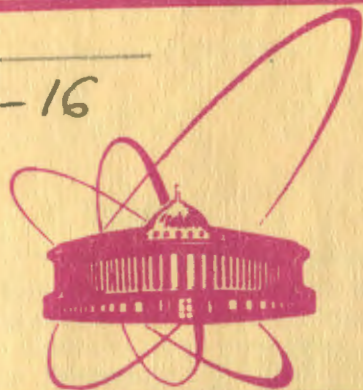


Д-16



объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
дубна

3641 / 2-81

20 / VII-81

10-81-257

Я.М.Даматов, Н.А.Водопьянова, А.Д.Кириллов,  
Н.М.Никитюк, С.А.Нежданова, А.И.Номоконова,  
Б.Д.Омельченко, Т.Ф.Сапожникова, М.Д.Шафранов,  
В.П.Шириков

#### ПРИМЕНЕНИЕ

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КАМАК

ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

ПАРАМЕТРАМИ МАГНИТООПТИЧЕСКИХ

ЭЛЕМЕНТОВ НА УСКОРИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

ЛАБОРАТОРИИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ОИЯИ

Направлено на VI Всесоюзную конференцию  
по автоматизации научных исследований  
на линии с ЭВМ /Новосибирск, 1981/

1981

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Процесс настройки каналов, формирующих пучки частиц для проведения физических исследований, предусматривает установку различных по величине токов в магнитных элементах канала, а также контроль этих токов в режиме настройки и эксплуатации.

Установка заданных значений токов может быть осуществлена оператором вручную, с последующим контролем, например, на цифровом вольтметре. В некоторых системах в целях сокращения времени и удобства работы контроль значений токов осуществляется с помощью ЭВМ. При несоответствии тока в магнитном элементе с заданным, оператор вручную устанавливает необходимое значение. Для развитой системы каналов на ускорителе и насыщенности их большим числом магнитных элементов ручная установка токов - длительный процесс. В этом случае целесообразным является переход на систему контроля и установки токов магнитных элементов каналов с помощью ЭВМ. С этой целью была разработана и создана система, позволяющая осуществлять оперативный контроль и установку заданных значений токов в элементах канала с помощью ЭВМ ЕС-1010.

С учетом территориальной разбросанности объектов контроля и управления, а также необходимости расширения функциональных возможностей системы разработаны основные блоки последовательной магистрали /ПМ/ КАМАК - последовательный контроллер крейта /ПКК/<sup>1/</sup> и последовательный драйвер /ПД/<sup>2/</sup>, которые выполнены с учетом требований EUR 6100 e<sup>3/</sup>.

## 2. ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ

На рис. 1 приведена общая блок-схема системы. Крейт 1 расположен непосредственно около ЭВМ. Основными блоками здесь являются контроллер крейта КК-НР-604 и блок ПД, который занимает три нормальных места. Все данные, необходимые для организации послышки сообщений в ПМ и задания режимов работы драйвера поступают от ЭВМ через контроллер крейта. В свою очередь, драйвер, получая от ПМ сообщения типа "Ответ", "Запрос" или неопознанную команду, формирует из них данные для последующей передачи в ЭВМ. Драйвер также сообщает ЭВМ через контроллер крейта о своей готовности к диалогу с ним с помощью LAM-запросов. В этом же крейте могут находиться также и другие блоки,

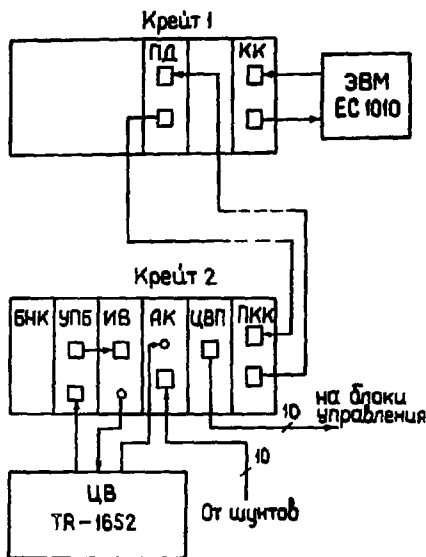


Рис. 1. Общая блок-схема системы.

такие, как интерфейсы внешних устройств, модули памяти и прочие. Блок ПД содержит схемы, позволяющие тестировать как сам драйвер, так и контроллеры типа L, расположенные вдоль ПМ.

Крейт 2 находится в другом экспериментальном павильоне на расстоянии примерно 300 м от крейта 1. В нем расположены такие блоки, как ПКК, интерфейс вольтметра ИВ<sup>4</sup>, аналоговый коммутатор АК<sup>5</sup>, преобразователь уровней УПБ<sup>6</sup>, цифровременной преобразователь ЦВП-10<sup>7</sup>,

блок набора констант БНК<sup>8</sup>. Кратко работа системы состоит в следующем. Аналоговый сигнал от датчиков - измерительных трансформаторов постоянного тока /ИТПТ/ по кабелям поступает на вход аналогового коммутатора, с выхода которого сигнал попадает на вход цифрового вольтметра /ЦВ/. С выхода ЦВ через интерфейс вольтметра данные об измерениях, преобразованные в двоично-десятичный код, поступают через ПКК, ПМ и ПД в ЭВМ. По измеренному значению падения напряжения ЭВМ вычисляет ток в заданном магнитном элементе и сравнивает его с заданным. В случае недопустимого отклонения ЭВМ вырабатывает управляющий код, который через ПМ поступает в блок ЦВП для отработки сигнала рассогласования. Управляющий сигнал в виде импульса с выхода ЦВП по линии связи поступает в исполнительное устройство. Длительность управляющего сигнала определяется величиной рассогласования измеренного значения тока от заданного. В качестве исполнительного устройства используется тиристорный регулятор для силовых блоков<sup>9</sup>.

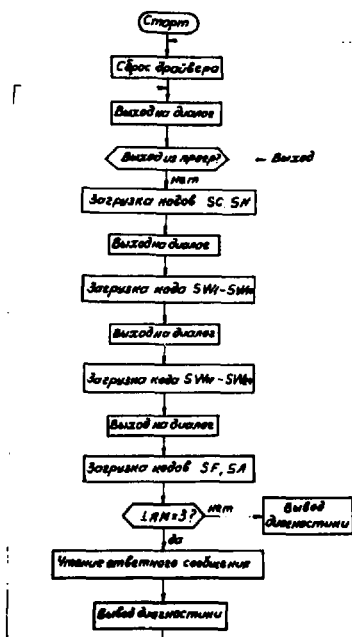
В зависимости от величины рассогласования выбирается один из двух режимов установки заданного тока: "грубый" или "точный". Рабочие значения токов магнитных элементов лежат в диапазоне от нескольких десятков до двух тысяч ампер, что соответствует значению аналоговых сигналов от десятых вольт до пяти вольт.

### 3. ТЕСТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ И РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ

Для проверки правильности действия системы управления разработана специальная тест-программа, которая включает в себя семь подпрограмм<sup>10/</sup>. Каждая подпрограмма написана на ассемблере ASS -22 в форме диалога ОПЕРАТОР- ЕС-1010. С помощью этих подпрограмм можно проверить правильность функционирования программно-доступных регистров ПД и ПКК, правильность прохождения сигналов по цепи ЕС-1010 → ПД → ПМ → ПКК → ПМ → ПД → ЕС-1010 и, в конечном итоге, - работу всей кольцевой магистрали. В качестве примера рассмотрим работу подпрограмм "WRITE" и "READ".

Блок-схема подпрограммы "WRITE" изображена на рис. 2. Подпрограмма позволяет проверить правильность записи информации в адресуемый блок. На терминале задаются код номера станции SN, крейта SC, субадрес SA, функция SF и данные SW1-SW24. Формат задания, набираемого на терминале, имеет вид:

SC\_SN: X<sub>10</sub> X<sub>10</sub>      SW1-SW16: XXXX<sub>16</sub>  
 SW17-SW24: XXXX<sub>16</sub>      SF\_SA: X<sub>10</sub> X<sub>10</sub>



Посылка сообщения производится автоматически после задания кода субадреса и функции. Далее после опроса регистра LAM подпрограмма переходит на чтение ответного сообщения. Формат ответного сообщения представлен на рис. 3. Значения разрядов M1 и M2 указывают на тип сообщения. Значение ERR=1<sub>2</sub> будет соответствовать SQ=5X=0.

Для проверки правильности прохождения сообщения типа "Команда" при чтении информации используется подпрограмма "READ"/рис. 4/. Перед началом работы в блоке БНК-512 задается число, которое необходимо прочитать. Формат задания посылки аналогичен формату подпрограммы

Рис. 2. Блок-схема подпрограммы "WRITE".

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	N2	N1	DEM	SQ	SX	ERR	0	0	SC0	SCM	SCD	SCN	SC2	SC1

Рис.3. Формат ответного сообщения.

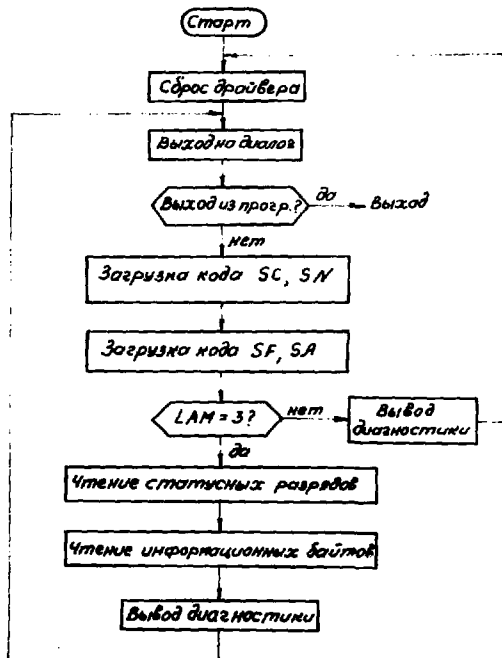


Рис.4. Блок-схема подпрограммы "READ".

"WRITE". Получаемое ответное сообщение, кроме статусной информации /рис. 3/, содержит информацию SR1 - SR24.

При помощи программ "WRITE" и "READ" можно проверить программно-управляемый статусный регистр ПКК. Обращение к статусному регистру осуществляется при помощи внутренних команд /см. табл./ ПКК при SN = SN(80).

Подпрограммы, используемые для тестирования ПМ, используются также в режиме контроля и управления для обмена данными между крейтами 1 и 2.

Таблица

Команды для статус-ного регистра	Код команды			Ответ	
	SN	SA	SF	SQ	SX
Чтение	30	0	1	1	1
Запись	30	0	17	1	1
Селективная запись	30	0	19	1	1
Селективный сброс	30	0	18	1	1
Повторное чтение	30	1	0	DSQ	1
Чтение LAM	30	12	1	1	1

#### 4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

На рис. 5 представлена блок-схема программы контроля и управления. Работа программы начинается с записи исходных параметров в таблицу характеристик магнитных элементов. Исходными параметрами являются:  $I_{\text{макс}}$  - максимально допустимое значение тока магнитного элемента,  $K_{\text{и}}$  - коэффициент передачи измерительного тракта,  $K_{\text{у}}$  - коэффициент передачи управляющего тракта,  $I_{\text{табл}}$  - значение тока, которое подлежит установить в магнитном элементе. Выбор магнитного элемента осуществляется по идентификатору, которому ставятся в соответствие номер канала в аналоговом коммутаторе № /АК/ и номер канала в цифро-временном преобразователе № /ЦВП/, № /АК/ и № /ЦВП/ также заносятся в таблицу исходных параметров.

После ввода оператором исходных данных программа осуществляет переход к измерению тока выбранного магнитного элемента. Значение измеренного тока ( $I_{\text{изм}}$ ) определяется соотношением:  $I_{\text{изм}} = K_{\text{и}} \cdot U$ , где  $U$  - величина падения напряжения на шунте, измеренная вольтметром. По данным  $I_{\text{табл}}$  и  $I_{\text{изм}}$  определяется величина и знак рассогласования  $\Delta I = I_{\text{табл}} - I_{\text{изм}}$  и производится сравнение  $\Delta I$  с допустимым значением рассогласования  $I_{\text{доп}}$ , соответствующим величине измерения системы. Если  $|\Delta I| > |I_{\text{доп}}|$ , производится оценка неравенства  $0 < I_{\text{изм}} + \Delta I < I_{\text{макс}}$ , позволяющая выявить ошибки в задании  $I_{\text{табл}}$  ( $I_{\text{табл}} > I_{\text{макс}}$ ), либо в определении  $I_{\text{изм}}$  и  $\Delta I$ . Если выполняется неравенство, то осуществляется переход к расчету значения управляющего кода  $M$  из соотношения:

$$M = \Delta I \cdot K_{\text{у}} .$$

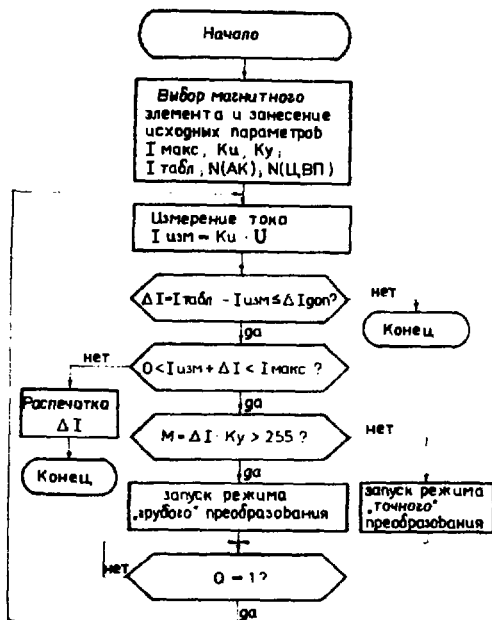


Рис.5. Блок-схема программы контроля и управления.

По величине кода  $M$  программа выбирает режим отработки величины рассогласования согласно условиям:

$|M| > 255$  - "грубый" режим,

$|M| \leq 255$  - "точный" режим.

Значение управляющего кода записывается в блок ЦВП-10. На время отработки управляющего кода  $M$  программа переходит в режим ожидания сигнала конца отработки. Появление  $Q$  означает, что отработка величины управляющего кода  $M$  закончена. После этого программа вновь переходит к измерению тока, и так до тех пор, пока не будет выполнено условие  $|\Delta I| \leq I_{\text{доп}}$ . Для данной системы  $I_{\text{доп}} = 1$  А.

Перед началом работы программы установки заданных значений токов происходит определение коэффициента передачи управляющего тракта  $K_y$ . Он вычисляется с помощью специально написанной подпрограммы для каждого магнитного элемента. В предположении, что передаточная функция цепи управляющего тракта в рабочем диапазоне описывается линейной функцией с коэффициентом передачи управляющего тракта  $K_y$ , он определяется по формуле:

$$K_y = \frac{0,95 M_{зад}}{I_{изм.2} - I_{изм.1}}$$

где  $M_{зад}$  - значение управляющего кода, задаваемое оператором.  
 $I_{изм.1}$  - значение тока до отработки управляющего кода.  $I_{изм.2}$  - значение тока после отработки.

Коэффициент 0,95 вводится в следующих целях: предположим, что при первом измерении установленный ток меньше /больше/ необходимого табличного. После отработки программ устанавливается ток меньше /больше/ табличного значения, но гораздо ближе к табличному, т.е. все приближения к заданному значению тока в магнитном элементе происходят со стороны меньших /больших/ значений токов. Работа в указанном режиме /с коэффициентом 0,95/ сокращает число циклов измерения - отработка выставления тока.

На рис. 6 приведена блок-схема подпрограммы для вычисления  $K_y$ .

С помощью следующей подпрограммы можно проводить тестирование блока ЦВП-10, которое заключается в проверке зависимости времени отработки управляющего кода  $t_0$  от величины управляющего кода  $M$  по всем десяти каналам блока ЦВП-10. При этом по каждому каналу блока ЦВП-10 №/ЦВП/ записывается значение управляющего кода  $M$ . Величина кода  $M$  в зависимости от номера канала определяется следующим образом:

№/ЦВП/=1	$M = 0 F_{16}$
№/ЦВП/=2	$M = 1 F_{16}$
...	...
№/ЦВП/=10	$M = 9 F_{16}$

После появления сигнала конца отработки управляющего кода канала  $Q(1)$  считается число циклов ожидания сигнала  $Q(2)$  второго канала. Аналогично считается число циклов ожидания сигнала  $Q$  для всех остальных каналов блока ЦВП-10. При описанном способе задания величины управляющего кода  $M$  и правильной работе блока ЦВП-10, число циклов ожидания сигнала конца отработки кода каждого канала должно совпадать между собой с заданной точностью.

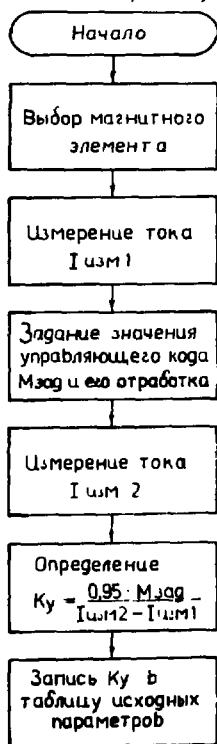


Рис.6. Блок-схема подпрограммы для вычисления  $K_y$ .



Помимо описанных возможностей программное обеспечение позволяет проводить периодический контроль и поддержание заданных токовых режимов в магнитных элементах канала. Вызов каждой подпрограммы осуществляется по приказу оператора.

Программы написаны на языке ассемблер для ЭВМ ЕС-1010. Общий объем программы составляет 1800 слов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Даматов Я.М. и др. ОИЯИ, 13-80-498, Дубна, 1980.
2. Даматов Я.М. и др. ОИЯИ, 13-12028, Дубна, 1978.
3. САМАС Serial System Organisation ESONE/SH01 December 1973.
4. Ефимов Л.Г. ОИЯИ, 10-9062, Дубна, 1975.
5. Арефьев В.А., Басиладзе С.Г. ОИЯИ, 13-7252, Дубна, 1972.
6. Арефьев В.А., Басиладзе С.Г. ОИЯИ, 13-6332, Дубна, 1972.
7. Даматов Е.М., Никитюк Н.М., Шюсслер Р. ОИЯИ, 13-13001, Дубна, 1980.
8. Колпаков И.Ф., Никитюк Н.М. ПТЭ, 1972, №3, с. 84-86.
9. Омельченко Б.Д. ПТЭ, №3, с. 140.
10. Водопьянова Н.А., Даматов Я.М., Никитюк Н.М. ОИЯИ, P11-80-523, Дубна, 1980.