ЭВМ от СА (очистить триггер INHIBIT)
SEL 61030	Установить запрос на прерывание ЭВМ по выводу (установить триггер INTEROUT)
SEL 61130	Очистить запрос на прерывание ЭВМ по выводу (очистить триггер INTEROUT)
SEL 61020	Установить запрос на прерывание ЭВМ по вводу (установить триггер INTERIN)
SEL 61120	Очистить запрос на прерывание ЭВМ по вводу (очистить триггер INTERIN)
SEL 61010	Установить запрос на прерывание СА (установить триггер REQUEST)
SEL 61240	Очистить запрос на прерывание СА (очистить триггер REQUEST)

4. КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТОЛА

Тест позволяет оценить точность перемещения стола в заданную координату и динамику настройки алгоритма управления столом на ТРА. В ходе выполнения теста измерительный стол совершает циклические движения по квадрату. Перемещение в каждую вершину квадрата осуществляется по определенному направлению, X или W. После проведения теста для каждой из четырех координат вычисляются следующие величины:

среднее отклонение от заданной координаты

$$\text{DELTA} = \frac{\sum_{j=1}^N X_{\text{CONST}} - X_j}{N}$$

среднеквадратичный разброс величин DELTA:

$$\text{SIGMA} = \sqrt{\left(\sum_{j=1}^N (\text{DELTA} - (X_{\text{CONST}} - X_j))^2 \right) / (N-1)}$$

где N - число циклов, X_{CONST} - заданное значение координаты, X_j - значение координаты, в которую переместился стол на j-ом шаге цикла.

При выполнении теста в ЭВМ передаются данные о перемещении стола и координаты точки останова стола. Оператор может изменять число циклов и параметры квадрата: координаты центра и длину стороны квадрата.

5. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ, ПОСТУПАЮЩЕЙ ИЗ СА В РЕЖИМЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Тест позволяет оценить работу системы непосредственно в режиме измерения. В ходе проведения теста осуществляется контрольное сканирование произвольного кадра на произвольной пленке с последующим анализом принятой информации. При этом определяются:

а/ правильность формирования каждой строки развертки /сканлинии/;

б/ монотонность нарастания координаты луча / Y - координаты / внутри сканлинии;

в/ среднее и максимальное число Y-координат на сканлинии за одно сканирование;

г/ количество "плохих" Y-координат, значения которых выходят за допустимые пределы;

д/ распределение состояний "0" и "1" для каждого разряда отсчетной системы луча;

е/ среднее, минимальное и максимальное значения расстояний между сканлиниями, характеризующие величину скорости и равномерность движения измерительного стола.

Информация, поступающая из СА в режиме измерения, представляет собой набор координат и может быть разбита на некоторое число строк, каждая из которых имеет следующий вид:

$$Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_k, X \quad / \text{или } W / ,$$

где Y_1, Y_2, \dots, Y_k - координаты треков по лучу,

$X(W)$ - подвижная координата стола, признаком которой является "1" в 19-м разряде, для нормального /продольного/ сканирования это X-координата, для абнормального /поперечного/ - W.

Последовательность координат Y_1, Y_2, \dots, Y_k - возрастающая последовательность чисел. Значение $k \geq 0$. Если для какой-то пары Y-координат не выполняется условие $Y_{k+1} \geq Y_k$, фиксируется ошибка. При сбое в отсчетной системе возможна ситуация, при которой в ЭВМ поступает незавершенная строка - сканлиния, в которой отсутствует подвижная координата. При разбиении данных сканирования на строки концом строки считаем подвижную координату. После того как определены начало и конец сканлинии, проверяем внутри нее последовательность Y-координат на возрастание. Если выполняются условия

$$\text{а/ } Y_{k+1} \leq Y_k ,$$

$$\text{б/ } Y_{k-2} < Y_{k-1} .$$

в/ число Y-координат в строке больше 5, считаем, что в сканлинии с координатами Y_1, Y_2, \dots, Y_k пропущена

Таблица 3
Список инструкций проверки СА (SENSE)

Код инструкции	Значение условия перехода (полный переход при выполнении условия)
51010	СА готов к работе
51600	СА выбран для вывода данных из ЭВМ
51700	СА выбран для ввода данных в ЭВМ
51110	Данные из ЭВМ приняты
51120	Данные в ЭВМ готовы
51210	Запрещено прерывание ЭВМ от СА
51220	Установлен сигнал прерывания ЭВМ от СА по выводу
51230	Установлен сигнал прерывания ЭВМ от СА по вводу
51250	Установлен сигнал прерывания СА
51500	Данные из ЭВМ готовы

подвижная координата, если же условие а/ выполняется, однако не выполняются условия б/ или в/, то нарушение в возрастании последовательности Y-координат относим к ошибке измерения Y-координаты.

Для контроля работы системы луча вводится величина

$$N_k = \frac{1}{S} \sum_{j=1}^S Y_{kj}$$

где $\sum_{i=1}^S Y_{ki}$ - сумма единичных состояний K-го разряда Y-координаты, S - общее число Y-координат за сканирование.

При сканировании произвольного кадра с малым уровнем дискриминации, т.е. при наличии хаотически разбросанных шумов, величина N_k при правильной работе отсчетной системы стремится к 0,5, особенно для младших разрядов отсчетной системы луча.

Проводится анализ подвижной координаты. При этом вычисляются среднее, минимальное и максимальное значения расстояний между сканлиниями (DELTAХ) и среднеквадратичное отклонение этой величины. В ходе анализа выделяется зона нарастания скорости в начале движения стола - зона разгона. Анализ расстояний между сканлиниями позволяет выделить ошибки в измерении подвижных координат. Имеется возможность вывести гистограмму распределения величины DELTAХ для каждого сканирования.

Оператор может изменять параметры работы СА: границы сканирования, уровень дискриминации, плотность сканирования, скорость перемещения стола.

Данные сканирования записываются на магнитную ленту, анализ проводится после завершения сканирования. При желании можно вывести полученную информацию на печать в виде массива, получить ее графическое представление или распечатать отдельные сканлинии.

6. КОНТРОЛЬ РАВНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТОЛА СА ПРИ РАЗНЫХ СКОРОСТЯХ

Тест предназначен для проверки равномерности движения стола с заданной скоростью. При этом определяется область движения стола с постоянной скоростью и зона разгона, в которой скорость еще не установилась. При определении зоны разгона считается, что изменение скорости /изменение приращения подвижной координаты/ не должно превышать 3 отсчета. Первые десять сканлиний, удовлетворяющих этому условию, считаются соответствующими началу движения стола с постоянной скоростью, все предшествующие им сканлинии относятся к области разгона.

В программе вычисляются минимальное и максимальное значения скорости в зоне разгона и среднее, минимальное и максимальное значения в зоне установившегося движения. Имеется возможность получить гистограмму

скорости, распечатать массив принятых из СА подвижных координат и массив вычисленных расстояний между сканлиниями.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как уже было отмечено, программа COMPLEX может быть использована как для настройки отдельных узлов сканирующего автомата, так и для контроля действия системы в целом.

Для получения наглядного представления о поступающей из СА в ЭВМ информации во всех тестах предусмотрена возможность вывода информации на широкую печать. Оператор может изменять параметры работы системы для получения результатов ее функционирования в разных режимах. Использование пультовых ключей и мониторных флагов ЭВМ позволяет проводить отдельные тесты многократно либо в шаговом режиме.

Время выполнения комплексного теста - около 10 минут. Результатом работы тестовой программы является протокол, который характеризует состояние измерительной системы и вместе с результатами работы других тестовых программ позволяет достаточно полно оценить качество измерений на СА.

Программа написана на языке FORTRAN - 63 и автокоде CDC 1604-А - CODAP-1 и занимает вместе с рабочими массивами около 16000 ячеек памяти.

В заключение отметим, что описываемый комплекс тестов с некоторыми изменениями используется в режиме имитации старой электроники^{18/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инкин В.Д. и др. ОИЯИ, Р10-5409, Дубна, 1970.
2. Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, 10-4513, Дубна, 1969.
3. CONTROL DATA 1604/1604A COMPUTER, REFERENCE MANUAL, CONROL DATA CORPORATION, 1964.

4. Ермолаев В.В. и др. ОИЯИ, Р10-5205, Дубна, 1970.
5. Войтенко Ю.Г. и др. ОИЯИ, Р10-5322, Дубна, 1970.
6. Рубцов В.Ф. и др. ОИЯИ, Р10-11037, Дубна, 1977.
7. Бондаренко О.Н. и др. ОИЯИ, Р10-11038, Дубна, 1977.
8. Бондаренко О.Н. и др. ОИЯИ, Р10-10709, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 января 1979 года.