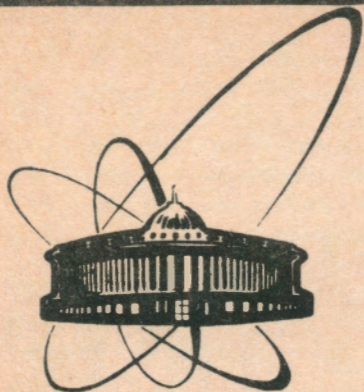


92-123



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

13-92-123

В.А.Владимиров, Д.Георгиев, Зен Ен Кен, В.И.Лазин,  
А.И.Островной, Т.Б.Петухова, И.М.Саламатин,  
А.П.Сиротин, В.А.Трепалин

УПРАВЛЕНИЕ  
НЕКОТОРЫМИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ  
МЕХАНИЗМАМИ В СОСТАВЕ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК ТЕХТ,  
ДВР НА РЕАКТОРАХ ИБР-2 И ИБР-30

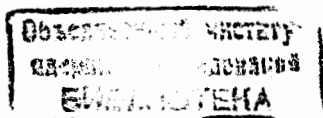
1992

В течение ряда лет в системах автоматизации экспериментальных установок (ЭУ) на реакторах ИБР-2 и ИБР-30 успешно используются блоки управления шаговыми двигателями (БУЩД-3, БУЩД-16) /1/ или исполнительными механизмами (БУИМ) /2/. Для их согласования с исполнительными механизмами (ИМ), используемыми в спектрометрах ДВР и ТЕХТ /3/, был разработан целый ряд адаптеров, а также новых типов программных интерфейсов. В настоящей работе представлены системы управления ИМ этих спектрометров, а также разработанные для них адаптеры АФШ-1, АФШ-2, АФШ-ФПК и четыре новых типа управления электромеханическими интерфейсами ИМ.

### 1. ПРОГРАММНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИМ

Для автоматизации ИМ спектрометров ДВР и ТЕХТ введены дополнительные типы программных интерфейсов ИМ. Благодаря чему стало возможным обращение к ИМ двенадцати типов:

- 1 - шаговый двигатель имеет 4 обмотки;
- 2 - шаговый двигатель имеет 6 обмоток;
- 3 - двигатель оснащен релейным коммутатором: 1 - включить быструю скорость, 2 - включить медленную скорость, 3 - направление движения;
- 4 - двигатель оснащен блоками электроники с импульсным управлением: 1 - "серия +", 2 - "серия -";
- 5 - коммутатор шагового искателя аналогичен типу 4 со скважностью импульсов 1;
- 6 - двигатель оснащен блоками электроники с импульсным управлением: 1 - "серия ", 2 - направление движения;
- 7 - двенадцатитактный коммутатор шагового двигателя с числом обмоток 6;
- 8 - двигатель имеет релейный коммутатор: 3 - движение в сторону уменьшения показаний датчика, 4 - в другом направлении, 1 - медленно, 2 - быстро;
- 9 - во многом аналогичен типу коммутатора 6, но коэффициент пересчета шагов в блоке управляющих параметров соответствующего ИМ использован для умножения программно-



задаваемых шагов на этот коэффициент. Используется для увеличения скоростных характеристик ИМ;

- 10 - для управления перемещением между двумя граничными положениями (управление ванадиевой заслонкой, ТЕХТ); двигатель имеет релейный коммутатор: 1 - направление движения, 2 - включение движения;
- 11 - аналогичен 10, но предназначен для управления перемещением ИМ между 8 контрольными точками КТ (системы детекторов, ТЕХТ);
- 12 - аналогичен 11, но с ожиданием автоматического выполнения позиционирования (сменный коллиматор, ТЕХТ).

Для выбора определенного типа коммутатора или датчика положения каждому ИМ в блоке управляющих параметров БУИМ задается номер одного из приведенных выше коммутаторов. Список типов датчика положения, использованных для автоматизации спектрометров ДВР и ТЕХТ, остался без изменения /2/:

- датчик положения отсутствует и текущее положение определяется по программному счетчику (32 бита);
- имеется 16-разрядный датчик положения с индикацией в двоичном, десятичном или ином виде.

Блок контрольной и управляющей информации создан на ПЭВМ в виде отдельного текстового файла, что существенно облегчило его редактирование и сократило время на наладку системы управления ИМ. В таблице 1 приведен небольшой фрагмент данного файла для спектрометра ТЕХТ.

Таблица 1

параметр	управляющие параметры спектрометра ТЕХТ							
.статус:	0	0	0	0	0	0	0	0
*	*	*	*	*	*	*	*	*
...цель:	100	0	100	0	100	0	100	0
*	*	*	*	*	*	*	*	*
тек.пол:	100	0	100	0	100	0	100	0
*	*	*	*	*	*	*	*	*
тип.ком:	1	1	1	1	11	10	6	6

## II. ДИФРАКТОМЕТР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДВР /3/

расположен на пучке 6-а реактора ИБР-30.

В составе дифрактометра имеются два поворотных "плеча", перемещающихся вокруг общей оси. Углы поворота платформ контролируются 16-разрядными угловыми трансформаторными датчиками положения ВТ100 /4/. Для поворота платформ используются трехфазные двигатели с релейным управлением (тип программируемого коммутатора 8). Диапазон изменения углов составляет 0 - 350 градусов.

Дифрактометр высокого разрешения оснащен трехосным гониометром ГКС-100 (ПНР), у которого отсутствуют датчики положения осей, что компенсируется использованием четырехтактных шаговых двигателей типа ДМИ-200. Способ подключения ГКС-100 к БУИМ аналогичен дифрактометрам ДН-2 и ДН-3 /2/.

Блок-схема системы управления ИМ ДВР представлена на рис.1.

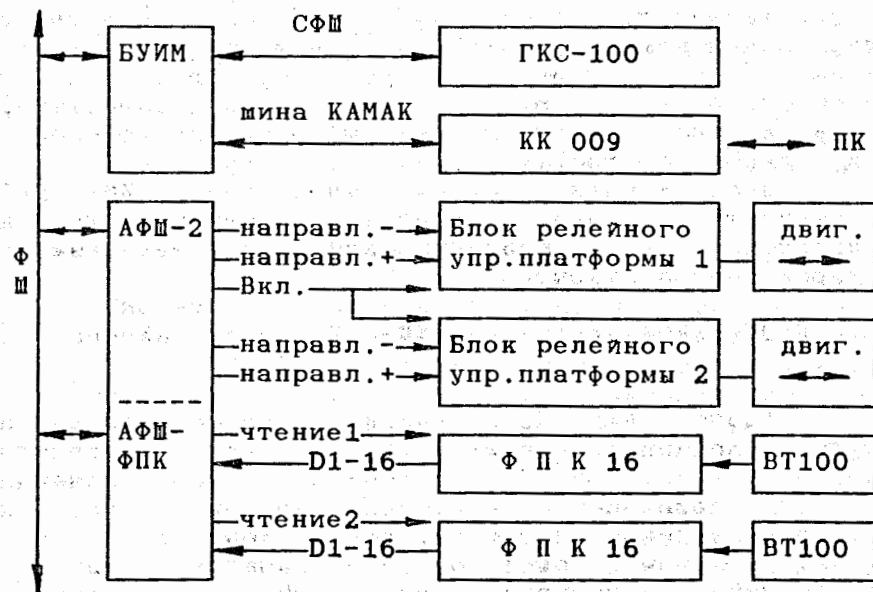


Рис. 1

Контроллер КК106 служит для подключения крейта КАМАК к персональному компьютеру ПК через интерфейс "Мульти"/6/. Микропроцессорный блок управления БУИМ /2/ управляет через функциональную шину (ФШ) двумя поворотными платформами спектрометра и через силовую функциональную шину (СФШ) - гониометром ГКС-100.

Для индикации угла поворота платформы использован трансформаторный угловой датчик типа ВТ100 совместно с блоком электроники ФПК-16 /4/. Адаптер АФШ-ФПК/АФШ-2 представляет собой выполненные в одном блоке КАМАК шириной 1М АФШ-ФПК и АФШ-2. В АФШ-ФПК декодируется номер ИМ и вырабатывается импульс чтения положения платформы 1 или 2. ИМ ДВР присвоены логические номера: ГКС-100 - 1,2,3; платформе 1 - номер 4; а платформе 2 - номер 5. АФШ-ФПК позволяет считывать информацию с четырех датчиков. Возможно подключение к БУИМ до четырех АФШ-ФПК, что позволяет обращаться к 16 угловым датчикам.

Управление соответствующим двигателем осуществляется через АФШ-2 и блок релейного управления коммутацией трех фаз обмоток двигателя. Коммутируется только направление движения с постоянной скоростью, хотя программный коммутатор типа 8 имеет возможность выбирать две скорости (медленно и быстро).

Предложенная схема управления ИМ ДВР оставляет пути для дальнейшего развития системы управления исполнительными механизмами дифрактометра открытыми.

#### IIa. БЛОК-СХЕМА АДАПТЕРА АФШ-ФПК (представлена на рис.2)

Адаптер АФШ-ФПК предназначен для согласования БУИМ с блоками электроники ФПК-16 трансформаторного датчика угла. Один блок АФШ-ФПК адресует команды чтения, принимаемые с функциональной шины, к четырем угловым датчикам. Дешифратор номера ИМ декодирует номера от 1 до 16. По команде чтения с ФШ формируется импульс чтения к выбранному угловому датчику.

Шины данных со всех ФПК-16 объединены и поступают на формирователь кода датчика, который является буфером между угловым датчиком и функциональной шиной. АФШ-ФПК обеспечивает стабилизированное питание +/- 15В для ФПК-16.

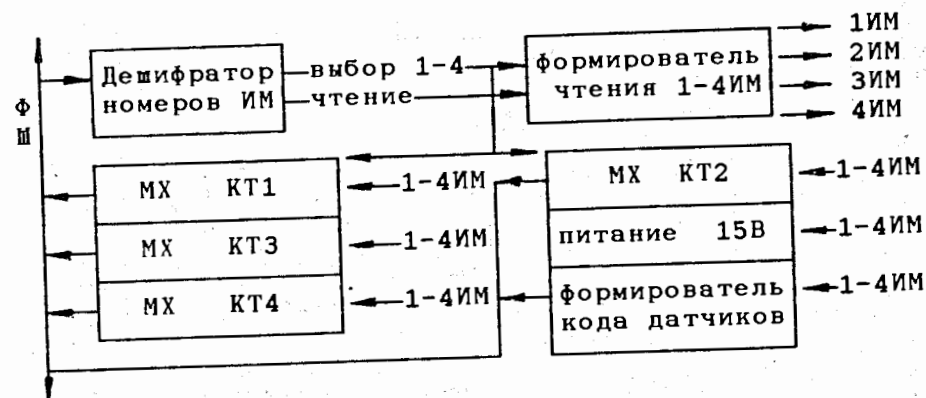


Рис.2

В АФШ-ФПК из четырех контрольных точек, принимаемых с каждого ИМ, используется только три: 1КТ - ограничитель со стороны малых углов, 2КТ - ограничитель со стороны больших углов, 3КТ - индикация о готовности кода углового датчика для чтения.

#### III. УПРАВЛЕНИЕ ИМ СПЕКТРОМЕТРА МУРН

Система управления ИМ (рис.3) спектрометра МУРН /3/ состоит из БУИМ и двух типов адаптеров ФШ (АФШ-1 и АФШ-2), а также блоков промышленной электроники (ПЭ) для управления высокомоментными двигателями постоянного тока, блоков релейного управления системами детекторов и сменным коллиматором.

Блоки релейного управления требуют следующего способа управления: позиционного кода выбора ИМ (+24В, 1А), позиционного кода функции 1-8 в выбранном ИМ (0В, 0,25А).

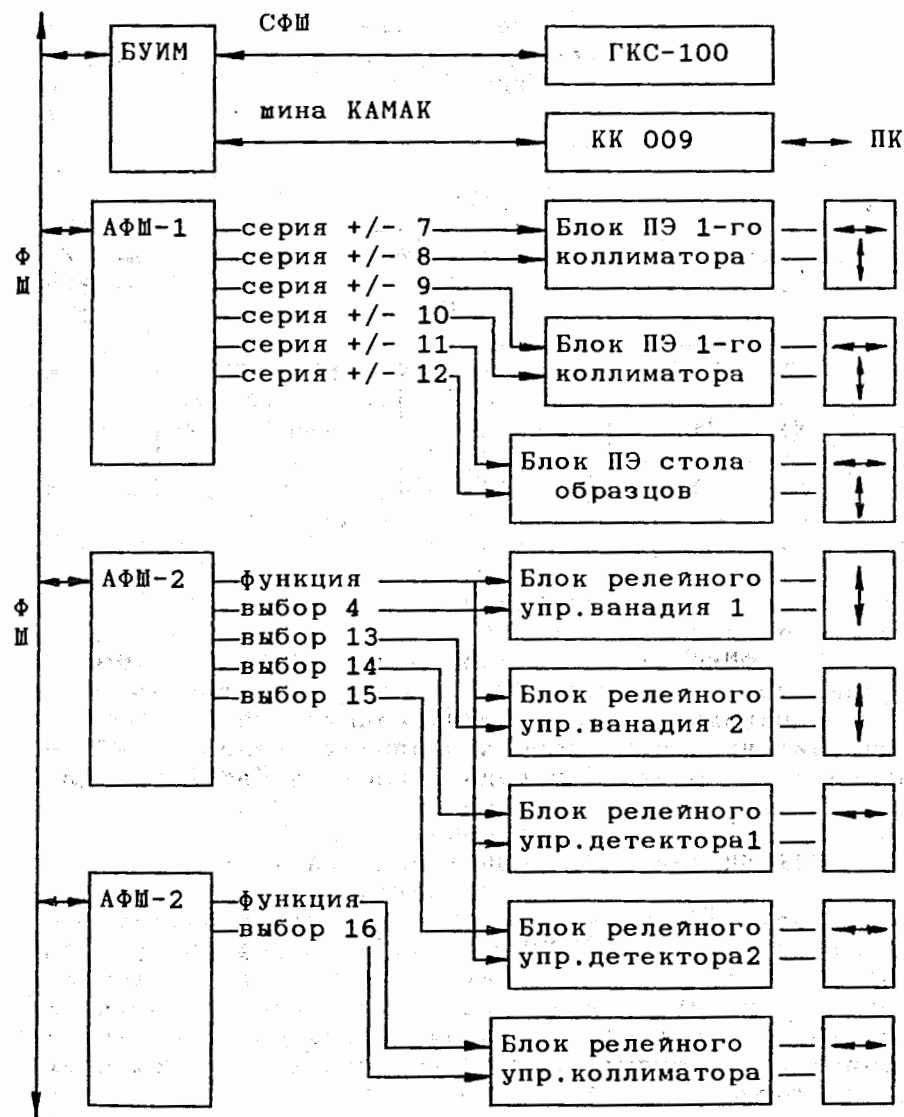


Рис. 3. Структурная схема системы управления ИМ спектрометра МУРН.

Управление двухкоординатным столом образцов и юстируемыми коллиматорами осуществляется высокомоментными двигателями постоянного тока (ВДПТ), укомплектованными блоками электроники со следующим интерфейсом управления: "серия +" (каждый импульс соответствует шагу ИМ вправо, к ПК); "серия -" (каждый импульс соответствует шагу ИМ влево, к ЛК); индикация ограничений слева и справа (ЛК и ПК).

На основе блоков промышленной электроники для управления высокомоментными двигателями постоянного тока: устройства следящего режима УСР-1 /6/ и реверсивного тиристорного трехфазного электропривода ЭТЗИ /5/ - разработана стойка электроники. В нее входят: 6 рабочих и 2 запасных электропривода, крейт КАМАК для установки АФМ-1, АФМ-2 и блоков релейного управления. Конструктивно на одной выдвижной полке шкафа смонтировано два комплекта блоков ПЭ. При помощи переключателя возможно задавать логический номер ИМ 5, 6, 7, 8 или 9, 10, 11, 12. Для предотвращения выхода из строя тиристорного электропривода предусмотрено его ручное отключение на время включения/выключения. Проведена соответствующая модернизация ЭТЗИ и УСР-1. Для обеспечения совместимости всех ВДПТ и всех электроприводов в фотоэлектрических устройствах ДФ-ЗБ двигателей обеспечена стабилизация напряжений +/- 15В. Все ИМ оснащены защитными выключателями для предотвращения выезда ИМ за допустимые пределы. В допустимых пределах перемещения движение ограничено концевиками ЛК и ПК, по которым возможна проверка текущего положения. Для устранения влияния помех на детекторные усилители двигатели имеют изолированную "землю". Предусмотрены некоторые меры для защиты стойки электроники от случайных аварий: короткого замыкания обмоток двигателя, нежелательных механических торможений.

Исполнительным механизмам спектрометра МУРН присвоены следующие логические номера:

1-4 - зарезервированы для трехосного гониометра ГКС-100;

5 - система детекторов номер 1, перемещаемая вдоль пучка;

- 6 - ванадиевая заслонка номер 1;
- 7,8 - вертикальное и горизонтальное перемещение встируемого коллиматора 1;
- 9,10 - вертикальное и горизонтальное перемещение встируемого коллиматора 2;
- 11,12 - вертикальное и горизонтальное перемещение стола с кассетой или гониометром ГКС-100;
- 13 - система детекторов номер 2, перемещаемая вдоль пучка;
- 14 - ванадиевая заслонка номер 2;
- 15 - кольцевой сменный коллиматор;
- 16 - резерв.

### IIIa. АДАПТЕР ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ШИНЫ АФС-1

Адаптер функциональной шины АФС-1 предназначен для управления ИМ, снабженными блоками промышленной электроники с импульсным способом управления: "серия + " - перемещение ИМ происходит в определенном направлении на число дискрет, равное количеству импульсов, и "серия - " - соответственно, в противоположном направлении.

АФС-1 ориентирован на следующий интерфейс управления со стороны функциональной шины: 1 - "серия" управляющих импульсов; 2 - направление; 5-8 - номер ИМ.

Блок-схема АФС-1 представлена на рис.4. Один блок АФС-1 имеет возможность адресовать команды управления, принимаемые с функциональной шины, к четырем ИМ. Дешифратор номера ИМ декодирует номера от 1 до 16 в любом порядке, который аппаратно определяется в конкретном АФС-1. Дискриминатор служит для фильтрации помех с контакта 1 ФШ, по которому от БУИМ поступают управляющие импульсы "серия". Далее, с учетом направления перемещения, выбранного ИМ, формируются управляющие импульсы непосредственно на ИМ.

Контрольные точки на пути перемещения каждого ИМ могут фиксировать наиболее часто используемые положения ИМ. В общем случае на ФШ их может поступать 8, однако на практике их число не превышает 4. В АФС-1 количество контрольных точек, принимаемых с каждого ИМ, равно 4.

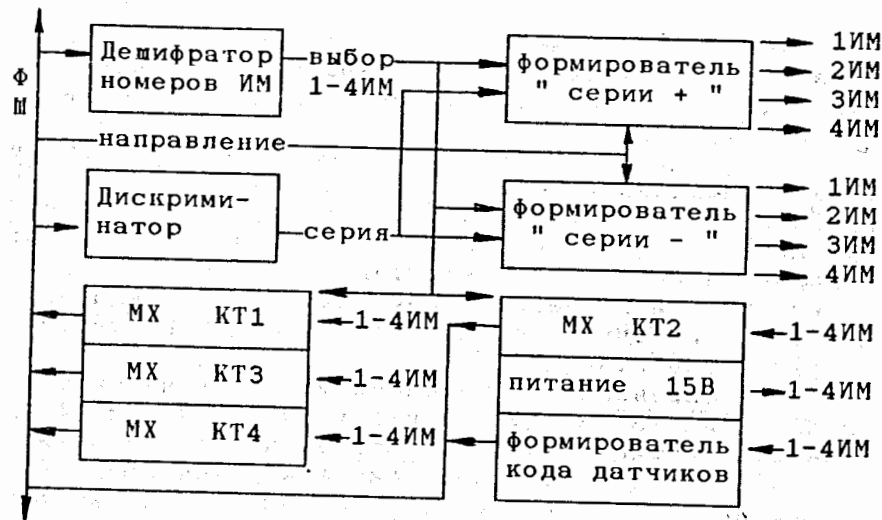


Рис.4

В данном конкретном случае на ИМ спектрометра ТЕХТ используются только 1КТ - "левый" концевик или исходное положение, и 2КТ - соответственно, "правый" концевик.

Формирователь кода датчика положения является буфером между датчиком положения и функциональной шиной. В спектрометре ТЕХТ ИМ не имеют датчика положения. В АФС-1 имеются источники питания +/- 15В для возможного подключения датчиков положения.

### IIIб. АДАПТЕР ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ШИНЫ АФС-2

Адаптер функциональной шины АФС-2 предназначен для управления двумя ИМ1 и ИМ2, снабженными релейными блоками управления исполнительными двигателями. Причем, ИМ1 может иметь не более восьми КТ, а ИМ2 - не более двух. АФС-2 ориентирован на следующий интерфейс управления со стороны функциональной шины: 1-4 - номер или позиционный код функции в выбранном ИМ; 5-8 - номер выбранного ИМ. Для ИМ1 и ИМ2 в АФС-2 аппаратно задаются логические номера ИМ от 1 до 16.

АФМ-2 осуществляет следующий способ управления: позиционный код выбора ИМ1 или ИМ2 (+24В, 1А), позиционный код функции 1-8 в выбранном ИМ (0В, 0,25А).

В спектрометре ТЕХТ для управления положением двух ванадиевых пластин относительно пучка (в пучке/вне пучка) АФМ-2 формирует следующие функции: 1 - определяет положение выбранной ванадиевой пластины относительно пучка, а 2 - включение исполнения команды. Для индикации положения используются две КТ: "ванадий в пучке" и "ванадий вне пучка".

Для управления перемещением систем детекторов вдоль пучка /3/ между 8 контрольными точками АФМ-2 формирует позиционный код заказанного положения 1-8 (0В, 0,25А) выбранной системы детекторов. Для индикации положения системы детекторов используются 8 КТ по числу замыкателей на пути перемещения.

Управление сменным коллиматором /3/ осуществляется аналогично, но количество КТ составляет 5.

Блок-схема АФМ-2 представлена на рис.5.

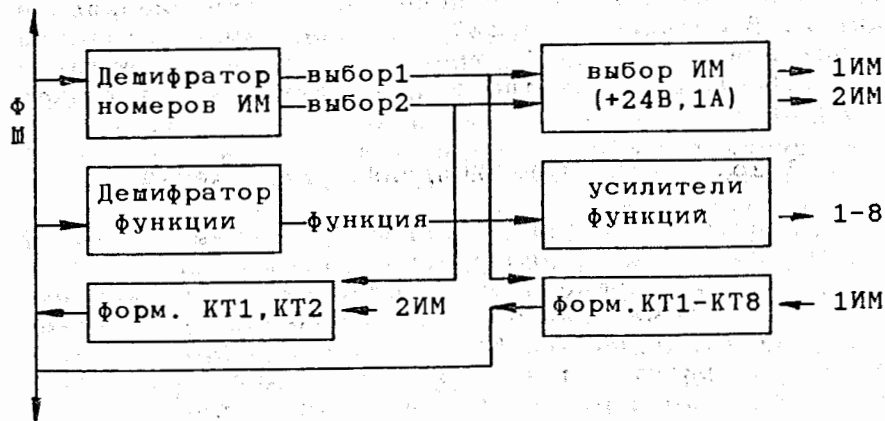


Рис.5

### IIIв. ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ИМ СПЕКТРОМЕТРА ТЕХТ

Программно управление ВМД со стороны ФМ осуществляется коммутатором типа 6. Скорость перемещения ИМ регулируется плавно от 200 Гц до 2,5 кГц, что соответствует 12-150 оборотам ВМД в минуту. Один оборот ВМД составляет 1000 шагов. Это разбиение обеспечивается оптической системой: диск с прорезями и фотодатчик на оси ВМД. Однако, по вертикальному и горизонтальному перемещению стола образцов условиями эксперимента предъявляются повышенные требования к скорости позиционирования. Для решения этой задачи был разработан программный коммутатор 9. Он во многом аналогичен типу коммутатора 6, но коэффициенты пересчета шагов в блоке управляющих параметров ИМ 11 и 12 использованы для умножения программно-задаваемых шагов на этот коэффициент. Для ИМ 11 один программный шаг составляет 5 шагов, отсчитываемых оптической системой, а для ИМ 12 - 10. Это позволяет производить смену образца в пучке за 10 сек, что очень важно при достаточно малых экспозициях измерений.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматизация управления всего комплекса ИМ спектрометра МУРН с помощью БУИМ, АФМ-1 и АФМ-2 подтверждает гибкость созданного программно-аппаратного комплекса, ориентированного на различные типы ИМ.

Микропрограмма БУИМ дополнена специально разработанными типами коммутаторов для реализации управления высокомоментными двигателями постоянного тока, блоками релейного управления и др.

Создано три типа блоков на основе АФМ-1 и АФМ-2. По технологическим соображениям в одной станции КАМАК шириной 1М размещено две схемы АФМ-1, аналогично в таком же блоке - две схемы АФМ-2. Это позволило к одному блоку АФМ-1 подключить восемь ИМ с импульсным управлением,

а к одному блоку АФМ-2 - две детекторные системы и управление двумя ванадиевыми заслонками. Создан также блок, в который вошли одна схема АФМ-1 и одна схема АФМ-2, что позволит сократить затраты на автоматизацию ИМ различных типов.

Расширена область применения БУИМ за счет разработки новых типов коммутатора: 9 - для увеличения скоростных характеристик импульсного управления (юстируемые коллиматоры, стол с образцами); 10 - для управления перемещением между двумя граничными положениями (управление ванадиевой заслонкой); 11 - для управления перемещением между 8 КТ (системы детекторов); 12 - аналогичен 11, но с ожиданием автоматического выполнения позиционирования (кольцевой коллиматор).

Блок контрольной и управляющей информации создан на ПЭВМ в виде отдельного текстового файла, что существенно облегчило его редактирование и сократило время на наладку системы управления ИМ.

Система управления ИМ спектрометра МУРН успешно эксплуатируется на 4 канале реактора ИБР-2 с 1990г, а система управления ИМ ДВР сдана в опытную эксплуатацию.

В заключение авторы выражают благодарность Ю.М.Останевичу за полезные консультации.

#### Литература

1. Вагов В.А., Сиротин А.П. ОИЯИ, 13-87-316, Дубна, 1987.
2. Барабаш И.П. и др. ОИЯИ, 13-89-818, Дубна, 1989.
3. Останевич Ю.М. ОИЯИ, Р13-85-310, Дубна, 1985.
4. Схемотехника цифровых преобразователей перемещений: справочное пособие. В.Г.Домрачев, В.Р.Матвеевский, Ю.С.Смирнов. -М: Энергоатомиздат., 1987, с.54-55.
5. Смолко Г.Г. Реверсивные тиристорные трехфазные электроприводы серий ЭТЭИ, ЭТА и ЭТАП для регулирования скорости и положения. Москва, Энергоатомиздат., 1987.
6. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, 13-89-132. Дубна, 1989.

Рукопись поступила в издательский отдел  
20 марта 1992 года.

Владимиров В.А. и др.

13-92-123

Управление некоторыми исполнительными механизмами в составе экспериментальных установок ТЕХТ, ДВР на реакторах ИБР-2 и ИБР-30

Решена задача автоматического управления исполнительными механизмами в составе экспериментальных установок ТЕХТ, ДВР на реакторах ИБР-2, ИБР-30.

Расширена область применения блока управления исполнительными механизмами на базе микропроцессора К1801ВМ1 в стандарте КАМАК: - для различных типов исполнительных механизмов с импульсным управлением;

- для различных типов исполнительных механизмов, управляющих перемещением между контрольными точками.

Массив контрольной и управляющей информации исполнительных механизмов представлен в виде текстового файла персонального компьютера.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод Н.С.Журавлевой

Vladimirov V.A. et al.

13-92-123

Executive Mechanisms Control in Structure of Experimental Plants TEXT, DBR of the IBR-2, IBR-30 Reactors

Task of executive mechanisms control in the structure of experimental plant TEXT, DBR of the IBR-2, IBR-30 reactors is made up.

The application zone of the CAMAC control block (BIUM) on the basis of the K1801VM1 microprocessor is extended:

- for different types of executive mechanisms with control pulse;
- for different types of executive mechanisms with the movement between control points.

The block of control and monitoring information of executive mechanisms is represented by the text file of PK.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.