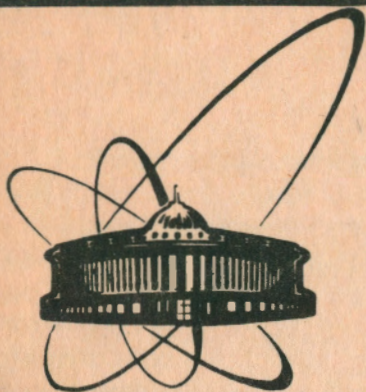


91-61



**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

P9-91-61

**А.Л.Беляев, Г.Г.Казакова, И.Н.Киян,  
А.В.Новиков, Чан Динь Фу, А.В.Чирков,  
М.Ф.Шабашов, З.Н.Шишлянникова**

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УСТАНОВКИ  
И ИЗМЕРЕНИЯ ТОКОВ МАГНИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
ТРАКТОВ ПУЧКОВ ФАЗОТРОНА ОИЯИ**

**1991**

1. Комплекс стабилизированных источников питания магнитных элементов трактов пучков фазотрона ОИЯИ содержит более 50 электромашиных и тиристорных преобразователей, обеспечивающих в нагрузках номинальные токи в диапазоне  $\pm (100 \dots 1100)$  А и напряжения на них до 750 В. Применяемые стабилизаторы СНТП-4, БТ-1004Ф и КТЭ обеспечивают стабильность тока около  $\pm 2 \cdot 10^{-4}$  от его номинального значения. Регулирование тока в нагрузке осуществляется изменением опорного напряжения в контуре стабилизации (рис.1). Возможность автоматизированного регулирования тока в данных стабилизаторах отсутствует, что создает неудобства для экспериментаторов, работающих на трактах большой протяженности в длительных сеансах (медпучок, ЯСНАПП).

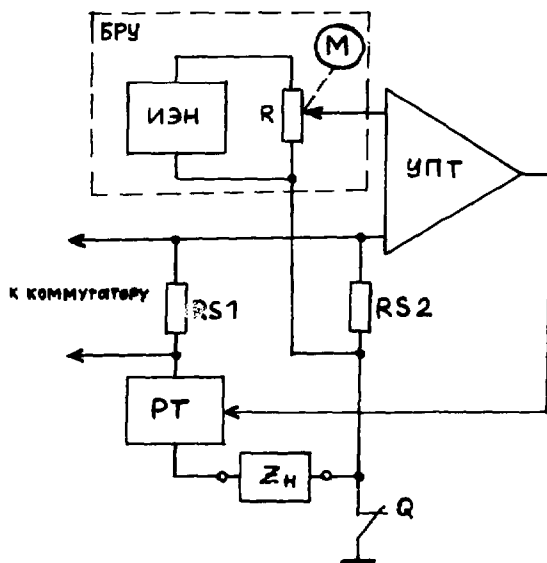


Рис.1. Контур стабилизации. БРУ — блок регулирования установки, ИЭН — источник эталонного напряжения, R — гелипот, M — электродвигатель, RS1, RS2 — шунты, УПТ — усилитель постоянного тока, РТ — регулятор тока, Z<sub>н</sub> — нагрузка, Q — автоматический выключатель.

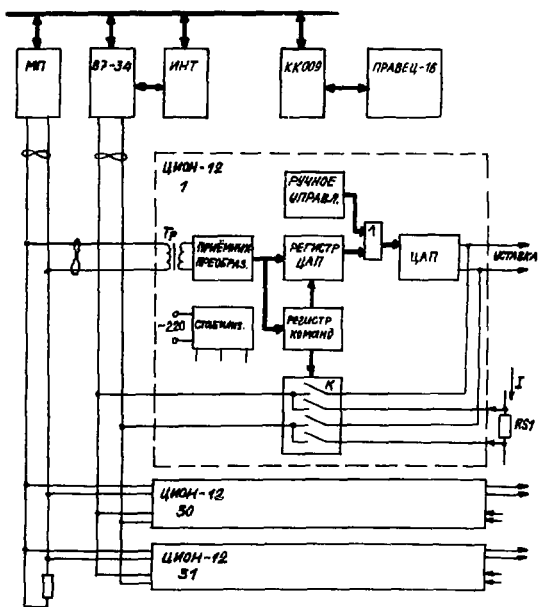


Рис. 2. Структурная схема системы.

Разработанная и реализованная система предназначена для автоматизированного управления комплексом источников питания и позволяет:

- а) устанавливать токи в каждом из источников с шагом  $2,5 \cdot 10^{-4}$  от максимальной величины;
- б) измерять величину тока и напряжение управляющей уставки с точностью не хуже  $2 \cdot 10^{-4}$ .

2. Система реализована по структурной схеме (рис.2), аналогичной описанной в работе<sup>1,1</sup>. Каждый из стабилизаторов оснащен цифровым источником опорного напряжения (блок ЦИОН-12), задаваемого с помощью 12-разрядного ЦАП. Блоки ЦИОН-12 установлены в стойках стабилизаторов на месте БРУ (рис.1). Каждому из стабилизаторов присвоен свой адрес. Управление осуществляется с помощью магистрального передатчика (МП), расположенного в удаленном интерфейсе на месте оператора. Для передачи цифровой информации от передатчиков к блокам ЦИОН-12 используются многопроводные согласованные последовательные магистрали, к каждой из которых можно подключить до 31 блока ЦИОН-12. Передача осуществляется биполярным фазоманипулиро-

ваным манчестерским кодом<sup>2/</sup> со скоростью 500 кБод. Посылка информации скомпонована в 20-разрядное слово, содержащее адрес (5 бит), режим работы (управление/измерение, 1 бит), код уставки (12 бит), тип измеряемого сигнала (ток/уставка, 1 бит), бит четности.

Для измерения используется цифровой вольтметр В7-34А, в качестве интерфейса КАМАК для него используется блок, описанный в<sup>3/</sup>. К входу цифрового вольтметра подключена двухпроводная линия связи, к которой с помощью встроенных в блоки ЦИОН-12 релейных коммутаторов на время измерения подключаются либо напряжения с измерительных шунтов RS, либо управляющие уставки любого из стабилизаторов.

Система допускает управление как вручную с панелей стабилизаторов или передатчика, так и от компьютера типа "Правец-16" с контроллером крейта КК009<sup>4/</sup>.

3. Блок ЦИОН-12 выполнен на базе микросхемы К594ПА1 (ЦАП) и стабилизатора КС191Ф (источник опорного напряжения). Функциональная схема блока приведена на рис.2. Задание параллельного кода в схему ЦАП осуществляется либо от кнопок ручного управления, либо от регистра, управляемого с магистрали. К магистрали блок подключается через разделительный трансформатор. Преобразование последовательного манчестерского кода в параллельный осуществляется в схеме приемника-преобразователя. Выбор того или другого режима блока осуществляет регистр команд. Блок выполняет команду только при совпадении ад-

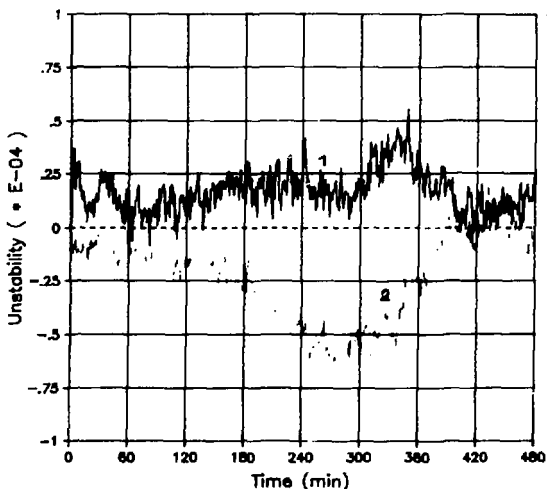


Рис.3. Напряжение уставки за 8 часов, 1 —  $U_{уст.} = +0,5U_{уст.макс}$ ,  
2 —  $U_{уст.} = -0,5U_{уст.макс}$ .

реса стабилизатора с адресом, содержащимся в посылке и при выполнении условия четности принятого кода. Временная стабильность напряжения уставки иллюстрируется рис.3. Каждый из блоков оснащен источниками питания  $\pm 12$  В/200 мА, +5 В/2 А, что необходимо для обеспечения гальванической изоляции блоков между собой. Выполнены два конструктивных варианта блоков: для стабилизаторов СНТП и КТЭ; функционально блоки подобны. При работе в автономном режиме управление от магистрали блокируется.

60 блоков ЦИОН-12 изготовлены в ОП ОИЯИ.

4. Магистральный передатчик служит для преобразования параллельного кода, поступающего с магистрали КАМАК, в последовательную кодовую посылку, содержащую 20 бит информации, представленной в виде фазоманипулированного биполярного кода с амплитудой  $\pm 12$  В. Тактовая частота посылки стабилизирована кварцем. Передаваемый код дополнен битом четности, чем повышается помехоустойчивость передачи. Передатчик имеет возможность ручного управления, при этом блокируется управление с магистрали КАМАК. Выходной каскад передатчика гальванически развязан с магистралью и имеет высокую нагрузочную способность, обеспечивающую работу на 31 блок ЦИОН-12. Блок изготовлен в конструктиве КАМАК и имеет ширину ЗМ.

5. Программное обеспечение системы написано на языке TURBO Paska! версии 5.5 с возможностью работы как с цветным, так и с монохромным мониторами.

Взаимодействие оператора с системой осуществляется с помощью набора иерархических имен, что дает возможность оператору, практически не знакомому с системой, легко общаться с ней, выбирая из меню необходимые функции.

Основное меню системы включает следующие функции:

1. Режим визуального контроля токов.
2. Автоматизированная работа тракта.
3. Включение/выключение режима "Автоподстройка".
4. Создание новых режимов работы трактов.
5. Изменение режимов работы трактов.
6. Удаление режима работы тракта.
7. Отключение тракта.
8. Вывод на печать режимов работы тракта.
9. Конец работы.

В режиме визуального контроля система осуществляет измерение напряжений с шунтов; информация выдается на экран дисплея в виде таблицы "задано — имеется". В этом режиме система только информирует оператора о состоянии тракта и не предпринимает никаких действий в случае возникновения аварийных ситуаций.

В режиме автоматизированной настройки тракта система устанавливает режим работы тракта, выбранный оператором из меню режимов. Для начала настройки оператор должен выполнить вручную следующие операции:

а) выставить на блоках ЦИОН-12, соответствующих задействованным в трактах источникам тока, начальный код требуемой полярности (по запросу оператора это может выполнить система);

б) с помощью регулирования напряжения возбуждения и уставки ввести источник в режим стабилизации, если это необходимо.

После этого управление передается системе. В начале настройки система тестирует аппаратуру КАМАК, коды уставок блоков ЦИОН-12, проверяет, включены ли источники тока (напряжение на шунте должно быть более 1 мВ). В случае обнаружения неисправности система информирует оператора и исключает данный источник из настройки.

Настройка тракта осуществляется методом последовательных приближений, что обеспечивает плавный подход к заданному значению тока. На каждом шаге система определяет вес кода для нахождения вычисленного значения тока, соответствующего данному шагу. Действительное значение тока не должно отличаться от вычисленного более чем на 15%. В противном случае система информирует оператора об ошибке (считается, что источник не управляется). Настройка заканчивается, когда разница действительного и вычисленного (заданного системой) значений токов не превышает двух младших бит. В случае обнаружения ошибок настройка может быть повторена. Во время настройки тракта, а также по ее окончании система осуществляет контроль превышения аварийного предела токов источников. В случае аварии система попытается снизить ток, задав в ЦИОН-12 код, хранящийся в памяти, а в случае неудачи сбросит уставку в нуль и даст сообщение оператору.

По окончании настройки тракта оператор может включить режим "Автоподстройка". В этом режиме система удерживает заданный ток в коридоре 0,1% для магнитов и 1% — для линз. Уставка в этом случае варьируется в пределах 20%.

Информация о режиме работы тракта хранится в специальном файле, содержащем следующие данные о нем:

- а) тип элемента,
- б) заданное значение тока (напряжение на шунте),
- в) предельное значение тока.

Тип и номер источника тока определяется местом расположения данных в файле. Каждый режим работы тракта имеет свое наименование, задаваемое при формировании режима. Система для удобства сортирует файлы в алфавитном порядке по наименованиям и нумерует их от 1 до N, где N — число файлов режимов. Основная информация о работе

системы заносится в архивный файл и по окончании работы системы может быть выведена на экран монитора или принтер.

6. Система около года находится в опытной эксплуатации на фазотроне. По окончании наладки система показала достаточную надежность при работе в режимах как ручного, так и автоматизированного управления. Время автоматизированной настройки тракта, использующего около 30 источников питания, составляет около 30 минут, что во многом обусловлено необходимостью выполнения на некоторых источниках ручных операций по вводу их в режим стабилизации. Дальнейшее развитие системы может быть связано с автоматизацией регулирования напряжения возбуждения мотор-генераторов, позволяющей исключить связанные с этим ручные операции.

Авторы выражают благодарность Л.М.Онищенко, В.В.Калиниченко за постановку задачи и поддержку работы, В.И.Смирнову за оказание помощи при монтаже системы, С.В.Калагиной за подготовку документации для изготовления в ОП ОИЯИ блоков ЦИОН-12.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ветров П.Б. и др. — ПТЭ, 1986, № 2, с.83.
2. Flammery V. et al. — LEP Controls Note, Geneva, 1981, No.14.
3. Аносов В.Н. и др. — ОИЯИ, P10-89-363, Дубна, 1989.
4. Антюхов В.А. и др. — ОИЯИ, P10-87-928, Дубна, 1987.

Рукопись поступила в издательский отдел  
30 января 1991 года.