

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



СЗ44.14

3-276

13 - 8691

ЛЯП

2075/4-75

Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов, М.Н.Михайлова,
Е.А.Силаев, В.А.Смирнов, Б.М.Старченко,
Н.А.Филатова, М.Н.Хачатурян, С.П.Черненко,
Е.В.Черных

РЕГИСТРИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА
ДЛЯ СИСТЕМЫ ПРОВОЛОЧНЫХ ИСКРОВЫХ
И ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ "ФОТОН"

1975

Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов, М.Н.Михайлова,
Е.А.Силаев, В.А.Смирнов, Б.М.Старченко,
Н.А.Филатова, М.Н.Хачатурян, С.П.Черненко,
Е.В.Черных

РЕГИСТРИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА
ДЛЯ СИСТЕМЫ ПРОВОЛОЧНЫХ ИСКРОВЫХ
И ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ "ФОТОН"

1. Введение

В экспериментальной установке "ФОТОН" для регистрации координат частиц используются:

- 32 двухкоординатные магнитострикционные искровые камеры размером $1 \times 1 \text{ м}^2$;
- 6 однокоординатных пропорциональных камер размером $150 \times 150 \text{ мм}^2$.

Для съема, регистрации и передачи в ЭВМ информации с проволочных искровых и пропорциональных камер создан комплекс электронной аппаратуры, описываемый в данной статье.

2. Описание функциональной схемы регистрирующей электроники

На каждой искровой камере установлено 2 датчика, с которых снимается информация о координатах искр в камере. Максимальное число координат искр, регистрируемых электронной аппаратурой с одного датчика, - 10.

Информация с пропорциональных камер поступает с 300 сигнальных нитей.

Регистрирующая электроника для искровых камер установки "ФОТОН" представляет собой параллельно-последовательную систему с запоминанием информации на динамических магнитострикционных линиях задержки, работающую на линии с ЭВМ Хьюлетт-Паккард 2116В.

Система позволяет регистрировать 640 координат искр с 32 искровых камер на один триггер. Вся информация с регистрирующей электроники для искровых камер, содержащая 642 16-разрядных слова, передается в ЭВМ за время около 7,2 мс.

Регистрирующая электроника для пропорциональных камер, представляющая собой параллельную систему, позволяет передавать информацию в ЭВМ с 6 однокоординатных пропорциональных камер.

Функциональная схема регистрирующей электроники для ИК и ПК изображена на рис. 1. На рис. 2 и 3 представлены фотографии блоков регистрирующей электроники, которые размещены в стойках в соответствии с выполняемыми функциями. Блоки съема и запоминания информации с искровых камер (усилители-дискриминаторы УМД 202Р и линии задержки ЛЗ 203Р)^{1/1} размещены в стойке "Вишня".

Блоки кодирования и считывания информации с искровых камер (преобразователи время-код 101Р и контроллер С-004) выполнены в стандарте "КАМАК" и установлены в крейте №1. В крейте "КАМАК" №2 установлены блоки управления и контроля (113РА, 107Р), а также вспомогательные блоки-размножители, преобразователи уровней НИМ - ТТЛ и т.д. В крейте №3 размещены блоки регистрации для пропорциональных камер (120Р, С-004). Усилители ПМС 201Р установлены на искровых камерах, усилители 4УФП-2 - на пропорциональных.

Сигналы управления и синхронизации, необходимые для работы блоков регистрирующей электроники ИК и ПК, а также сигналы, координирующие работу других систем установки "ФОТОН", вырабатываются блоком управления 113РА. На рис. 4 и 5 представлены функциональная схема и временные диаграммы сигналов блока 113РА. На рис. 6 представлена функциональная схема регистрирующей электроники для искровых камер. Блок запускается сигналом НЦУ - (начало цикла ускорения) и вырабатывает сигнал "Прерывание" и сигнал "Ворота". После получения от ЭВМ сигнала о готовности к работе становится возможным прием триггера.

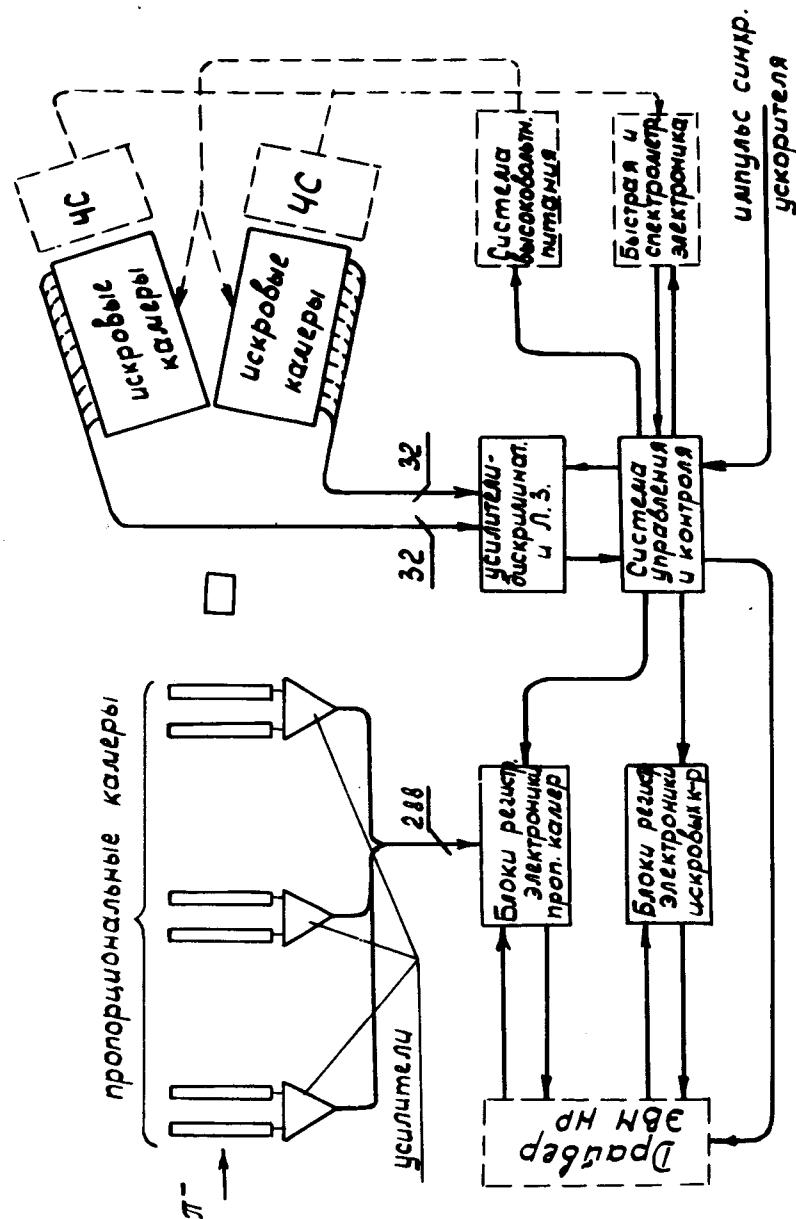


Рис. 1. Функциональная схема регистрирующей электроники для искровых и пропорциональных камер.



Рис. 2 . Общий вид электронной аппаратуры для приема информации с датчиков искровых камер.

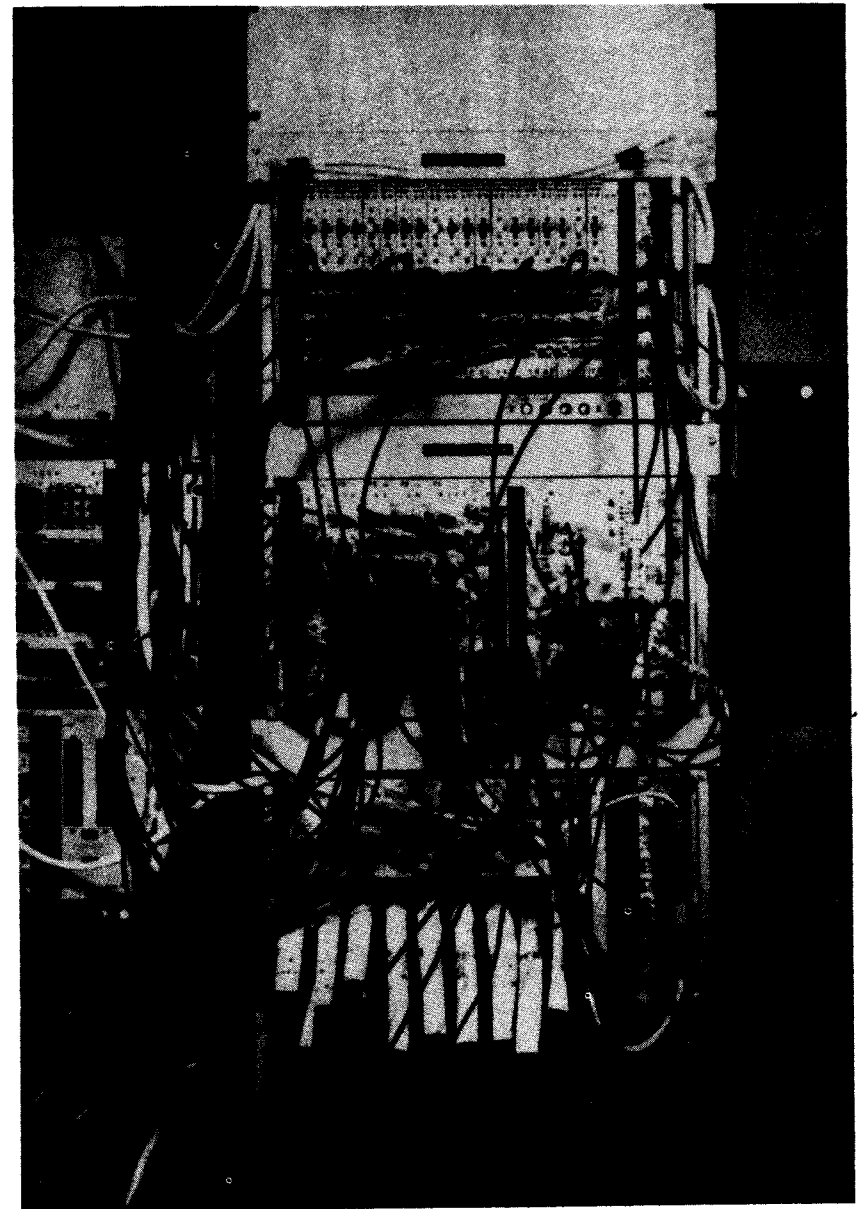


Рис. 3 . Общий вид регистрирующей электронной аппаратуры, выполненной в стандарте "КАМАК".

По сигналу "Триггер" блоком управления вырабатываются следующие сигналы:

- а) В систему высоковольтного питания - сигнал "очищающего поля"
- б) В систему быстрой и спектрометрической электроники - "Мертвое время"
- в) В блоки 203Р - линии задержки динамической памяти - сигналы "Строб УД", "Строб ЛЗ", "1в ЛЗ".

Сигналы "Строб УД" и "Строб ЛЗ" используются для стробирования информации, поступающей с искровых камер.

"1в ЛЗ" - используется для синхронизации передачи информации в блоки 101Р.

г) В драйвер ЭВМ вырабатывается сигнал "Триггер логический".

После срабатывания искровых камер, из линии задержек ЛЗ203Р динамической памяти параллельно по каналам X и Y, в блок управления на схему управления преобразователями "Время-код" начинают поступать серии импульсов, несущих координатную информацию об искрах (32 серии импульсов по каждому каналу. В каждой серии 1-й импульс - импульс синхронизации, 2-ой импульс - реперный).

Импульс синхронизации "1в ЛЗ" запускает схему управления преобразователями "Время-код" в блоке 113РА, которая коммутирует входы блоков 101Р и вырабатывает сигнал "Импульс считывания". Этот сигнал поступает в контроллер С-004 и вызывает передачу информации в ЭВМ. ЭВМ выводится из прерывания через 20 мс после окончания "ворот" для считывания информации последнего "триггера".

Помимо режима "Работа" блоком 113РА организуется режим "Тест" при отсутствии сигнала прерывания.

3. Съем информации с искровых камер

Блоки съема и запоминания информации с искровых камер включают в себя предусилители ПМС 201Р, усилители-дискриминаторы УМД 202Р и линии задержки ЛЗ 203Р. Предусилитель 201Р устанавливается на магнотрикссионных узлах камер, питание на усилитель пода-

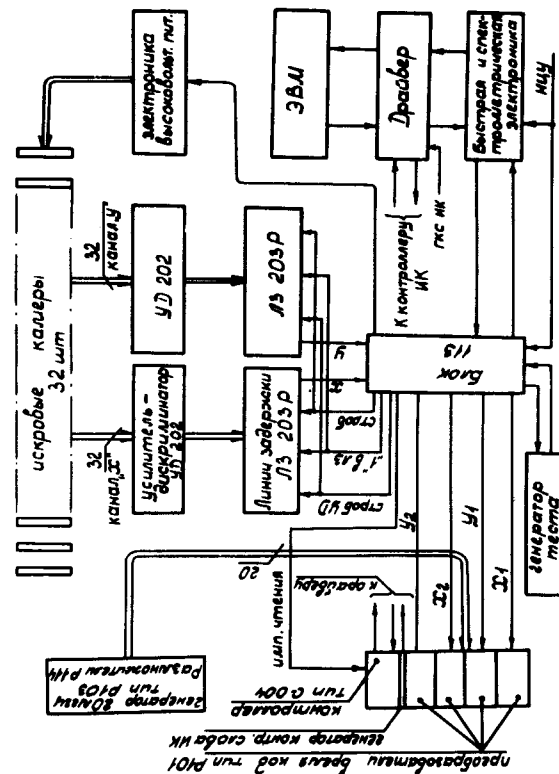


Рис. 6. Функциональная схема регистрирующей электроники для искровых камер.

ется по сигнальному кабелю. Предусилитель осуществляет предварительное усиление сигнала, принятого с магнестрикционной линии с подавлением боковых пиков сигналов. Порог чувствительности усилителя - 50 мкВ.

Усилитель-дискриминатор УМД 202Р вырабатывает выходной импульс уровня ТТЛ длительностью 400 нс. Передний фронт этого сигнала соответствует вершине импульса, снимаемого с приемной катушки магнестрикционной линии искровой камеры.

Чувствительность усилителя к колоколообразному сигналу шириной 600 нс - 25 мВ.

Конструктивно блок выполнен в стандарте "Вишня" и содержит 4 идентичных канала. Структурная схема блоков ПМС 201Р и УМД 202Р приведена на рис. 7.

Всего в системе используется 64 усилителя-дискриминатора УМД 202Р. Сигналы с них параллельно поступают на входы блоков динамической памяти 203Р, представляющие собой магнестрикционные линии задержки, для организации временной последовательности сигналов с камер.

Линии задержки управляются по входам сигналами "Строб УД" и "Строб ЛЗ". Конструктивно линия задержки выполнена в стандарте "Вишня" (40 x 240 мм²). Каждый блок представляет собой счетверенную линию задержки $T_{зад макс.} = 225 \text{ мкс} \times 4 = 900 \text{ мкс}$. Временное разрешение линии задержки - 1 мкс.

4. Кодирование и считывание информации

Кодирование информации осуществляется преобразователями время-код 101Р, объединенными в 4 группы (каналы x_1, y_1, x_2, y_2) по 5 блоков в каждой.

Такое объединение позволяет регистрировать координаты 10 искр в каждой группе и совместить процесс приема и кодирования информации с передачей данных в ЭВМ. При кодировании информации в четных каналах происходит считывание с блоков в нечетных каналах, и наоборот. Временная диаграмма, поясняющая прием инфор-

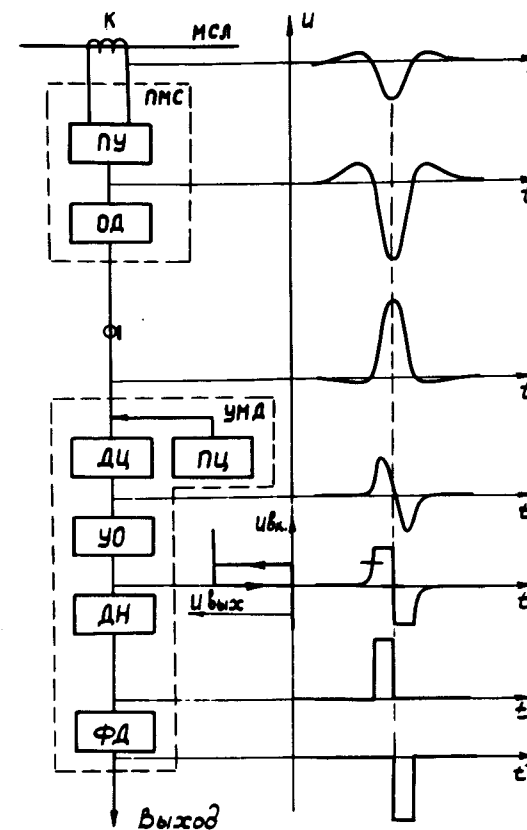


Рис. 7. Структурная схема блоков ПМС 201Р и УМД 202Р. МСЛ - магнестрикционная линия; К - приемная катушка; ПУ - предварительный усилитель; ОД - ограничитель; ДЦ - дифференцирующая цепь; ПЦ - цепь установки порога; УО - усилитель-ограничитель; ДН - дискриминатор нуля; ФД - формирователь длительности.

мации блоками 101Р и считывание на один триггер, приведена на рис. 8.

Блок-преобразователь "Время-код" 101Р^{1/1} выполнен в стандарте "КАМАК" и представляет собой ячейку однократной ширины. Блок содержит 2 четырнадцатиразрядных счётчика, логику управления и дешифратор команд "КАМАК".

Каждый блок регистрирует координаты 2 искр. Каскадирование блоков позволяет регистрировать необходимое число искр. На рис. 9 представлена функциональная схема блока 101Р. Работа происходит следующим образом. Первый из последовательности импульсов, поданных на вход блока, является стартовым для счётчиков блока или группы блоков, если они каскадированы. Каждый последующий импульс останавливает счётчики, начиная с первого. Таким образом, временной промежуток между первым импульсом (реперный импульс) и последующими (импульсы искр) измеряется числом импульсов счета (20 МГц), получаемых с генератора с кварцевой стабилизацией (блок 103Р).

Считывание информации с блоков 101Р осуществляется с помощью контроллера С-004^{2/2}, функциональная схема которого представлена на рис. 10. Контроллер с драйвером связан по двум каналам - каналу данных и каналу управления. 16-разрядное командное слово записывается в командный регистр контроллера по отрицательному перепаду сигнала Е₁. Содержимое командного слова определяет режим работы контроллера, адрес и субадрес станции в крейте и инструкции "КАМАК", которые должны быть выполнены при обращении ЭВМ к контроллеру.

Информация, передаваемая по каналу данных из контроллера в драйвер, стробируется сигналом "Флаг-2". Запуск цикла "КАМАК" осуществляется отрицательным перепадом сигнала Е₂. Контроллером выполняется ряд внутренних команд: чтение Q, запрет выполнения I, D, разрешение выполнения I, D, Z, C.

При работе с драйвером ДНР-821 возможны два режима работы - режим программного обращения и режим последовательного опроса. Последний режим применяется для передачи данных по каналу прямого доступа в память

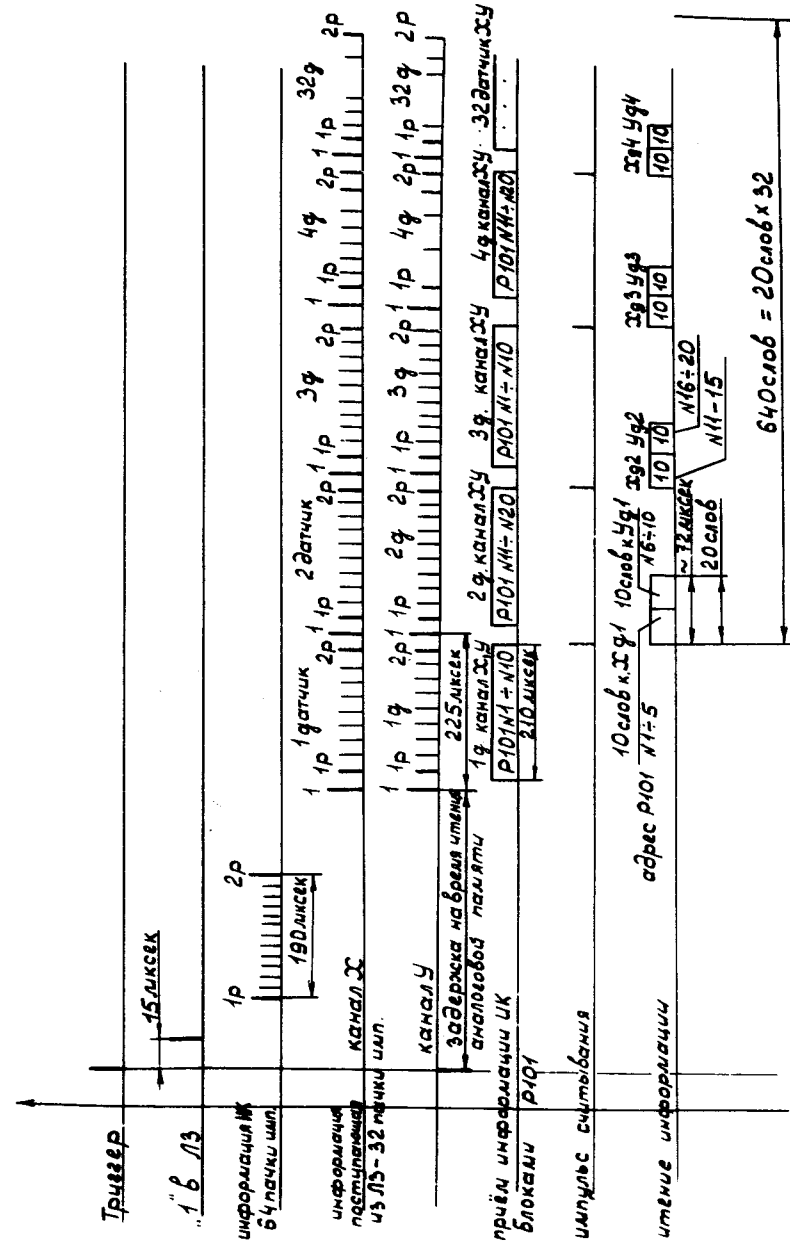


Рис. 8. Временная диаграмма приема и считывания информации на один триггер.

ЭВМ при считывании информации с блоков 101Р. Передача информации в ЭВМ начинается после приема контроллером импульса считывания, вырабатываемого блоком управления 113РА. При обращении к номерам станций 1 и 11 передача информации в ЭВМ прерывается и возобновляется после приема следующего импульса считывания. Это позволяет осуществить одновременно (в разных каналах) кодирование и считывание информации. Обращение ЭВМ к контроллеру прекращается после приема 642 слов.

Массив информации, передаваемой с регистрирующей электроники для искровых камер, имеет фиксированный формат и содержит 642 16-разрядных слова. 640 слов - рабочих и 2 - контрольных (шахматный код).

5. Передача информации в ЭВМ

Для организации многокрейтной системы в стандарте "КАМАК" на линии с ЭВМ Хьюлетт-Паккард используется драйвер ветви типа ДНР-821/3/. Драйвер подключается к ЭВМ с помощью двух интерфейсных карт по каналу данных и по каналу команд. Длина командного слова (или слова данных) равна 16 разрядам.

По каналу команд из ЭВМ в блок передается 16-разрядное слово. 3 разряда этого слова определяют адрес контроллера крейта, к которому производится обращение, или адрес драйвера (при выполнении внутренних команд). 1 разряд - определяет режим работы контроллера - программное обращение или последовательный опрос. 13 разрядов определяют адрес и субадрес ячейки крейта, а также инструкции "КАМАК", которые должны быть выполнены при обращении.

Содержимое контрольного слова заносится в командный регистр контроллера по перепаду E_1 . Запуск цикла в контроллере осуществляется отрицательным перепадом E_2 .

При работе многокрейтной системы, управляемой драйвером ДНР-821, выбор контроллера крейта для работы на линии с ЭВМ определяется командой ЭВМ, ад-

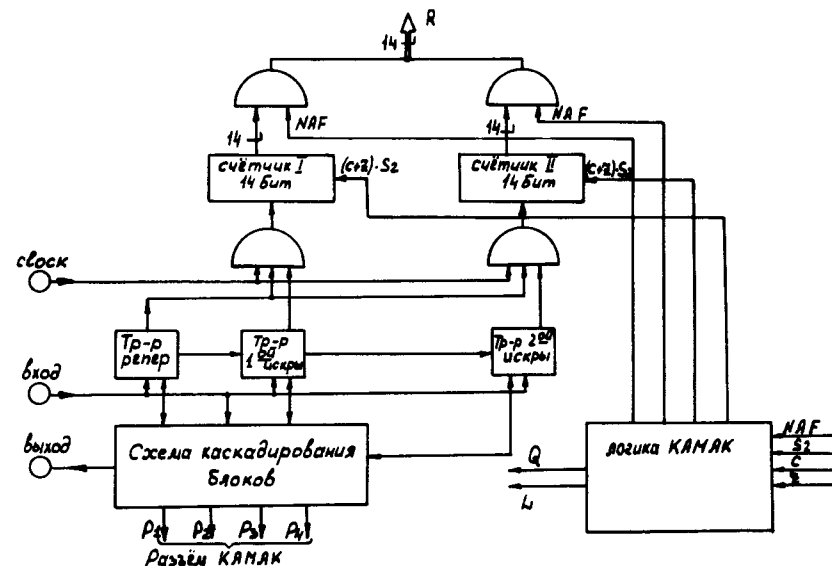


Рис. 9. Функциональная схема блока 101 Р.

ресованной драйверу. При передаче данных по каналу прямого доступа, если требуется обращение более чем к одному контроллеру, используется внешний сигнал переадресации.

Для синхронизации работы систем, связанных с ЭВМ драйвером, вырабатывается сигнал "Готовность ЭВМ" (ENCODE), формируемый с помощью RS- триггера. Триггер устанавливается в состояние "0" по команде ЭВМ в адрес драйвера и в состояние "1" по внешнему сигналу "Триггер".

Имеющийся в драйвере регистр прерываний от внешних сигналов позволяет синхронизировать прием данных с циклом ускорителя, а также вызывать различные режимы работы программ приема и накопления данных и управления системой.

6. Контроль работы регистрирующей электроники для искровых камер

В процессе работы регистрирующей электроники осуществляется постоянный контроль правильности передачи информации в ЭВМ. Эта функция выполняется блоком контроля массива информации ИК, установленным в крейте, предназначенном для размещения блоков кодирования и передачи информации с искровых камер. В блоке имеется счётчик циклов, сопровождаемых сигналом Q. Если передача информации производилась без сбоев, после отсчёта 640 переданных рабочих слов генерируются два слова шахматного кода. Отсутствие этих слов может быть программно обнаружено ЭВМ. Контроль работоспособности линий задержек ЛЗ 203Р, системы синхронизации и управления блока 113РА, а также правильность работы блоков кодирования осуществляется в режиме работы "Тест". Для организации этого режима ЭВМ вырабатывает сигнал "Тест", поступающий в блок управления 113РА. В дальнейшем имитируется работа регистрирующей электроники, вызываемая сигналом "Триггер", с тем отличием, что вместо информации с искровых камер в линии задержки вводится последовательность импульсов, генери-

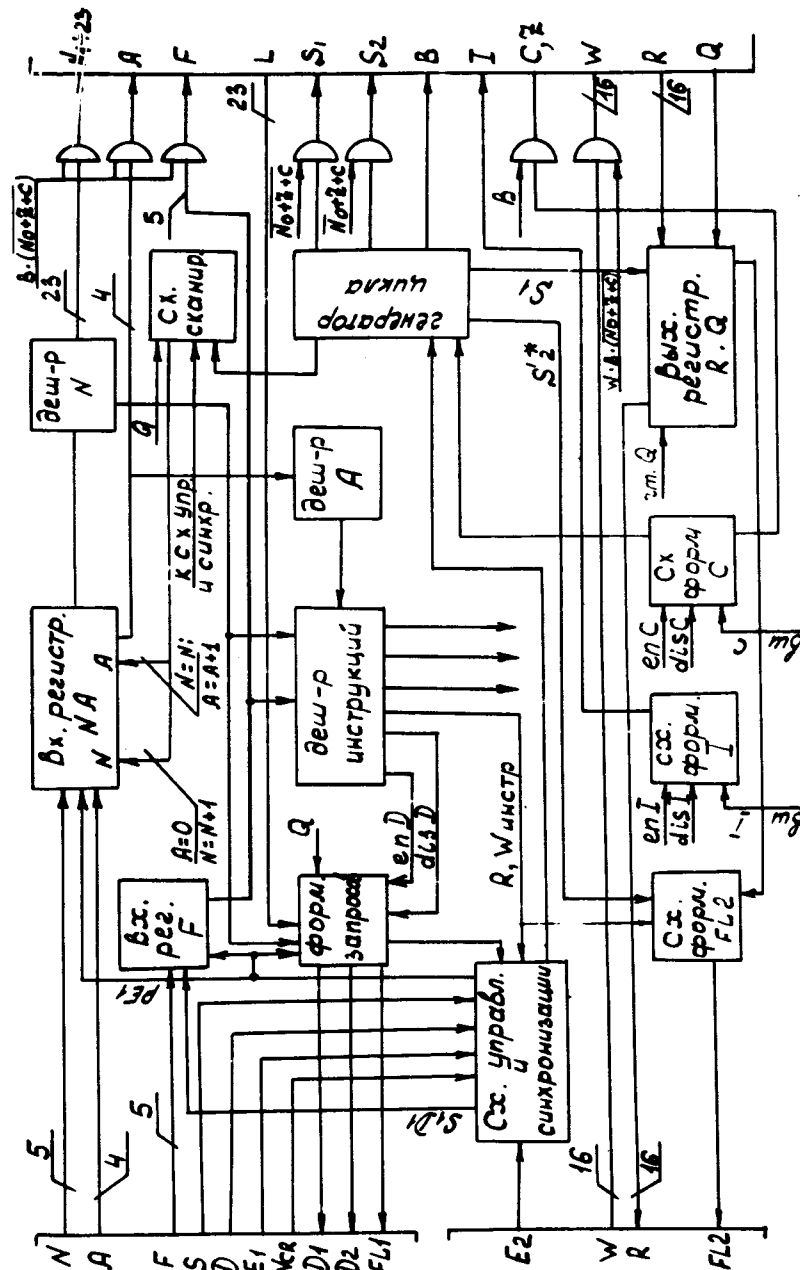


Рис. 10. Функциональная схема блока С-004.

руемых блоком 107P (тест-генератором), распределение во времени которых известно заранее. Считывание информации с блоков преобразователей "Время-код" 101P производится так же, как и в рабочем режиме.

7. Регистрирующая электроника для пропорциональных камер

Электронная аппаратура для пропорциональных камер^{4,5/} установки "Фотон" предназначена для регистрации информации с пропорциональных камер и последующей передачи полученных данных в ЭВМ. Функциональная схема приведена на рис. 11.

Сигналы с 6 пропорциональных камер усиливаются с помощью четырехканальных усилителей 4УФП-2 и далее по кабелям длиной 120 м передаются на блоки регистрации 120P. Как показано на рис. 12, блоки регистрации P120 содержат формирователи сигналов, схемы совпадений для стробирования сформированного сигнала, два 16-битных регистра для записи полученной информации и схему, позволяющую выполнять соответствующие команды "КАМАК".

Конструктивно блок P120 представляет модуль "КАМАК" двукратной ширины. Информация из крейта "КАМАК" в ЭВМ передается с помощью контроллера С-004.

Массив информации, передаваемый с регистрирующей аппаратуры, содержит 20 шестнадцатитбитных слов. Первые 18 слов представляют информацию с пропорциональных камер. Последние 2 слова - контрольные.

8. Заключение

В работе представлено описание и даны основные параметры комплекса регистрирующей электронной аппаратуры системы проволочных искровых и пропорциональных камер установки "ФОТОН". Электронная аппаратура

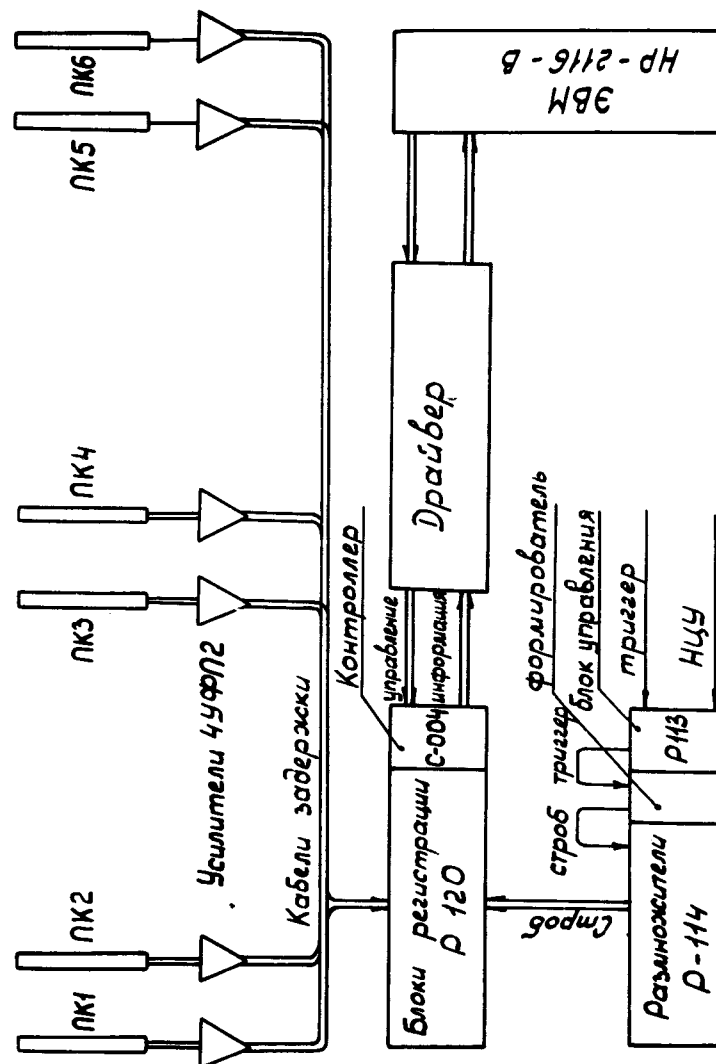


Рис. 11. Функциональная схема регистрирующей электроники для пропорциональных камер.

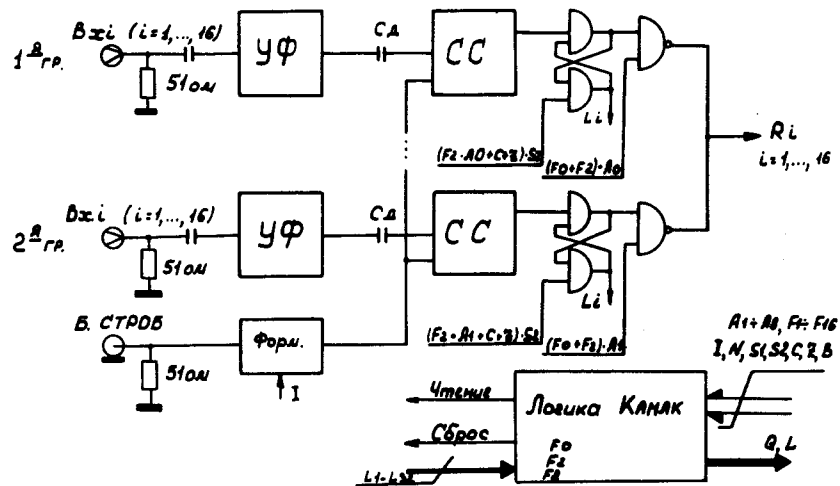


Рис. 12. Функциональная схема блока 120Р.

надежно функционирует в рабочих условиях с ноября 1973 года.

Авторы выражают глубокую благодарность А.М.Балдину и Б.А.Кулакову за постоянное внимание и интерес к работе, И.М.Иванченко, А.Е.Сеннеру, В.А.Крамаренко – за помощь при стыковке комплекса электронной аппаратуры с ЭВМ, Р.М.Базловой, В.А.Белякову, А.Е.Московскому, Н.Н.Тиханчеву, Б.С.Широкову – за помощь при разработке и создании аппаратуры, коллективу ЦЭМ ОИЯИ – за изготовление блоков электронной аппаратуры.

Литература

1. Т.В.Беспалова, Ю.В.Заневский и др. ОИЯИ, Р13-6304, Дубна, 1972.
2. CERN-NP SAMAC Note 27-00, Jan. 1971.
3. Н.М.Никитюк, В.А.Смирнов, Е.В.Черных. ОИЯИ, 10-7914, Дубна, 1974.
4. Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов и др. ОИЯИ, 13-7218, Дубна, 1973.
5. Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов и др. ОИЯИ, Р13-8283, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел 14 марта 1975 года.