

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

**P11-88-608**

**И.В.Жигулин, В.Б.Шутов**

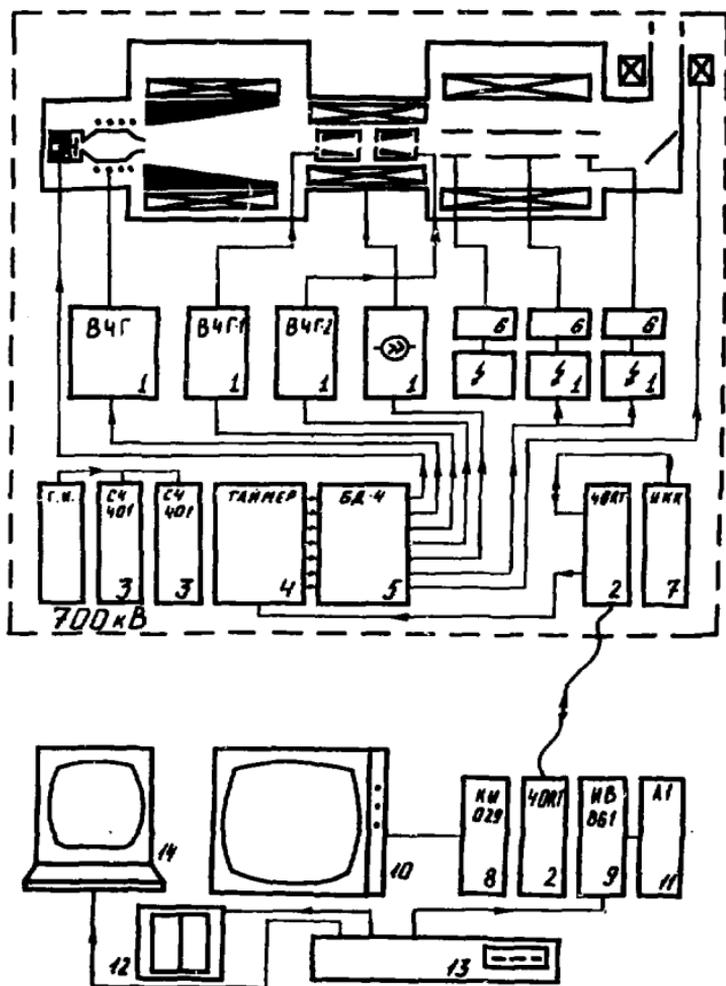
**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ  
ПАРАМЕТРОВ КРИОГЕННОГО ИСТОЧНИКА  
ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ДЕЙТРОНОВ "ПОЛЯРИС"**

Направлено в Оргкомитет XI Всесоюзного  
совещания по ускорителям заряженных частиц,  
Дубна, октябрь 1988 г.

**1988**

Автоматизированная система контроля параметров криогенного источника поляризованных дейтронов "Полярис"<sup>1/1</sup>, расположенного на высоковольтном терминале форинжектора линейного ускорителя ЛУ-20, предназначена для контроля за работой источника. Кроме того, она обеспечивает дистанционное управление рядом исполнительных устройств. Блок-схема системы контроля и управления представлена на рисунке. Она состоит из двух основных частей: подсистемы, расположенной на высоковольтной колонне станции питания форинжектора, и подсистемы, находящейся на пульте управления линейного ускорителя. Каждая подсистема управляется автономной микроЭВМ. Они связаны между собой посредством быстрого последовательного асинхронного канала передачи данных. Высоковольтная /700 кВ/ развязка каналов связи осуществляется с помощью оптоволоконных линий.

В каждом цикле ускорения происходит измерение параметров, передача их от микроЭВМ, расположенной на колонне станции питания форинжектора, в микроЭВМ на пульте управления, обработка и отображение измеряемых величин на дисплее и/или на экране цветного телевизионного монитора. Измеряемыми величинами являются токи выседания и напряжения на электродах ионной оптики источника, ток магнита и частота генератора ячеек ядерной поляризации, ток импульсного соленоида спин-прецессора пучка дейтронов, температура азотных экранов и некоторые другие. Общее количество измеряемых параметров - 23, в том числе у 20 параметров снимается временная зависимость. Шаг измерения задается генератором стробирующих импульсов и может изменяться программно. После запуска системы он равен 200 мкс. Число измерений каждого параметра за один цикл равно 200, общий объем измеряемых данных составляет 4 кбайта. Помимо измерения названных параметров система контролирует правильность работы восьми исполнительных устройств: электромагнитного клапана в системе напуска дейтерия, высокочастотного генератора-диссоциатора, импульсных высоковольтных источников, магнита и генераторов высокочастотных ячеек ядерной поляризации, импульсного соленоида спин-прецессора пучка. При отсутствии срабатывания одного из них или срабатывании в момент времени, отличный от предыдущего цикла, соответствующая информация кодируется и передается подсистеме, расположенной на пульте управления.



Блок-схема автоматизированной системы контроля параметров криогенного источника поляризованных дейтронов "Полярис". 1 - исполнительные устройства источника, 2 - оптоволоконные приемопередатчики, 3 - счетчики СЧ-401, 4 - 12-канальный программируемый таймер, 5 - формирователи мощных управляющих импульсов БД4, 6 - преобразователи ток-частота и напряжение-частота, 7 - интеллектуальный контроллер крейта, 8 - контроллер RGB монитора КИ-029, 9 - драйвер ветви КАМАК-ИВ861, 10 - RGB-монитор, 11 - контроллер крейта - А1, 12 - накопитель на гибком магнитном диске, 13 - микроЭВМ "Электроника-60", 14 - дисплей.

Вся аппаратура измерения, управления, связи выполнена в стандарте КАМАК. Подсистема, расположенная на колонне инжектора, содержит один "активный" крейт и ряд исполняющих устройств. Управление осуществляется интеллектуальным контроллером крейта, включающим в себя собственно контроллер крейта и микроЭВМ. Контроллер крейта программно совместим /за исключением канала прямого доступа в память/ с драйвером ветви ИВ861<sup>1/2</sup>. МикроЭВМ выполнена на базе микропроцессора К1801ВМ1<sup>1/3</sup> с производительностью 500 тыс. операций типа регистр - регистр в секунду.

МикроЭВМ включает в себя:

- 8Кбайт статистического ОЗУ с возможностью подключения резервного батарейного питания,
- 16Кбайт ПЗУ,
- последовательный асинхронный канал связи, работающий со скоростью до 153600 бод,
- схему рестарта, позволяющую через заданный интервал времени осуществить перезапуск микроЭВМ, если за это время программа не вышла в контрольную точку.

Это позволило добиться высокой защищенности системы от сбоев по питанию. Контроллер крейта выполнен в блоке КАМАК шириной 2 м и предназначен для установки в контрольную станцию.

В измерительную часть системы входят преобразователи ток - частота и напряжение - частота, имеющие развязку по напряжению до 10 киловольт. Они обеспечивают преобразование с точностью не хуже 1% в диапазонах  $0 \div 100$  мкА и  $0 \div 10$  кВ. Коэффициенты преобразования равны 1 кГц/мкА и 1 кГц/кВ. Для перевода значения токов выседания и напряжений на электродах в цифровую форму используется схема, включающая программируемый двухтактный генератор стробирующих импульсов, задающий шаг измерений, и набор счетчиков. Измерение тока с шунта магнита ячеек поляризации выполняется с помощью аналого-цифрового преобразователя.

Помимо этого в систему входит 12-канальный программируемый таймер<sup>1/4</sup>. Он обеспечивает регулируемую задержку включения исполнительных устройств в диапазоне  $0,1$  мкс  $\div$  99 с. В таймере предусмотрена возможность программного запрещения и разрешения работы любого канала. Мощные управляющие сигналы для исполнительных устройств вырабатываются блоками БД4. Они обеспечивают выходные импульсы амплитудой 4,5 В при токе до 2 А. Длительность импульсов задается кодовыми переключателями на передней панели блока в диапазоне  $0,1$  мкс  $\div$  999 с. В блоках БД4 предусмотрена возможность контроля срабатывания исполняющих устройств.

Подсистемы, расположенные на высоковольтной колонне и на пульте управления, связаны между собой оптоволоконными лини-

ями связи. Оптические приемопередатчики выполнены в блоке КАМАК шириной 1 м и содержат по четыре канала приемников и передатчиков. Максимальная скорость передачи данных по оптоволокну - 1 мбит/с. Реальная скорость передачи равна 76800 бод. Соответственно, время передачи всего буфера данных составляет около одной секунды. Данные передаются в формате LDA. При приеме контролируются формат данных и их достоверность. В случае сбоя в процессе передачи-приема блок данных, содержащий ошибку, передается повторно.

Подсистема, находящаяся на пульте управления, выполнена на базе микроЭВМ "Электроника-60". Возможны и используются две различные конфигурации системы, определяемые стоящими перед ней задачами. В случае работы на стенде, исследовании режимов работы источника "Полярис" из-за требования частой модификации программ к микроЭВМ через контроллер КФД-360 подключен накопитель на гибком магнитном диске. На время работы в сеансе на синхрофазотроне в состав "Электроники-60" вводится плата ППЗУ объемом 16Кбайт, в которое записаны программы функционирования системы. Это изменение продиктовано требованием повышенной надежности работы всей системы, непрерывно в течение нескольких недель. В состав микроЭВМ входят также контроллер последовательного канала, работающий со скоростью до 153600 бод. МикроЭВМ "Электроника-60" с помощью драйвера ветви ИВ861 связана с крейтом КАМАК с контроллером типа А1. Данные, получаемые по последовательному каналу со скоростью 76800 бод, должны анализироваться на отсутствие ошибок в реальном масштабе времени. Промежуток времени между поступлением двух байтов данных составляет ~20 мкс. В то же время регенерация ОЗУ встроенной схемой занимает 200 мкс каждые 2 мс, и в течение этих 200 мкс выполняемая программа остается приостановленной. Вследствие этого применение встроенной в процессор схемы регенерации памяти микроЭВМ невозможно. Для обеспечения нормальной работы программы приема данных в системе применена плата РПЗУ60, обеспечивающая распределенную во времени регенерацию памяти.

После обработки принятые данные отображаются в удобном для наблюдения виде на дисплее и/или цветном телемониторе, интерфейсом которого является блок КИ029. Формат представления данных задается положением ключей на блоках КР002. Один из ключей выделен для инициализации ввода с клавиатуры и передачи команды от "Электроники-60" к микроЭВМ на высоковольтном термине форинжктора.

В программе реализованы следующие команды:

- записать новое значение задержки в один из каналов таймера,

- запретить или разрешить работу какого-либо канала таймера,
- записать новое значение периода /шага измерения/ в генератор токовых импульсов,
- осуществить перезапуск подсистемы,
- провести тестирование оперативной памяти микроЭВМ,
- занулить суммарное значение числа сбоев блоков БД4,
- изменить формат данных, представляемых на дисплее,
- перевести микроЭВМ на высоковольтном терминале в режим приема по последовательному каналу новой программы в формате LDA.

Программное обеспечение для интеллектуального контроллера крейта написано на языке макроассемблер и составляет объем 2,2Кбайт без учета буферов данных. Программы функционирования микроЭВМ "Электроника-60" написаны на языке Паскаль, а подпрограммы, требующие высокой скорости выполнения, например приема данных в формате LDA, на языке макроассемблер.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Belushkina A.A. et al. JINR, E13-80-500, Dubna, 1980.
2. Смирнов В.А., Хоанг Као Зунг. ОИЯИ, 10-81-528, Дубна, 1981.
3. Дшхунян В.Л. и др. - Микропроцессорные средства и системы, 1984, №4, с.12.
4. Хоанг Као Зунг, Шутов В.Б. ОИЯИ, 13-81-708, Дубна, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел  
5 августа 1988 года.

Жигулин И.В., Шутов В.Б.

P11-88-608

Автоматизированная система контроля параметров криогенного источника поляризованных дейтронов "Полярис"

Описывается система контроля параметров криогенного источника поляризованных дейтронов "Полярис". Отличительной особенностью системы является ее помехоустойчивость при работе в условиях сильных электрических помех. Система состоит из двух основных частей: расположенной на высоковольтной колонне станции питания форинжектора и подсистемы, находящейся на пульте управления линейного ускорителя ЛУ-20. Каждая подсистема управляется своей автономной микроЭВМ. Они связаны между собой посредством быстрого последовательного асинхронного канала передачи данных. Высоковольтная /700 кВ/ развязка каналов связи осуществляется с помощью оптоволоконных линий.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ. Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод авторов

Zhigulin I.V., Shutov V.B.

P11-88-608

Automated System for Parameter Control of "Polaris" Polarized Deuteron Cryogenic Source

A system for parameter control of "Polaris" polarized deuteron cryogenic source is described. Advantage of the system is its noiseproofness when operating under strong electrical noises. The system consists of two main parts: positioned on a high-voltage column supply station of foreinjector and a subsystem on the control desk of LU-20 linear accelerator. Each subsystem is controlled by an autonomous microcomputer. The systems are connected via fast sequential asynchronous data transfer channel. High voltage (700 kV) connection channel decoupling is carried out by means of optolines.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988

10 коп.

Редактор М.И.Зарубина. Макет Н.А.Киселевой.  
Набор И.П.Трусовой.

Подписано в печать 04.10.88.

Формат 60x90/16. Офсетная печать. Уч.-изд.листов 0,68.

Тираж 465. Заказ 41109.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна Московской области.