

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

3492/2-80

28/7-80

9-80-102

**Г.В.Долбилов, В.И.Коряко, Н.И.Лебедев, Н.В.Пяляр,
А.П.Сумбаев**

**АППАРАТУРА СИНХРОНИЗАЦИИ
И КОММУТАТОР АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ
ГОЛОВНОГО ОБРАЗЦА
УСКОРИТЕЛЯ СИЛУНД-2**

1980

В настоящей работе приводится описание аппаратуры синхронизации стендовой ускорительной установки СИЛУНД-2.^{1/1} и многоканального коммутатора аналоговых сигналов контроля систем ускорителя. Конструктивные и некоторые принципиальные отличия ускорителя СИЛУНД-2 от инжектора коллективного ускорителя тяжелых ионов СИЛУНД^{1/2/}, а также экспериментальный характер установки в значительной степени определили направление данной разработки.

1. АППАРАТУРА СИНХРОНИЗАЦИИ

Основным назначением аппаратуры является синхронизация технологических систем установки, систем контроля и диагностики с заданной частотой в определенной временной последовательности.

Аппаратура выполнена в стандарте КАМАК и включает в себя следующие блоки /рис. 1/:

1. Блок синхроимпульсов БС.
2. Размножитель импульсов РИ.
3. Кварцевый генератор тактовой частоты Г.
4. Блоки цифровой четырехканальной задержки 4ЦПЗ.
5. Блоки цифровой восьмиканальной задержки 8ЦПЗ.
6. Блоки наносекундных задержек БЗ.
7. Усилители-формирователи У-8.
8. Контроллер ручной программируемый КРП.

Сигналы общего старта, вырабатываемые блоком синхроимпульсов БС, размножаются РИ по числу каналов и подаются на входы блоков цифровых программируемых задержек. Управление каждым каналом осуществляется блоками цифровых /4ЦПЗ или 8ЦПЗ/ и наносекундных /БЗ/ задержек. Синхроимпульсы с выхода блоков задержки поступают на усилители-формирователи У-8, которые формируют импульсы запуска для коммутирующих элементов систем ускорителя, схем управления и диагностики. Управление блоками ЦПЗ, БС производится контроллером крейта КРП по командам КАМАК. Набор команды /номер блока, субадрес, функция, данные/ осуществляется с выносного пульта управления ПУ, и информация NAF и состояние R, W, Q, X шин отображаются на экране телевизионного приемника ТВ. Одновременно на экране по функции чтения F(0) представляются состояния любых двенадцати регистров.

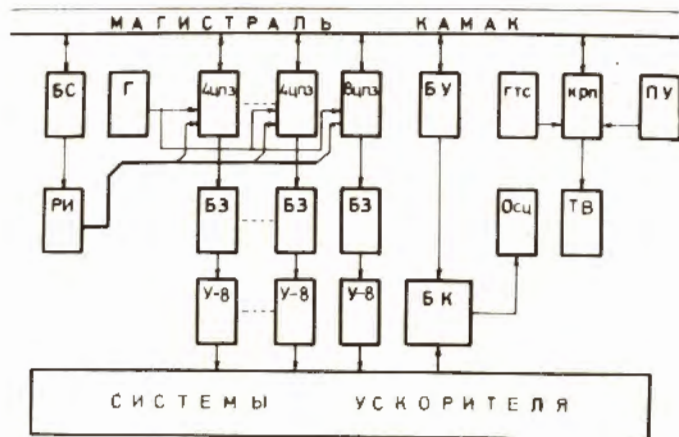


Рис. 1. Блок-схема аппаратуры синхронизации ускорителя СИЛУНД-2.

Наличие общего старта для всех ЦПЗ, общего кварцевого генератора тактовой частоты повышает точность и стабильность интервалов времени выдержки и, что особенно важно для наносекундных ускорителей, решает проблему джиттера синхроимпульсов во всем диапазоне регулирования величин задержки. Параллельное построение аппаратуры синхронизации позволяет увеличить число каналов путем увеличения блоков ЦПЗ и организовать с помощью программ включение и блокировку определенных каналов в заданной последовательности. В целях снижения тепловых и радиационных нагрузок систем ускорителя для синхронизирующей аппаратуры введен режим работы "серия - выдержка". Число срабатываний ускорителя и интервал выдержки задается оператором.

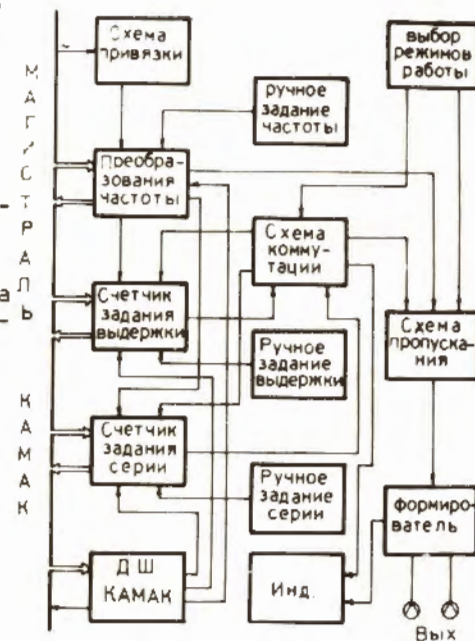
Ниже описываются основные характеристики отдельных блоков аппаратуры синхронизации.

Блок синхроимпульсов

Блок синхроимпульсов БС выполняет следующие функции:

- а/ производит привязку сигналов общего старта к нулю фазы питающей сети;
- б/ определяет частоту повторения сигналов общего старта;
- в/ задает режим работы аппаратуры: разовый, непрерывный, "серия - выдержка";
- г/ задает интервалы выдержки и серии.

Рис. 2. Структурная схема блока синхроимпульсов.



Управление блоком производится как по командам КАМАК, так и вручную. Структурная схема устройства приведена на рис. 2. Схема привязки производит синхронизацию срабатывания блока синхроимпульсов с нулем фазы питающей сети. Далее сигнал поступает на схему управляемого делителя частоты. Если блок работает в непрерывном режиме, то импульсы непосредственно через схему пропускания подаются на выходной формирователь. В режиме "серия - выдержка" сигнал с преобразователя частоты поступает на схемы счетчиков задания выдержки и серии.

Последовательностью работы счетчиков управляет схема коммутации. На время работы счетчика выдержки происходит блокировка схемы пропускания.

Основные технические данные БС:

| | |
|---|--|
| Частота следования пусковых импульсов: | 100 Гц, 50 Гц, 25 Гц, 10 Гц, 5 Гц, 1 Гц, разовая |
| Длительность серии импульсов с шагом 1 с | от 1 до 9 с |
| Длительность выдержки с шагом 1 с | от 1 до 9 с |
| с шагом 10 с | от 10 до 90 с |
| Уровень выходных сигналов соответствует стандарту | NIM |
| Длительность выходных сигналов | ≥ 200 нс |
| Блок выполняет общие команды КАМАК | Z, C, I |
| Конструктивное исполнение блока | модуль 2М |

Цифровые программируемые задержки

Цифровые программируемые задержки импульсных сигналов типа 4ЦПЗ^{/3/} и 8ЦПЗ^{/4/} определяют временное положение пусковых сигналов систем ускорителя. При создании блоков задержки использовался метод сравнения чисел^{/5/}. Показание синхронного счетчика в блоке сравнивается с данными в регистрах каналов. Применение общего кварцевого генератора временных меток и стробирование тактовой серией триггеров сравнения в каждом блоке снижают нестабильность временного положения поступающих из канала выходных сигналов во всем диапазоне изменения величины задержки.

Основные технические характеристики блока 4ЦПЗ:

| | |
|--|-----------------------|
| Уровни входных и выходных сигналов соответствуют стандарту | NIM |
| Входное сопротивление | 50 Ом |
| Длительность входного сигнала | 10 нс |
| Шаг изменения задержки | 100 нс |
| Диапазон изменения задержки | от 0 до 9,9999 мс |
| Температурная нестабильность | не хуже 10^{-6} /°C |
| Длительность выходного сигнала | 100 нс |
| Число каналов в блоке | 4 |
| Конструктивное исполнение | модуль 2М |
| Управление блоком производится по стандартным командам КАМАК | |
| Блок выполняет общие команды | Z,C,I |

Основные характеристики блока 8ЦПЗ:

| | |
|--|-----------------------|
| Уровни входных и выходных сигналов соответствуют стандарту | NIM |
| Входное сопротивление | 50 Ом |
| Длительность входного сигнала | 10 нс |
| Шаг изменения задержки | 1 мкс |
| Диапазон изменения задержки | от 0 до 9,999 мс |
| Температурная нестабильность | не хуже 10^{-5} /°C |
| Длительность выходного сигнала | 100 нс |
| Число каналов в блоке | 8 |
| Конструктивное исполнение | модуль 1М |
| Управление блоком производится по стандартным командам КАМАК | |

Усилитель-формирователь

Связь электронной аппаратуры синхронизации с коммутирующими элементами систем ускорителя осуществляет усилитель-формирователь У-8. Применение мощных тиристорных ключей^{/6/} для формирования импульсов запуска водородных тиратронов, работающих в наносекундном диапазоне, повышает требования к стабильности временных и амплитудных характеристик выходных сигналов устойчивости формирования. Эти блоки в первую очередь подвержены влиянию мощных наводок силовых цепей систем ускорителя.

Разработанный усилитель-формирователь У-8 имеет следующие основные технические данные:

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Амплитуда выходного сигнала | 40 В/50 Ом |
| Полярность выходного сигнала | положительная |
| Длительность импульса выхода | 5 мкс |
| Время нарастания | 15 нс |
| Амплитуда входного сигнала | 0,8 В/50 Ом |
| Полярность входного сигнала | отрицательная |
| Длительность входного импульса | 10 нс |
| Конструктивное исполнение | модуль 2М |
| Число независимых каналов в блоке | 8 |

Выходные каскады усилителей содержат специальные цепи защиты, снижающие уровень наводок. С этой же целью блоки У-8 размещены в отдельном крейте, что позволяет также повысить помехоустойчивость аппаратуры синхронизации в целом.

2. КОММУТАТОР АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

Аналоговые коммутаторы широко применяются в системах сбора информации. Они обеспечивают упорядоченное подключение различных напряжений к входам осциллографа либо аналого-цифрового преобразователя. На ускорителе СИЛУНД-2 для этой цели используется 64-канальный коммутатор, выполненный на малогабаритных реле типа РЭС-55 А. Особенностью конструкции является то, что коммутирующие элементы расположены непосредственно в ускорительном зале. Контролируемый сигнал подается на пульт управления, находящийся на расстоянии 65 м, по коаксиальному кабелю, а управление последовательностью подключения каналов осуществляется по двум кабелям РК-50-2-13. Конструктивно коммутатор состоит из трех основных устройств /рис. 3/: блока управления /БУ/, который расположен в крейте аппаратуры синхронизации; блока приема /БП/; блоков коммутаторов /1,2,...8/. Блок приема и блоки коммутаторов установлены в ускорительном зале.

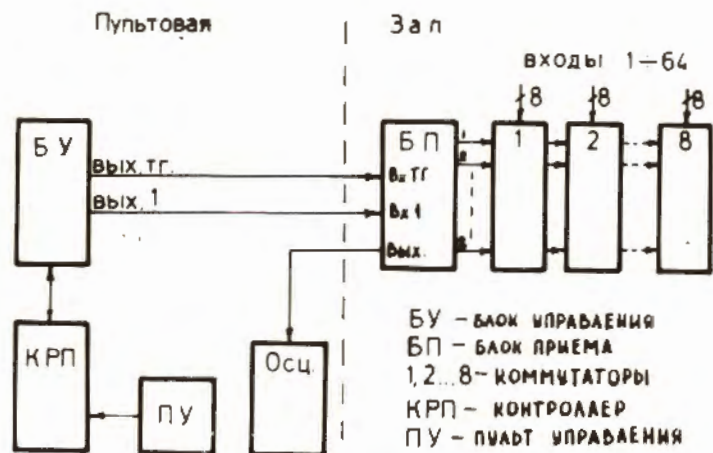


Рис. 3. Структурная схема коммутатора аналоговых сигналов.

Информация о выбранном номере канала по командам КАМАК заносится в БУ. Далее она преобразуется в последовательный код 77 и синхронно с тактовой частотой $/\text{Вх ТГ}/$ передается в БП. Блоки коммутаторов и блок приема изготовлены в стандарте "Вишня-240" и конструктивно объединены в одну корзину. В БП происходит обратное преобразование информации в параллельный код и его дешифрирование. На линии связи блока приема и блоков коммутаторов появляются сигналы, определяющие подключение определенного реле.

Логическая схема блока управления представлена на рис. 4. По команде записи информация заносится в сдвиговой регистр. Запуск генератора осуществляется по команде $F(16)$ стробирующим сигналом S_2 . Затем импульсы генератора поступают в кольцевой сдвиговой регистр, который преобразует информацию в последовательный код. Число срабатываний генератора задает счетчик тактов $/\text{СЧ}/$. Формирователи Φ согласуют уровни сдвигового регистра и генератора с кабелем РК-50. С помощью стандартных команд КАМАК возможно чтение данных сдвигового регистра блока управления.

Структурная схема блока приема представлена на рис. 5. Сигналы с тактового генератора $/\text{Вх ТГ}/$ и информационного входа $/\text{Вх 1}/$ поступают в формирователи Φ и далее на информационный и тактовый входы сдвигового регистра. Преобразованная

вновь в параллельный код информация дешифрируется и подается на линию связи блока приема с блоками коммутаторов в виде двух уровней: номеров блока и канала в нем. Применение в качестве коммутирующих элементов малогабаритных реле типа РЭС-55А позволяет производить переключение напряжений до 200 В, а также передавать импульсные сигналы с длительностью фронта 5 нс. Блочное построение аналогового коммутатора предусматривает увеличение числа каналов до 100.

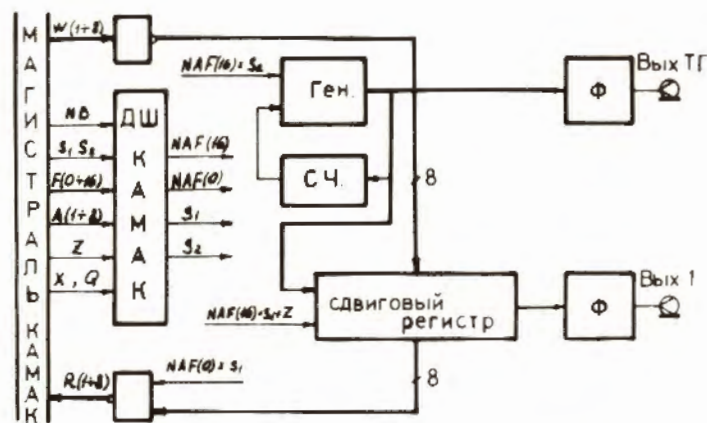


Рис. 4. Логическая схема блока управления.

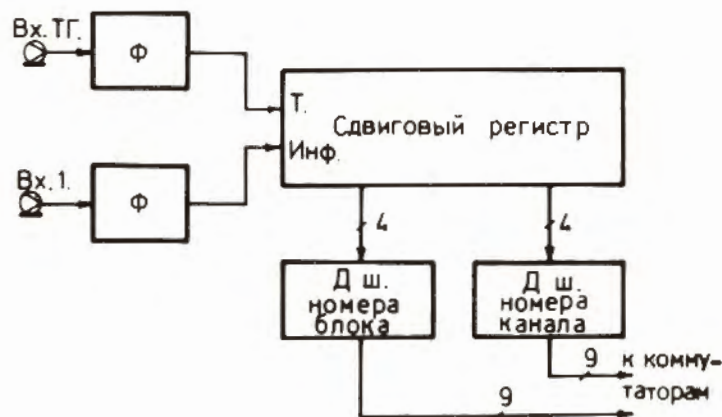


Рис. 5. Структурная схема блока приема.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная аппаратура синхронизации и многоканальный коммутатор аналоговых сигналов успешно эксплуатируется на ускорителе СИЛУНД-2 с 1978 г. Модульный принцип построения аппаратуры в стандарте КАМАК позволяет производить наращивание числа автономных каналов без ухудшения основных характеристик, а также произвести подключение всей системы на линию с ЭВМ и оптимизировать режимы работы ускорителя.

В заключение авторы благодарят В.В.Ковалева, С.В.Узлова, Ю.О.Яркового за помощь, оказанную при монтаже и наладке аппаратуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горинев Б.Г. и др. ОИЯИ, 9-12148, Дубна, 1979.
2. Барабаш Л.С. и др. ОИЯИ, Р9-7697, Дубна, 1974.
3. Лебедев Н.И. ОИЯИ, 9-12326, Дубна, 1979.
4. Коряко В.И. и др. ОИЯИ, 9-80-99, Дубна, 1980.
5. Ватенина З.П., Волкова И.Н., Чадович Н.И. Методика и схемы временной задержки импульсных сигналов. "Сов. радио", М., 1979.
6. Безнощенко Н.И. и др. ОИЯИ, 13-12161, Дубна, 1979.
7. Гроник Я. и др. ОИЯИ, 13-7389, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 апреля 1980 года.