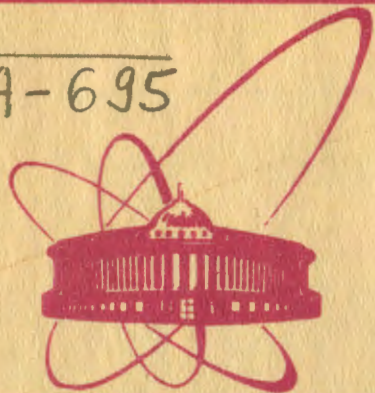


A-695



объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
дубна

2306/2-81

11/5-81

P9-81-55

В.Н.Аносов, Ю.Н.Денисов, Х.Круг, Л.М.Онищенко,  
В.А.Саенко, М.Ф.Шабашов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ  
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
СИЛЬНОТОЧНОГО ФАЗОТРОНА  
(установки "Ф")

Направлено на IX Международную конференцию  
/секция электроники/, Дрезден, 1981 год.

1981

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Ускорители заряженных частиц различных типов, в том числе и сильноточный фазотрон Лаборатории ядерных проблем СИАИ /1/, являются многопараметрическими объектами управления. В настоящее время созданы системы управления ускорителями на базе ЭВМ /2/, целью которых является: автоматический опрос поля датчиков сигналов от разных узлов ускорителя; компактное и быстрое представление измеренной информации на дисплейных устройствах пульта управления; автоматическая установка режимов работы ускорителя и т.п.

Как правило, автоматизированная система управления современного ускорителя накапливает информацию от нескольких тысяч датчиков аналогового и дискретного типов. Сильноточный фазотрон Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ предполагается оснастить автоматизированной системой управления на базе ЭВМ /АСУС/.

## 2. ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ АСУС

АСУС должна решать следующие задачи:

а/ предоставлять оператору по его запросу текущую информацию о статусе какого-либо узла ускорителя;

б/ накапливать в долговременных запоминающих устройствах /магнитных лентах, дисках/ информацию об изменении параметров ускорителя за длительный отрезок времени /месяц, год/ и предоставлять оператору выборку из этой информации по его запросу;

в/ предупреждать оператора о приближении параметров ускорителя к границе допустимого значения /ALARM-ситуация/;

г/ устанавливать требуемый режим работы ускорителя;

д/ производить оптимальную настройку ускорителя по таким важным параметрам пучка, как интенсивность его на выходе из камеры, коэффициент вывода, размеры пучка в какой-либо точке его траектории и т.д.

## 3. ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ И СТРУКТУРЫ АСУС

Большинство систем управления, функционирующих в настоящее время на ускорителях, выполнены из электронных блоков в стандарте КАМАК /2/. АСУС также делается в этом стандарте. Испол-

зование стандарта КАМАК приводит к некоторой избыточности оборудования, однако существенно экономит время на разработку сложных электронных узлов.

Следующим важным вопросом является обеспечение АСУС необходимой вычислительной мощностью путем выбора соответствующего типа и количества управляющих ЭВМ. Рассмотрение перечня задач, решаемых АСУС /см. п. 2/, с учетом необходимости обеспечения соответствия между реальным быстродействием АСУС, обусловленным применением стандарта КАМАК и заданного типа ЭВМ, и требуемым быстродействием АСУС показало, что необходимо разделить поток информации от поля датчиков фазотрона на четыре потока, каждый из которых будет обрабатываться на отдельной микро-ЭВМ типа "MERA-60", которые по радиальному принципу подсоединяются к центральной /пультовой/ микро-ЭВМ.

Задачи оптимальной настройки ускорителя по какому-либо выходному параметру будут решаться с использованием связи с ЭВМ ЕС-1040. Эта связь будет использоваться также для обмена информацией с банком данных, который будет создан на ЭВМ ЕС-1040.

Распределение требуемой вычислительной мощности АСУС на несколько ЭВМ позволит существенно повысить скорость работы АСУС, а также существенно увеличивает ее надежность и ремонтпригодность.

Структурная схема АСУС приведена на рис. 1. Из схемы видно, что полный поток информации от поля датчиков АСУС разделен на потоки, идущие от следующих подсистем ускорителя:

- подсистемы формирования магнитного поля и вывода пучка;
- подсистемы высокой частоты;
- подсистемы ионных источников и пробников;
- подсистемы вакуума, водохолодоснабжения и радиационной безопасности.

Поток информации от каждой подсистемы ускорителя проходит через аппаратуру предварительной обработки сигналов /АПОС/, назначением которой является приведение различных по своим характеристикам сигналов от датчиков ускорителя к виду, необходимому для работы с оборудованием в стандарте КАМАК. В стандарте КАМАК выполнена система точного измерения сигналов /СТИ/, устройства связи между ЭВМ подсистем и пультовой ЭВМ /связь реализуется с помощью распределительного крейта/, а также система измерения сигналов в ALARM-ситуации /СБС/. Через системный крейт пультовая ЭВМ связана с ЭВМ ЕС-1040.

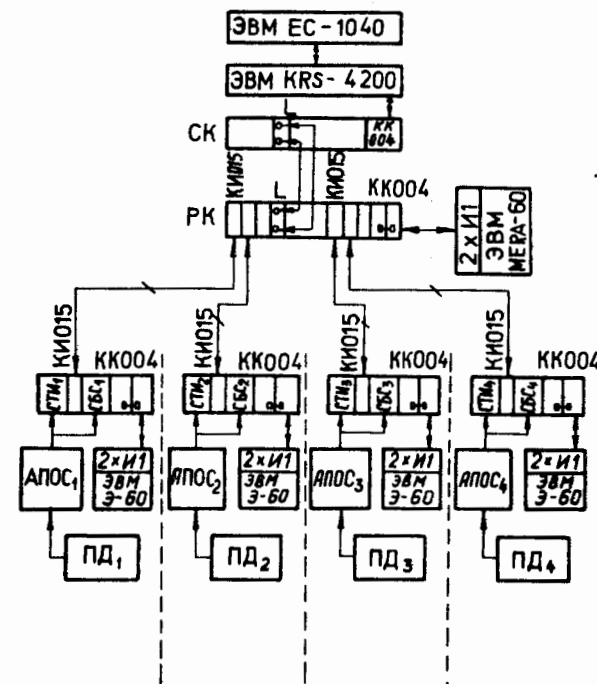


Рис. 1

#### 4. УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЯЗИ ЭВМ С ОБЪЕКТАМИ УПРАВЛЕНИЯ /УСО/

УСО включает в себя АПОС и СТИ. УСО предназначено для сбора аналоговой и цифровой информации о состоянии контролируемых систем ускорителя, преобразования информации в форму, приемлемую для ввода в ЭВМ, передачи информации в ЭВМ.

В качестве датчиков аналоговых сигналов используются шунты, резистивные делители напряжения, многооборотные потенциометры, термпары и термометры сопротивления, выходы вакуумметров, коллекторные датчики тока пучка. Диапазон изменения сигналов с датчиков составляет  $10^{-3}$ - $10^2$  в диапазоне выходных сопротивлений  $10^{-2}$ - $10^5$  Ом. Требуемая точность измерения аналоговых сигналов  $10^{-2}$ - $10^{-4}$ . Датчиками цифровых сигналов служат контакты-реле, на которые подается напряжение от десятков до сотен вольт.

В состав аппаратуры КАМАК СТИ УСО входят следующие блоки:

- преобразователи аналог-цифра;
- дифференциальные предусилители;
- буферные усилители и усилители выборки-хранения;
- коммутаторы аналоговых сигналов;
- коммутаторы логических сигналов;
- блоки синхронизации и таймирования;
- преобразователи тока в частоту;
- счетчики-интенсиметры;
- входные и выходные регистры;
- блоки для обмена информацией с ЭВМ;
- интерфейсные и сервисные блоки.

В АПОС УСО входят блоки, выполняющие следующие функции:

- фильтрацию сигналов от помех;
- ослабление сигналов;
- смещение уровня;
- разделение сигналов от датчиков с целью их одновременного использования в УСО и ALARM-системе;
- защита входов блоков КАМАК от возможных аварийных перенапряжений.

## 5. ALARM-СИСТЕМА

Для обеспечения работоспособности ускорителя необходимо, чтобы все его параметры сохраняли заданное значение с требуемой точностью. Основным назначением ALARM-системы является непрерывный контроль за изменением параметров ускорителя с целью максимально быстрого обнаружения факта выхода какого-либо из параметров за пределы заданного значения. Превышение заданного предела каким-либо параметром считается ALARM-событием в данном канале. Анализируя информацию об ALARM-событии в различных каналах, можно определить первоисточник, вызывающий выход ускорителя из рабочего режима, и быстрее восстановить его работоспособность.

Система ALARM, реализованная в полном объеме, выполняет следующие функции:

- 1/ предупреждает оператора об отклонениях параметров ускорителя от допустимых значений (WARNING), при этом оператор получает информацию о времени возникновения повреждения, источнике повреждения и список ошибочных параметров;
- 2/ регистрируя последовательно во времени ALARM-информацию, определяет тенденцию развития ALARM-ситуации (TREND EXAMINATION). Оператор получает на АЦПУ или на экране монитора информацию о временной последовательности ALARM-событий;
- 3/ выдает совет оператору о возможных способах устранения возникших неисправностей, указывает необходимые мероприятия и целесообразную последовательность их проведения, сообщает

время, в течение которого оператору необходимо скорректировать отклонение, и перечень узлов, которые оператору надо отключить;

4/ автоматически отключает ошибочную подсистему или ее часть с помощью специальной электроники отключения (SHUT DOWN);

5/ анализирует ALARM-ситуацию и производит самокоррекцию возникших отклонений параметров с помощью системы самообучения (SELF-LEARNING SYSTEM).

ALARM-система АСУС получает нормализованные сигналы от датчиков ускорителя через АПОС ALARM-системы. Система изменения ALARM-сигналов /СБС/ выполнена в стандарте КАМАК и содержит следующие блоки:

- коммутатор, позволяющий подавать на вход АЦП 32 аналоговых сигнала со скоростью 80 мкс на канал;
- аналогово-цифровой преобразователь на 12 бит;
- входной регистр, позволяющий вводить в ЭВМ 32 релейных сигнала длиной 1 бит каждый;
- часы, которые служат для ввода в ЭВМ времени возникновения ALARM-событий.

На рис. 2 показан алгоритм обработки данных в ALARM-системе, реализованной на микро-ЭВМ "МЕРА-60" /производство ПНР/. Из него следует, что ALARM-система любой подсистемы АСУС информирует оператора только об изменениях в состоянии параметров, то есть, к примеру, о начале и конце ситуации ALARM в каком-либо канале.

Система ALARM для АСУС, выполненная на базе нескольких микро-ЭВМ, представляет собой гибкое, надежное и экономичное устройство, которое просто расширять и модифицировать.

## 6. СИСТЕМА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В АСУС /СОИ/

Система отображения информации /СОИ/ служит для представления оператору ускорителя информации об изменении параметров ускорителя во времени в компактной и удобной для восприятия форме.

СОИ включает в себя: микро-ЭВМ "МЕРА-6040" /производство ПНР/, пульт контроля и управления ускорителем и крейт КАМАК с набором блоков.

Пульт контроля и управления /ПКУ/ состоит из 4-х секций /рис. 3/. Первая секция содержит цветной телевизионный дисплей /ГД1/, сенсорную кнопочную панель /СП1/, устройство для подачи звуковых сигналов и координатный шар /трекбол/ /КШ1/, служащий

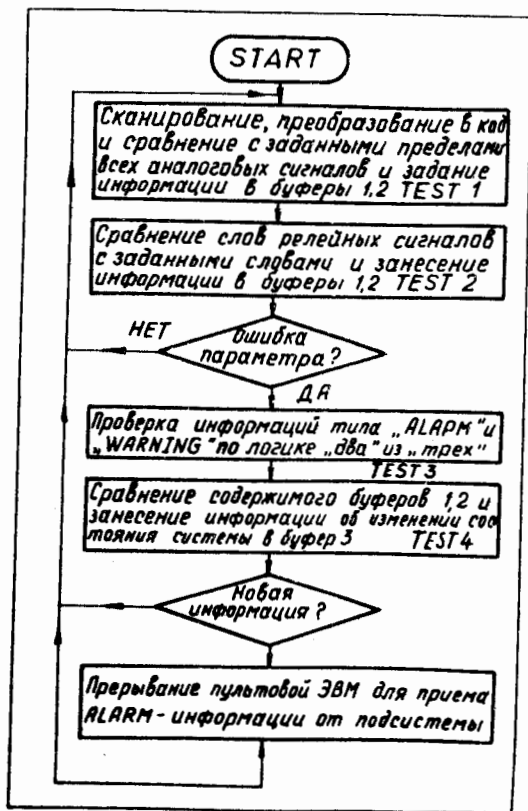


Рис. 2

назначена для наблюдения сигналов с узлов ускорителя в реальном масштабе времени.

В СОИ используются следующие блоки КАМАК:

- 1/ регистры ввода-вывода, предназначенные для связи пультовой ЭВМ с периферийными ЭВМ, а также с сенсорными панелями;
- 2/ блок последовательной связи для организации связи пультовой ЭВМ с ЭВМ ЕС-1040;
- 3/ коммутатор аналоговых сигналов для коммутации сигналов, приходящих на вход осциллографа;
- 4/ дисплейный контроллер, служащий для подключения графического дисплея к ЭВМ;
- 5/ блок управления цветным телевизионным дисплеем.

Большое разнообразие индикаторных устройств на пульте АСУС позволит уменьшить количество выполняемых ими функций, что обеспечит удобное взаимодействие оператора с ускорителем.

для управления передвижением маркера на экране дисплея. Эта секция предназначена для представления оператору информации от ALARM-системы. В состав второй секции входит алфавитно-цифровой дисплей /АД/, клавиатура /КЛ/, панель контроля состояния вычислительной системы /ПУЭ/ и панель прямой адресации /СПА/. Эта секция позволяет оператору вести диалог с АСУС. Третья секция содержит графический дисплей на запоминающей электронной лучевой трубке /ЭЛТ/ /ГД2/, сенсорную кнопочную панель /СП2/ и трекбол /КШ2/. Она предназначена для выдачи оператору различной графической информации. Четвертая секция включает в себя осциллограф и две коммутационные панели. Секция пред-

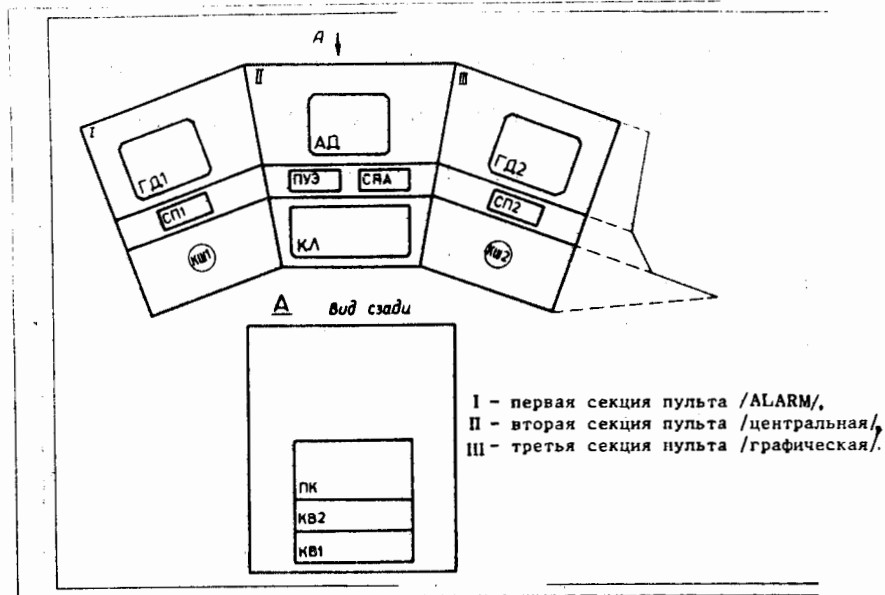


Рис. 3

В данной работе описана первая очередь автоматизированной системы управления сильноточным фазотроном. В дальнейшем предполагается расширить ее путем введения подсистемы измерения параметров трактов пучков, а также системы автоматического управления режимом работы ускорителя от ЭВМ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Глазов А.А. и др. ОИЯИ, 9-3951, Дубна, 1968.
2. Труды 7 Международной конференции по циклотронам и их применению. Цюрих, 1975, с. 545, 549, 561.

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 января 1981 года.