

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

2330/82

17/6-82

10-82-106

В.Д.Инкин, Н.И.Лебедев, В.П.Николаев

СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ  
КОЛЛЕКТИВНОГО УСКОРИТЕЛЯ  
ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЛЕРА  
С МИКРО-ЭВМ

1982

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Система синхронизации коллективного ускорителя тяжелых ионов /КУТИ/ предназначена для формирования временной программы работы различных его подсистем. Основные требования, предъявляемые к системам синхронизации коллективных ускорителей:

- высокая стабильность формируемых временных интервалов задержки /нестабильность  $\leq 1$  нс/,
- большое число регулируемых каналов / $> 60$ /,
- широкий диапазон регулирования / $0 \div 6,5$  мс/,
- малая дискретность регулирования временных интервалов /1 нс/,
- система синхронизации - подсистема нижнего уровня в АСУ КУТИ,
- высокая помехозащищенность системы,
- возможность расширения и модификации системы,
- возможность хранения нескольких режимов работы КУТИ /до 10 режимов/ на этапе разработки и исследования ускорителя.

Устройства синхронизации, описанные в /7,9/, не отвечают ряду перечисленных требований. Использование микропроцессоров в аппаратуре, выполненной в стандарте КАМАК, существенно расширяет ее применение и позволяет создавать гибкие автономные интеллектуальные управляющие системы.

## 2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

Блок-схема первой очереди системы синхронизации приведена на рис.1. Аппаратурная часть размещена в трех крейтах КАМАК. Крейт 1, содержащий микро-ЭВМ КМ001 и блок управления магистралью КК006<sup>/1/</sup>, предназначен в основном для выполнения общесистемных функций, а также содержит блоки наносекундных задержек КЛ301<sup>/2/</sup>. Диалог с оператором ускорителя осуществляется посредством дисплея МЕРА-7953. С помощью двух регистров КИ015<sup>/3/</sup> и контроллера КК004<sup>/4/</sup> организована межкрейтовая связь<sup>/5/</sup>. Связь с ЭВМ СМ-3 АСУ КУТИ реализована посредством двух блоков КИ021<sup>/6/</sup>. Система разработана для формирования управляющих импульсов по 64 независимым управляющим каналам. В настоящее время проходит опытную эксплуатацию первая очередь

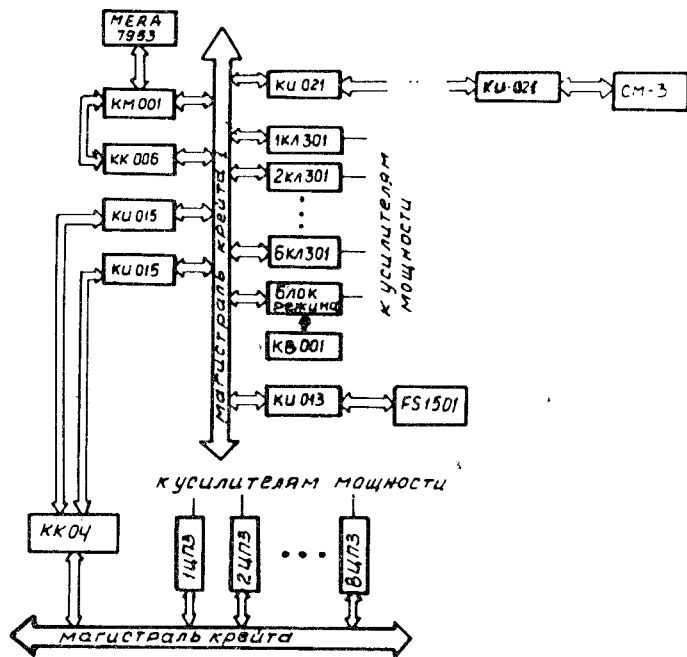


Рис. 1. Блок-схема системы синхронизации.

этой системы на 30 каналов /рис.1/. В качестве одного из элементов задержки используется четырехканальный блок задержки ЧЦПЗ<sup>17/</sup>. Общий стартовый сигнал, поступающий на входы всех блоков задержек через размножители импульсов, синхронизован как нулем синусоиды питающей сети ~ 50 Гц, так и импульсами задающего кварцевого генератора КВ001<sup>18/</sup> частотой 100 кГц. Это дает возможность устранить периодическую нестабильность относительного временного положения импульсов в каналах системы синхронизации. Величина шага регулирования в ЧЦПЗ определяется частотой внешнего тактирующего генератора КВ001. Генератор КВ001 несколько модернизирован и с него одновременно получаем серии импульсов частотой 100 кГц, 1 МГц и 10 МГц. Импульсы с генератора частотой 10 и 1 МГц поступают на соответствующие входы ЧЦПЗ через размножители импульсов. Разработан блок режима /рис.1/ системы синхронизации в стандарте КАМАК. Блок выполняет следующие функции:

- осуществляет привязку сигнала общего старта к нулю синусоиды питающей сети и синхронизацию с тактирующим кварцевым генератором;

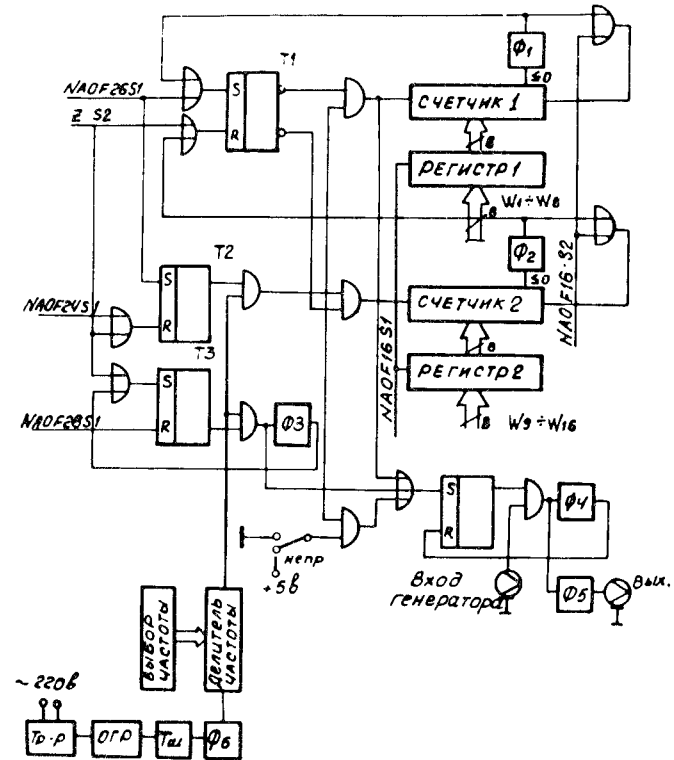


Рис. 2. Схема блока режима.

- позволяет выбрать 3 режима работы: непрерывный, режим серия-выдержка, одиночный;
- осуществляет посредством соответствующих функций КАМАК пуск и останов системы синхронизации, выбор рабочей частоты, длительность серии и выдержки;
- формирует сигнал длительности цикла работы ускорителя 6,6 мс.

В течение этого интервала запрещается запись в блоки задержек, а также передача информации в ЭВМ СМ-3, что повышает помехоустойчивость системы.

Схема блока режима приведена на рис.2, где синусоида ~50 Гц поступает на вход делителя частоты через трансформатор, ограничитель, триггер Шмитта и формирователь. Счетчик 1 считает число импульсов серии, счетчик 2 - число импульсов выдержки. На "вход генератора" подается серия импульсов частотой 100 кГц.

Функции КАМАК блока режима:

NA(0)F(16) - запись длительности серии и выдержки,  
W 1 ÷ 8 - длительность серии,  
W 9 ÷ 16 - длительность выдержки,  
Q=1,

NA(0)F(26) - разрешение запуска Q=0,

NA(0)F(24) - запрет запуска Q=0,

NA(0)F(28) - одиночный пуск Q=0.

При выполнении указанных команд подается сигнал X.

Задавая длительность серии 1 импульс и изменяя длительность выдержки, можно изменять частоту работы системы в диапазоне

$\frac{1}{255} \div 50$  Гц с шагом  $\frac{1}{255}$  Гц.

В системе синхронизации каналы разделяются на 3 группы по величине шага изменения величины задержки в канале /1 нс, 100 нс, 1 мкс/. Шаг изменения 1 нс достигается использованием блоков наносекундной задержки КЛ301, включенных последовательно с блоками ЧЦПЗ.

С выхода блоков задержек всех каналов на системы ускорителя синхронизирующие импульсы поступают через усилители формирователи У-8<sup>77</sup>. Блоки У-8 размещены в крейте 3 системы синхронизации.

Параметры системы синхронизации:

1. Частота следования импульсов  $\frac{1}{255} \div 50$  Гц с шагом  $\frac{1}{255}$  Гц.

2. Длительность серии - 1 ÷ 255 импульсов, длительность выдержки - 1 ÷ 255 импульсов.

3. Пуск однократный.

4. Диапазон изменения величины задержки по каналам - в соответствии с минимальным шагом изменения:

а/ 0 ÷ 6553 600 нс, минимальный шаг изменения 1 нс /6 каналов/,

б/ 0 ÷ 6553,5 мкс " " 0,1 мкс, /10 каналов/

в/ 0 ÷ 65535 мкс, " " 1 мкс, /14 каналов/

### 3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

В системе синхронизации КУТИ в качестве основного управляющего элемента используется контроллер с микро-ЭВМ. Микро-ЭВМ построена на основе микропроцессора Intel -8080А и других схем микропроцессорной серии MCS-80 /10/.

Программное обеспечение выполняет следующие функции:

- связь оператора с системой посредством дисплея,
- управление аппаратурной частью системы,
- диагностика ошибок и неисправностей в системе синхронизации,
- связь с ЭВМ СМ-3 системы автоматизированного управления КУТИ.

Программное обеспечение состоит из программы монитора KM001/11/, программы, интерпретирующей приказы с использованием подпрограммы BRNTB монитора /11/, и программ, исполняющих приказы. Приказ после обработки программой интерпретации вызывает обращение к соответствующим программам исполнения данного приказа. Данные поступают в микро-ЭВМ в виде набора символов кода ASC-II, затем переводятся в двоичные или двоично-десятичные коды. Особенностью таких преобразований, а также выполнения арифметических операций в системе синхронизации является большая длина операндов /8 двоично-десятичных разрядов/ при 8-разрядном микропроцессоре. Подпрограммы ввода и вывода информации используют возможности монитора /11/.

Набор директив системы синхронизации

1. Проверка и изменение величины задержки в канале

\*: E X X < CR >

Имя = Y Y ... Y Z Z ... Z

/подчеркнуто то, что выводится на экран дисплея системой/, где XX- номер канала,

Y Y ... Y - величина задержки в канале.

2. Сложение величины задержки в канале с новой величиной:

\*: A X X < CR >

Имя = Y Y ... Y + Z Z ... Z < CR >

= Y Y ... Y < CR >

3. Вычитание числа Z Z ... Z из величины задержки в канале:

\*: S X X < CR >

Имя = Y Y ... Y - Z Z ... Z < CR >

= Y Y ... Y < CR >

4. Печать таблицы синхронизатора

\*: T < CR >

L = X X < CR > - нижняя строка таблицы,

H = Y Y < CR > - верхняя строка таблицы,

после этого печатается таблица каналов синхронизатора от L до H включительно, в которой отражены: номер канала, его имя, текущее значение задержки, нижняя и верхняя границы диапазона, шаг изменения величины задержки.

5. Выбор режима работы синхронизатора:

\* : R < CR >

TSER = XXX < CR > - длительность серии,

TPAU = YYY < CR > - длительность выдержки.

6. Пуск синхронизатора

\*: P < CR >. По этой команде содержимое таблицы текущих значений записывается в задержки и осуществляется запуск синхронизатора.

7. Останов синхронизатора

\*: I < CR >

8. Передача содержимого каналов синхронизатора в СМ-3

\*: DX < CR >, X = 0 ÷ 9 номер режима работы ускорителя

9. Вызов содержимого каналов синхронизатора определенного режима работы ускорителя

\*: LX < CR > X = 0 ÷ 9, номер режима работы.

10. Одиночный пуск

\*: O < CR >.

Директивы D и L обеспечивают хранение режимов работы ускорителя в накопителе на магнитных дисках ЭВМ СМ-3.

При работе системы синхронизации программное обеспечение ведет диагностику ошибок следующих типов.

Ошибки неправильного обращения оператора к системе синхронизации.

а/ Несуществующая директива, печатается E и повторный запрос ввода требуется.

б/ Ошибки выполнения команд КАМАК индицируются сообщениями типа NOXNYU<sup>12/</sup> или при обращении к крейту 2 ЕСАМХУУ, ЕСАМQUУ, где УУ - номер канала синхронизатора, при обращении к которому встретилась ошибка.

в/ Нарушение границ допустимого диапазона изменения величины задержки в канале.

В этом случае в канал заносится значение границы диапазона, которая нарушается, и оператору выдается сообщение > XX...X, где XX...X - верхняя граница или < YU...Y, YU...Y - нижняя граница.

г/ Ошибки при передаче и получении сообщений от СМ-3. Оператору выдается сообщение EXX, XX - номер ошибки. По таблице ошибок можно определить, в чем заключается ошибка. Оператор должен повторить директиву D или L.

Программное обеспечение системы синхронизации записано в ППЗУ типа Intel -2708 и занимает 4Кбайта, кроме того, используется ~ 280 байт ОЗУ типа 565PУ2А. Рабочая программа составлена в мнемосодах. Для перевода в машинный код использован кросс-ассемблер на ЭВМ 1001 ТРА- i<sup>12/</sup>.

Опыт эксплуатации системы синхронизации показал, что она надежна и проста в работе.

В заключение авторы выражают благодарность В.Т.Сидорову, И.Н.Чурину, Т.П.Саенко за помощь, Г.В.Долбилову, А.А.Фатееву, А.П.Сумбаеву за полезные обсуждения и внимание к работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров В.Т. и др. ОИЯИ, P10-12481, Дубна, 1979.
2. Борейко В.Ф. и др. ОИЯИ, P13-12334, Дубна, 1979.
3. Антохов В.А. и др. ОИЯИ, 10-11636, Дубна, 1978.
4. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1977.
5. Труды шестой конференции "Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ", Изд. СО АН СССР, Новосибирск, 1981.
6. Антохов В.А. и др. ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.
7. Долбилов Г.В. и др. ОИЯИ, 9-80-102, Дубна, 1980.
8. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8114, Дубна, 1974.
9. Труды седьмого Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, ОИЯИ, Дубна, 1981, т. 2, с. 34.
10. MCS-80. User's Manual, Intel Corporation, USA, 1977.
11. Сидоров В.Т. ОИЯИ, 10-80-567, Дубна, 1980.
12. CA8C/CA12C Cross-Assembler, KFKI Budapest 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел  
11 февраля 1982 года.

## НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
Д9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
Д2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Инкин В.Д., Лебедев Н.И., Николаев В.П. Система синхронизации коллективного ускорителя тяжелых ионов на основе контроллера с микро-ЭВМ 10-82-106

Система реализована в стандарте КАМАК на основе контроллера с микро-ЭВМ. В микро-ЭВМ используется микропроцессор Intel -8080. Осуществлено управление 30 независимыми временными каналами со следующими характеристиками: минимальный шаг изменения задержки в канале 1 нс, диапазон изменения задержки в канале  $0 \div 6,553$  мс, диапазон изменения частоты запускающих импульсов  $1/255 \div 50$  Гц/, запускающие импульсы синхронизированы нулем, синусоиды питающей сети - 50 Гц, возможна работа в режимах: непрерывном, серия-выдержка, одиночном. Система занимает 3 крейта КАМАК, предусмотрено расширение числа каналов до 70. Реализована связь с ЭВМ SM-3 системы автоматизированного управления ускорителем. Программное обеспечение микро-ЭВМ выполняет функции связи оператора с системой посредством дисплея, управления аппаратурной частью системы, диагностики ошибок и неисправностей в работе системы. Программное обеспечение занимает 4Кбайта ПЗУ типа Intel -2708 и 280 байт ОЗУ типа K565PY2A.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Inkin V.D., Lebedev N.I., Nikolaev V.P. Synchronization System of Heavy Ion Collective Accelerator on the Base of Controller with a Microcomputer 10-82-106

The CAMAC system on the base of Intel 8080A microprocessor has been designed. 30 independent timing channels are controlled. These have the following characteristics: minimum step of delay control-1 ns, full scale range delay  $0-6.553$  ms, full scale range frequency -  $(1/255, \pm 50)$  Hz, output pulses are synchronized by network of alternating current 50 Hz, there are continuous, series-pause and single regimes. The system is arranged in 3 CAMAC crates and could be extended up to 70 channels. The link with the SM-3 computer was realized. The operator - system dialogue by display, the apparatus control, error diagnostics are performed by software. The software occupies 4Kbytes of Intel 2708 and 280 bytes of K565 RU2A.

The investigation has been performed at the Department Acceleration Methods, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.