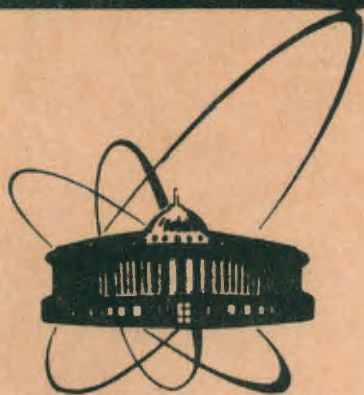


90-398



**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

P10-90-398

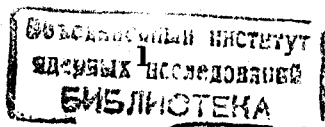
Нгуен Ньи Дьен, К.Г.Родионов

**МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОНТРОЛЛЕР  
В СТАНДАРТЕ КАМАК  
ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ  
ТЕМПЕРАТУРЫ**

**1990**

В ряде экспериментов, например, в экспериментах по исследованию высокотемпературной сверхпроводящей керамики на пучке нейтронов ИБР-2, ЛНФ, используется автономная микропроцессорная система регулирования и стабилизации температуры объекта исследования. В первом варианте использования эта система управлялась и контролировалась дистанционно с терминала, установленного на рабочем месте экспериментатора [1]. Развитие системы потребовало применить блок памяти для накопления температурной информации в определенные промежутки времени и ее последующей регистрации синхронно с регистрацией других параметров эксперимента. Для этого в блок микропроцессорного контроллера (МК) системы введен регистр текущей температуры, информация с которого передавалась в эту память по стробирующему сигналу от основной установки. Таким образом обеспечивалась синхронность регистрации температуры с регистрацией других экспериментальных параметров и ее последующая архивизация в памяти ЭВМ.

Модернизированная установка эксперимента управляется персональным компьютером через интерфейсный блок РС-КАМАК (рис. 1). Автономная микропроцессорная система регулирования температуры в этой конфигурации установки вносила определенный дискомфорт в управление экспериментом. Поэтому было целесообразно ввести данную автономную систему в единый экспериментальный комплекс аппаратуры с управлением от общего персонального компьютера типа РС/XT/AT. Для этого блок МК автономной системы дополнили интерфейсом КАМАК (рис. 2). В таком виде микропроцессорная система представлена в комплексе



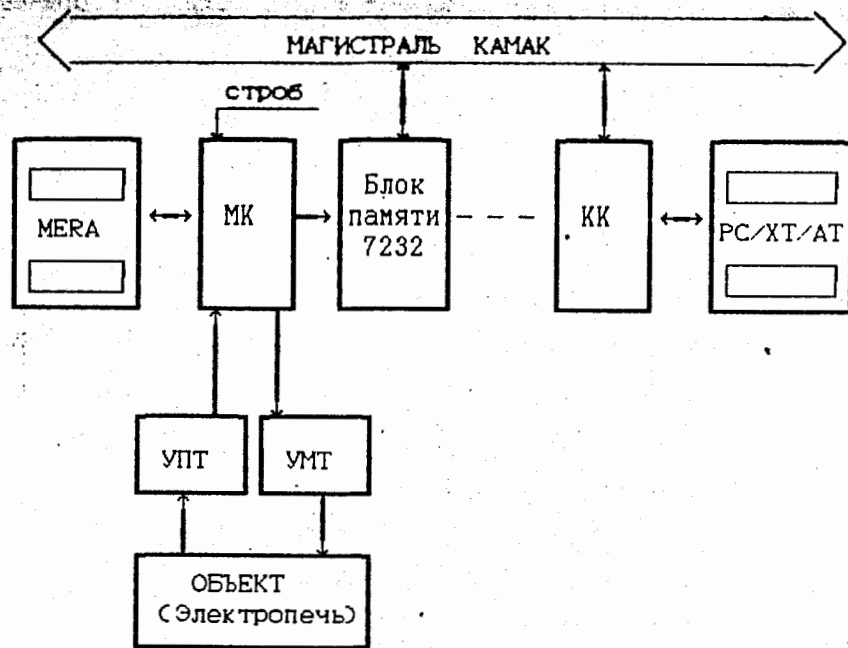


Рис. 1. Блок-схема использования МК в стандарте КАМАК.

МК - Микропроцессорный контроллер.

КК - Контроллер крейта.

УПТ - Усилитель постоянного тока.

УМТ - Усилитель мощности тиристорный.

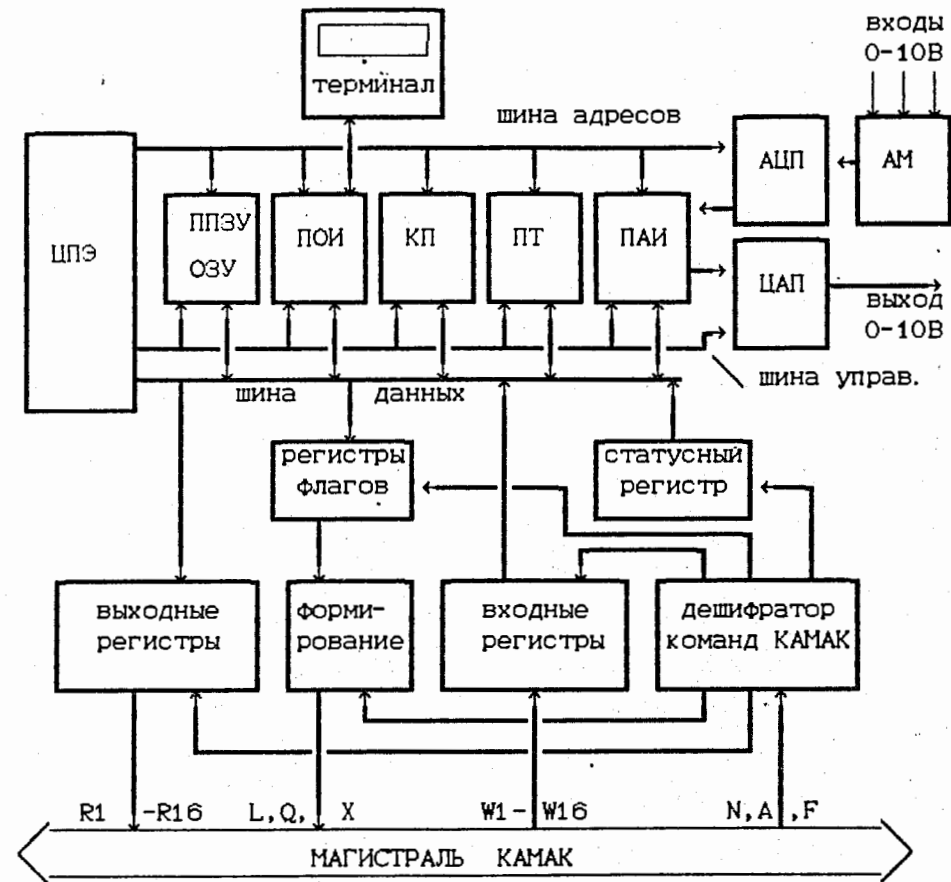


Рис. 2. Блок-схема микропроцессорного контроллера в МКК.

ЦПЭ - Центральный процессорный элемент.

ПОИ - Последовательный интерфейс.

КП - Контроллер прерывания.

ПТ - Программируемые таймеры.

ПАИ - Параллельный интерфейс.

АМ - Аналоговый мультиплексор.

как "блок КАМАК" (МКК), управляемый персональным компьютером через контроллер крейта [2].

### 1. Микропроцессорный контроллер

Микропроцессорный контроллер (МКК) разработан из схем микропроцессорной серии типа КР580 [1]. Кроме указанной выше "модернизации" в МКК увеличена емкость памяти ППЗУ до 12 кбайт, что позволило увеличить программные функции автономной системы регулирования температуры. Введена схема, обеспечивающая программный переход управления системой или по последовательному каналу типа RS-232 от дисплейного терминала, или по параллельному каналу через шину КАМАК от РС. В ППЗУ (12кбайт) записана мониторинговая программа, программа стабилизации, табличные данные параметров системы, сервисные программы. Статические ОЗУ (8кбайт) используются для программной информации пользователя и как буферная память текущих температурных данных.

Программный алгоритм температурного режима кроме стабилизации заданной температуры объекта включает такие параметры, как время стабилизации, режимы управления скоростями нарастания и спада температуры, контроль их линейности. Для управления используются 2 из 8 возможных уровней прерывания, реализуемых схемой КР580ВН59.  $IRQ_0$  - прерывание по окончании времени стабилизации заданной температуры.  $IRQ_1$  - прерывание для обращения к подпрограмме проверки скорости нарастания (спада) температуры. Запросы на прерывание поступают от программных счетчиков контроллера. МКК содержит 6 программных счетчиков (2 элемента КР580ВИ53). При управлении по последовательному каналу счетчик 1-1

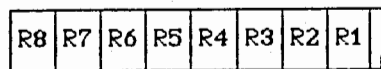
используется для генерации тактовых импульсов схемы приема-передачи (элемент КР580ИК51). Частота генерации выбирается программно. Возможная скорость приема-передачи данных - 300,600,1200,2400,4800 бод. Счетчики 1-2, 1-3 предназначены для запросов прерываний  $IRQ_0$  и  $IRQ_1$  соответственно. Счетчики 2-1, 2-2, 2-3 применены как программные делители частоты записи температурной информации в буферную память. Интервал между регистрациями можно изменять от 200мс до 3276с с шагом 100мс.

12-битные АЦП и ЦАП подключены к шине данных МКК через параллельный интерфейс (схема КР580ВВ55А). Аналоговые вход АЦП и выход ЦАП связаны с другими функциональными блоками этой системы через разъемы LEMO, установленные на передней панели блока.

### 2. Интерфейс КАМАК

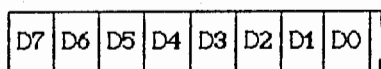
Интерфейс состоит из входного и выходного регистров, дешифратора команд, вспомогательных схем, фиксирующих алгоритм работы интерфейса, и позволяет производить обмен информацией между шинами микропроцессора и КАМАК в асинхронном режиме [3] по программе обслуживания системы автоматизации экспериментов посредством интерактивных команд. Вид обмена информацией (микропроцессор - шина КАМАК - РС) определяется статусным словом, записываемым в блок МКК по его адресу в крейте. Микропроцессор читает статусное слово по своим микрокомандам, определяя вид обмена и алгоритм работы системы.

Формат статусного слова регистра КАМАК :



- [ 1- разблокировка Лам з. (записи)
- [ 0- блокировка Лам з.
- [ 1- разблокировка Лам чт. (чтения)
- [ 0- блокировка Лам чт.
- [ 1- триггер Тз - установлен
- [ 0- триггер Тз - сброшен
- [ 1- триггер Тчт - установлен
- [ 0- триггер Тчт - сброшен

Формат статусного слова МКК :



- [ 1- преобразование в АЦП закончено
- [ 1- последовательный режим МКК
- [ 0- параллельный режим работы МКК
- [ 1- есть опрос регистра температуры
- [ 0- нет опроса регистра температуры
- [ 1- конец обмена информацией
- [ 1- сигнал Лам з. - установлен
- [ 1- сигнал Лам чт. - установлен

МКК может выполнять следующие команды КАМАК :

- NAC(0)F(0) - чтение информации с МКК и сброс триггера чтения (Тчт) Q=1
- NAC(0)F(1) - чтение состояний триггеров флагов Q=0
- NAC(0)F(8) - проверка состояния триггеров L (Тчт, Тз) Q=L

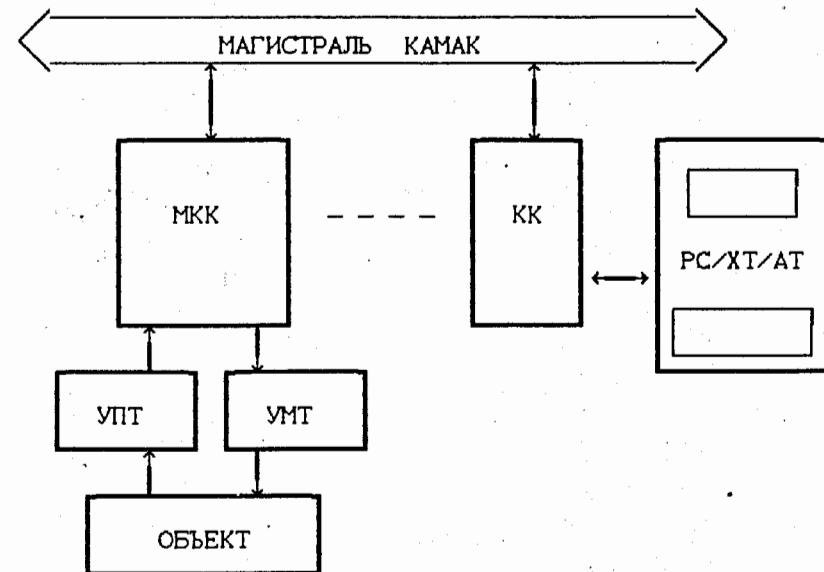


Рис. 3. Блок-схема применения МКК в КАМАК.

МКК - Микропроцессорный контроллер.

КК - Контроллер крейта.

УПТ- Усилитель постоянного тока.

УМТ- Усилитель мощности тиристорный.

- NAC(0)F(9) - останов обмена информацией Q=0
- NAC(0)F(16) - запись информации в МКК и сброс триггера записи (Тз) Q=1
- NAC(0)F(17) - запись статусного слова в МКК Q=1
- NAC(0)F(24) - разрешение загрузки информации в буферную память Q=1
- NAC(0)F(25) - запрет загрузки информации в буферную память Q=0.

При выполнении перечисленных команд подается сигнал X=1.

### 3. Программный алгоритм МКК при параллельном канале связи

Инициализация работы автономной системы в комплексе РС производится нажатием кнопки RESET на передней панели блока МКК. МКК начинает выполнять программу монитора с чтения статусного слова и определяет режим связи системы (последовательный или параллельный). В режиме параллельной связи с РС (рис.3) процессор МКК переходит к выполнению подпрограммы связи через магистраль крейта КАМАК. Для связи используются следующие символы :

W (код ASCII=87)- режим записи информации в МКК из РС

R (код ASCII=82)- режим чтения информации из МКК в РС

L (код ASCII=76)- режим выбора частоты и запуск накопления текущих температурных данных в буферную память МКК

G (код ASCII=71)-запуск программы регулирования температуры

S (код ASCII=83)-ввод режима стабилизации температуры

E (код ASCII=69)- останов работы программы регулирования.

Программа регулирования и стабилизации температуры записана в ППЗУ, а оперативные параметры записываются в ОЗУ и включают следующие операции :

1. Задание скорости нарастания и уменьшения температуры от  $1^{\circ}\text{C}/\text{мин.}$  до максимальной с шагом  $1^{\circ}\text{C}/\text{мин.}$
2. Задание температуры для регулирования в диапазоне ( $20^{\circ}\text{C} - 1100^{\circ}\text{C}$ ) и стабилизация ее с точностью  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .
3. Задание времени стабилизации температуры (1мин - 96ч с шагом 1 мин).
4. Задание периода регистрации текущей температуры в буферную память (200мс - 3276с с шагом 100мс).
5. Ручной ввод системы в режим стабилизации температуры в произвольный момент.
6. Задание максимальной (предельной) температуры объекта.

Примечание: При достижении предельной температуры система автоматически отключается и устанавливается флаг "аварии".

Во время работы система контролирует текущие параметры и флаги:

- а) Количество температурных данных, записанных в буферную память.
- б) Текущая температура.
- в) Количество сбоев при стабилизации температуры.
- г) Флаг режима стабилизации.
- д) Флаг предельной температуры.

Некоторые фиксированные адреса микропроцессора :

0000 H- Чтение или запись данных через KP580ИК51.

0004 H- Чтение или запись статусного слова и слова управления для KP580ИК51.

0020 H- Загрузка счетчика 1-1 таймера 1.

0021 H- Загрузка счетчика 1-2 таймера 1.

0022 H- Загрузка счетчика 1-3 таймера 1.

0023 H- Запись или чтение слова управления для таймера 1.

003C H- Запись или чтение данных через порт А KP580ВВ55А.

003D H- Запись или чтение данных через порт В KP580ВВ55А.

003E H- Запись или чтение данных через порт С KP580ВВ55А.

003F H- Запись или чтение слова управления для портов А,В,С.

0040 H, 0041 H- Запись адреса вектора прерывания и слов управления в KP580ВН59.

0057 H- Формирование сигнала разрешения пуска счетчика 1-2.

005B H- Формирование сигнала разрешения пуска счетчика 1-3.

005D H- Формирование сигнала пуска АЦП.

005E H- Формирование сигнала для проверки конца преобразования АЦП.

- 0067 Н- Разрешение прохождения тактовых импульсов в счетчики 1-2, 1-3 таймера 1.
- 006B Н- Запрет прохождения тактовых импульсов в счетчики 1-2, 1-3 таймера 1.
- 006D Н- Сброс и запрет пуска счетчика 1-2.
- 006E Н- Сброс и запрет пуска счетчика 1-3.
- 0070 Н- 0077 Н- Выбор 1 из 8 входов мультиплексора в программируемом режиме.
- 007E Н- Формирование сигнала для выбора 1 из 8 каналов в последовательном режиме.
- 0097 Н- Чтение старшего байта из входных регистров или запись старшего байта в выходные регистры.
- 0098 Н- Чтение младшего байта из входных регистров и установка триггера Тз или запись младшего байта в выходные регистры и установка триггера Тчт.
- 00AF Н- Сброс триггера опроса регистрации данных в буферную память.
- 00BD Н- Сброс триггера формирования сигнала конца обмена данных.
- 00E0 Н- Загрузка счетчика 2-1 таймера 2.
- 00E1 Н- Загрузка счетчика 2-2 таймера 2.
- 00E2 Н- Загрузка счетчика 2-3 таймера 2.
- 00E3 Н- Запись или чтение слова управления для таймера 2.
- Блок выполнен в конструктиве КАМАК на станции шириной 2М.

#### 4. Заключение

Микропроцессорный контроллер КАМАК (МКК) с микропрограммой автономных операций, описанных выше, длительное время используется в составе системы управления дифрактометром на базе персонального компьютера РС/АТ.

Электроды с образцами установлена на пучке нейтронов реактора ИБР-2, на расстоянии ~ 20м от системы управления. МКК управляется одной из команд РС, которая в интерактивном режиме позволяет управлять работой печи (выполнять или отдельные операции, или ряд последовательных операций по заданному алгоритму), синхронизируя некоторые операции с измерениями на установке. Этим экспериментом не ограничивается возможность применения описанного контроллера. Аналоговый и цифровой входы и выходы контроллера, гибкость связи МКК с терминалом (параллельная или последовательная) позволяют использовать его в различных устройствах и автоматизированных управляющих системах.

Авторы выражают благодарность В. Г. Тишину и А. И. Островному за полезные советы при разработке блока.

#### Литература

1. Нгуен Нь Дьен, К. Г. Родионов.  
Сообщение ОИЯИ, Р10-89-454, Дубна, 1989.
2. А. Георгиев, И. Н. Чурин.  
Сообщение ОИЯИ, Р10-88-381, Дубна, 1988.
3. В. А. Цымбаленко. ПТЭ, №-5,78,1988.

Рукопись поступила в издательский отдел  
8 июня 1990 года.

Нгуен Ньи Дьен, Родионов К.Г.  
Микропроцессорный контроллер в стандарте КАМАК  
для регулирования и стабилизации температуры

P10-90-398

Описан микропроцессорный контроллер в стандарте КАМАК для регулирования и стабилизации температуры объекта (электродуховка, термостат и т.д.). Контроллер имеет два режима управления - параллельный и последовательный и управляется персональным компьютером типа РС/XT/AT. Разработанная аппаратура и программное обеспечение позволяют линейно повышать или понижать температуру образцов до указанной величины с различной скоростью, стабилизировать температуру на заданном уровне, регистрировать график текущей температуры как во время нагрева или остывания, так и во время стабилизации с различной частотой, задаваемой программой.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1990

Перевод авторов

Nguyen Nhi Dien, Rodionov K.G.  
Microprocessor Controller in CAMAC Standard  
for Temperature Regulation and Stabilization

P10-90-398

The microprocessor controller in CAMAC standard for temperature regulation and stabilization of an external object, (electric furnace, thermostat) is described. The controller has two control regimes - parallel and serial regimes and has been controlled by personal computer PC/XT/AT. The apparatus that has been created and software supply allow linearly to raise or to lower temperature of samples to indicated value with different rates, to stabilize temperature on a level is set, to record a graph of current temperature both at time of heating or cooling down and at time of stabilization with different frequency that is set by the program.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1990