

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

4618/83

29/VIII-83

P10-83-370

А.Б.Иванов, С.П.Черненко

ВРЕМЕННОЙ ПРОЦЕССОР
ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОТБОРА
ИНФОРМАЦИИ
С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР
С ЛИНИЯМИ ЗАДЕРЖКИ

1983

ВВЕДЕНИЕ

Метод считывания информации с многопроволочных пропорциональных камер /МПК/ и соответствующая ему регистрирующая аппаратура в значительной мере определяют характеристики детектора и выбираются из условий /как правило, компромиссных/ обеспечения оптимальных значений пространственного разрешения и быстродействия. Методы съема информации, основанные на определении "центра тяжести" и "центра кластеров" индуцированных на катоде сигналов, позволяют получать наилучшие координатную точность и скорость набора данных соответственно, но являются и наиболее сложными. Кроме того, практическая реализация этих методов требует наличия соответствующего /по объему и/или быстродействию/ ЗУ. В этом плане относительно простой и надежный метод съема информации с помощью линий задержки /ЛЗ/, позволяющий получать высокое пространственное разрешение и удовлетворительное быстродействие, является более привлекательным при решении ряда медико-биологических проблем.

1. СЧИТЫВАНИЕ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЛЗ

В двухкоординатных детекторах на основе МПК с ЛЗ характерными параметрами являются точность ~ 1 мм и быстродействие порядка сотен килогерц, что удовлетворяет требованиям широкого круга прикладных задач. Необходимость иметь всего два сигнальных тракта на каждую координату создает условия для создания высоконадежных и удобных в эксплуатации установок. Указанный метод успешно использован в ряде созданных в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ детекторов для решения прикладных задач^{1-4/}.

Линии задержки с $\tau_{ЛЗ} \approx 1,5 \div 8$ нс·мм⁻¹ устанавливались на катодных плоскостях камеры; сигналы снимались с одного или двух концов ЛЗ^{5/}. Анодные проволочки запаивались на общую шину; анодный сигнал использовался либо как стартовый в измерительном канале, либо как мониторный при съеме данных с двух концов ЛЗ. Этот сигнал подавался также на амплитудный дискриминатор. Координатная информация считывалась только с катодных плоскостей, что позволило унифицировать измерительные тракты.

В целях унификации разработана и применяется типовая плоская ЛЗ со спиральной намоткой, основные особенности которой состоят в следующем:



1/ витки ЛЗ непосредственно подпаиваются к катодным проводочкам /или их группам/, что обеспечивает коэффициент передачи

заряда $\frac{Q_{ЛЗ}}{Q_A} = 1$ /при емкостной связи эта величина $\sim 0,1$ /;

2/ погонная задержка ЛЗ мала $/\tau_{ЛЗ} \approx 1 \div 2 \text{ нс} \cdot \text{мм}^{-1}$ /, поэтому возможно получение высокого временного разрешения; достаточно хорошее пространственное разрешение $\approx 1 \text{ мм}$ реализуется при этом с помощью относительно простой электроники съема /усилителя и дискриминатора/.

Устанавливаемый непосредственно на камере двухканальный усилитель 2А-006^{7/8} имеет следующие основные параметры: входное сопротивление /при максимальном коэффициенте усиления/ $\sim 4 \text{ кОм}$, коэффициент усиления по напряжению для импульса длительностью 200 нс $K_v \approx 300$, уровень приведенных ко входу шумов $U_{ш} = 12 \text{ мкВ}$ /для полосы $\sim 10 \text{ МГц}$ /, сопротивление нагрузки $R_H = 50 \text{ Ом}$.

Для выделения временной информации использован способ привязки к вершине сигнала с ЛЗ, позволяющий получать хорошее разрешение и легко реализуемый для конкретных параметров сигналов. Сигналы с усилителей 2А-006 поступают по радиочастотным кабелям $Z_0 = 50 \text{ Ом}$ на 4-канальные дискриминаторы Д-202, выполненные в стандарте КАМАК, передний фронт выходных сигналов с которых /стандарт NIM / "привязан" к вершине импульса с ЛЗ. Параметры дискриминатора: точность временной привязки в диапазоне амплитуд сигналов $40 \text{ мВ} \div 2 \text{ В}$ /сигнал треугольной формы с фронтом $\sim 10 \text{ нс}$ / составляет $\sim 1 \text{ нс}$ (σ); собственная задержка - 10 нс, регулировка порога срабатывания - $/40 \div 100/ \text{ мВ}$.

Ключевым моментом в практической реализации указанного подхода /т.е. получении быстроедействия сотни кГц и пространственного разрешения $\sim 1 \text{ мм}$ с помощью минимального числа измерительных трактов/ является создание аппаратуры цифровой кодирования и обработки данных.

2. БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩАЯ СИСТЕМА ЦИФРОВОГО КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Для решения поставленной проблемы разработана система быстроедействующих блоков для кодирования и обработки информации с МПК с ЛЗ, выполненная в стандарте КАМАК. Система включает в себя:

- 1/ быстрый временной процессор;
- 2/ время-цифровой преобразователь с генератором опорной частоты;
- 3/ устройство регуляризации статистических потоков цифровой информации;
- 4/ арифметическо-логическое устройство /АЛУ/.

Эффективность применения системы связана со следующими ее отличительными особенностями:

а/ ориентацией на съём сигналов с двух концов ЛЗ, обеспечивающий наилучшее пространственное разрешение при сохранении временного;

б/ использованием цифрового способа кодирования /метод хронотрона/, обеспечивающего эффективную цену канала дискретизации временных интервалов $\sim 1 \text{ нс}$ /при съеме сигналов с двух концов ЛЗ/ и высокую стабильность параметров;

в/ практическим отсутствием мертвого времени;

г/ использованием сигнала быстрого сброса на передних панелях блока, по которому любой блок системы может быть приведен в исходное состояние за $\leq 50 \text{ нс}$;

д/ способностью распараллеливания всех операций над данными с МПК /обработки сигналов с ЛЗ, кодирования и цифровой обработки/, обеспечиваемой функциональной законченностью отдельных модулей системы, асинхронным режимом обмена и наличием буферных регистров;

е/ наличием специализированного быстрого асинхронного канала передачи цифровой информации между блоками /по передней панели/.

3. ВРЕМЕННОЙ ПРОЦЕССОР

Увеличение временного разрешения МПК с ЛЗ до величины $T_{ЛЗ}$, приводящее к наложению событий, вследствие чего их координаты не могут быть правильно зарегистрированы, требует применения соответствующей аппаратуры для предварительного отбора информации - временного процессора. Основная задача такого устройства - отобрать события, для которых по каждому измерительному тракту за время $T_{ЛЗ}$ регистрируется не более одного импульса. На практике полезным является также анализ на обязательное присутствие сигнала, так как наличие широкого динамического диапазона амплитуд сигналов с МПК в сочетании с трудностью полного согласования ЛЗ с нагрузкой и повышение порога регистрации в связи с этим могут привести к потере импульса в тракте считывания. Подобные события также должны быть исключены из рассмотрения. Следовательно, результат анализа информации с ЛЗ состоит в отборе таких событий, для которых по каждому сигнальному тракту за время $T_{ЛЗ}$ зарегистрирован один и только один импульс. Кроме того, как отмечалось ранее^{7/3/}, при больших загрузках потери из-за мертвого времени время-цифровых преобразователей /ВЦП/ могут быть снижены за счет увеличения их числа. Это требует разработки соответствующего блока управления распределением сигналов с ЛЗ по кодировщикам, который целесообразно выполнить в составе временного процессора, поскольку операции кодирования и обработки взаимосвязаны и выполняются параллельно.

Разработанный для этих целей временной процессор 2ЛТ-205 состоит из двух модулей: 2ЛТ-205-1 и 2ЛТ-205-2.

Основное назначение блока 2ЛТ-205-1 - осуществлять а/ отбраковку событий, не удовлетворяющих вышеперечисленным критериям, и б/ управление поступлением сигналов на ВЦП. Модуль ориентирован на съём сигналов с двух концов ЛЗ /съём данных с одного конца ЛЗ является частным, более простым случаем/. Анализ временной последовательности сигналов ведется параллельно с кодированием.

Модуль 2ЛТ-205-2 применяется вместе с блоком 2ЛТ-205-1 при использовании способа разбиения потока информации с ЛЗ на несколько ВЦП с последующим считыванием информации в ЗУ. Задача блока - обеспечить синхронное с циклами кодирования считывание данных с ВЦП в ЗУ, в соответствии с чем производится обработка и генерация управляющих сигналов.

Максимальное число переключаемых ВЦП выбрано равным 2. Такое ограничение вызвано тем, что 1/ для значительных величин времени кодирования потери счета сигналов с МПК будут определяться разрешающим временем ЛЗ, 2/ для широкого круга задач вполне достаточна точность, получаемая с помощью быстрых цифровых ВЦП. Применение большого числа ВЦП с "растяжкой" временных интервалов нецелесообразно также из-за усложнения регистрирующей аппаратуры, потери надежности, ухудшения стабильности параметров. Далее приводится краткое описание построения режимов работы временного процессора.

Модуль 2ЛТ-205-1, функциональная схема которого приведена на рис.1, состоит из двух каналов обработки: В-1 и В-2. В каждом канале независимо анализируется число импульсов с двух пар ЛЗ и анодной плоскости. Этими сигналами могут быть либо сигналы с двух МПК, либо коммутируемая на два ВЦП информация с одной двухкоординатной МПК. Данные стробируются соответствующими по длительности ($T_{ЛЗ}$) сигналами "Ворота". Работа блока начинается с момента прихода импульса "Тр.1" /анодный сигнал/, прохождение которого в блок можно регулировать сигналом разрешения работы Р /например, сигналом "Время экспозиции"/. Работа схемы поясняется временной диаграммой /рис.2/. Появление сигнала "Тр.1" приводит к запуску трех времязадающих одновибраторов 10В-1, 10В-2 и 10В-3. Первые два определяют длительность соответствующих импульсов стробирования сигналов с ЛЗ, окончание выдержки последнего указывает на завершенность операции кодирования, что используется при организации циклов считывания.

При соответствии временной последовательности сигналов во всех регистрирующих трактах указанным выше критериям схемы В-1 и В-2 вырабатывают сигналы "Запрос" на считывание информации с ВЦП. В противном случае в этих схемах генерируется сигнал автоматического сброса, длительность которого в случае регистрации более 1 импульса в тракте устанавливается $\approx T_{ЛЗ}$, а в случае

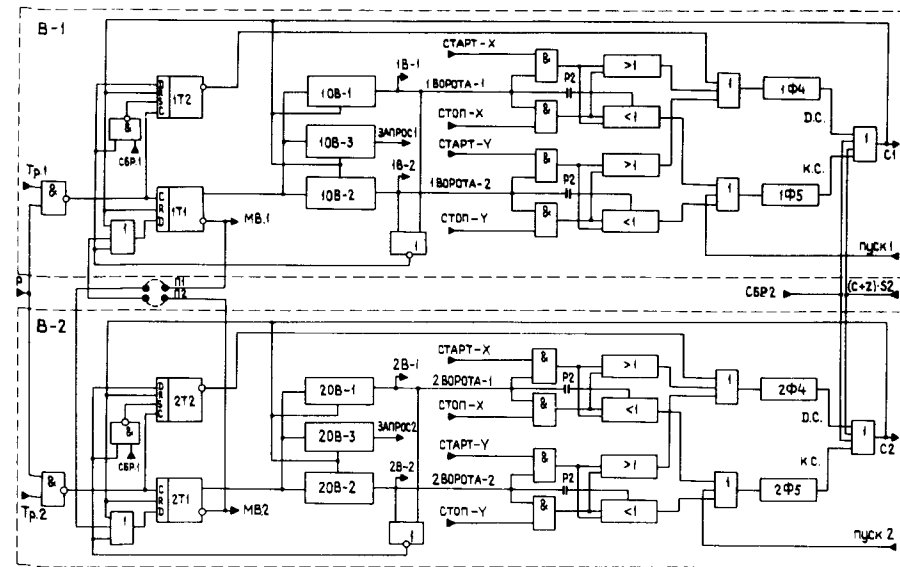


Рис.1. Структурная схема модуля временного процессора 2ЛТ-205-1 /P2 - цепочка дифференцирования, выделяющая задний фронт импульса/.

отсутствия сигнала - около 50 нс. Схемы могут быть обнулены следующими сигналами: 1/ "Сбр.1", действующим во время сигнала "Ворота" /например, сигналом запрета от амплитудного дискриминатора/, 2/ "Пуск", используемым обычно для приведения схемы в состояние готовности к приему очередного события; 3/ "Сбр.2" и $(C + Z) \cdot S2$, обнуляющим одновременно оба канала блока в любой момент работы. Сигнал "Мертвое время" схем В-1 и В-2 удерживается на выходе с момента запуска схемы и до прохода одного из импульсов сброса. Наличие сигналов сброса блокирует импульс "Запрос" и одновибраторы /рис.2/.

Модуль 2ЛТ-205-1 имеет два режима работы: параллельной записи и переключения.

В режиме параллельной записи данные подаются на соответствующий ВЦП и после окончания кодирования считываются независимо друг от друга в ЗУ. На рис.3 показана схема использования модуля в данном режиме при обработке информации с n двухкоординатных МПК, регистрирующих треки заряженных частиц. В режиме переключения, используемом при больших нагрузках, сигналы с МПК переключаются на один из двух свободных ВЦП. В случае, когда оба ВЦП свободны, срабатывает канал с большим приоритетом /приоритет устанавливается переключкой П1 или П2, см. рис.1/. При отсутствии полной идентичности характеристик преимущественное

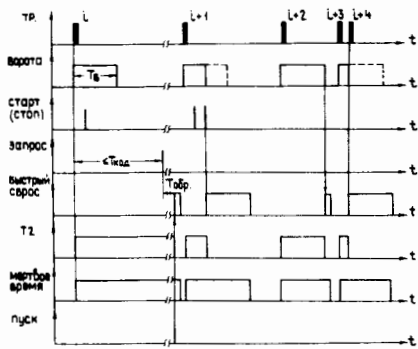


Рис.2. Временная диаграмма работы блока 2ЛТ-205-1.

срабатывание одного из ВЦП /с большим приоритетом/ обеспечивает лучшую точность по сравнению со случаем их равновероятной загруженности. В рассматриваемом режиме обязательно применение модуля 2ЛТ-205-2.

Для выполнения основного своего назначения - обеспечения синхронизации циклов чтения и кодирования информации - модуль

обрабатывает сигналы готовности, поступающие со всех трех типов блоков, участвующих в этой операции: блока временного процессора /2ЛТ-205-1/, ВЦП и ЗУ. Результатом анализа является либо генерация цикла считывания, либо посылка сигнала сброса в соответствующий канал временного процессора ($B_i - T_i$), после чего возможен прием информации о новом событии. Способ обмена данными - асинхронный, что обеспечивает определенную независимость работы временного процессора, а следовательно, максимальное быстродействие на стадии предварительной обработки сигналов.

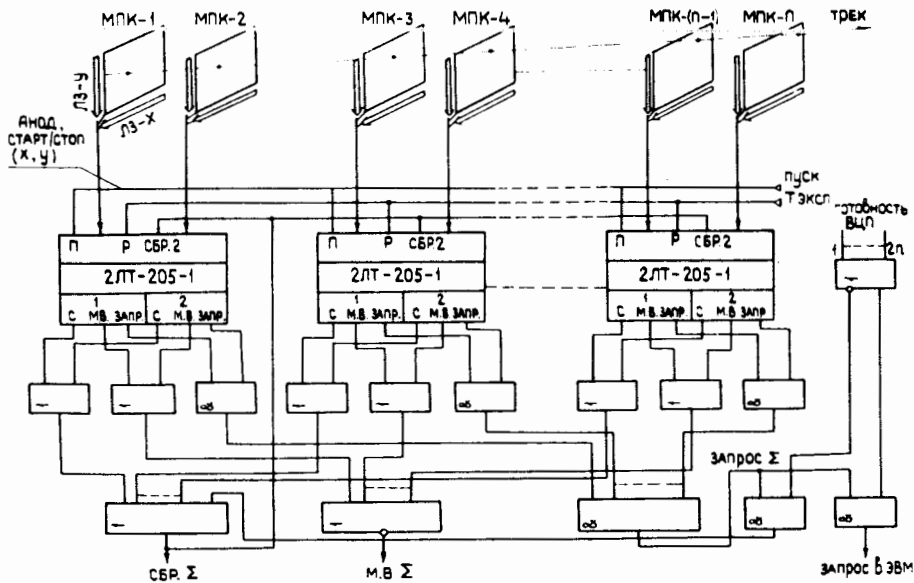


Рис.3. Схема применения блока 2ЛТ-205-1 для обработки сигналов с МПК при регистрации трека заряженной частицы.

Функциональная схема модуля 2ЛТ-205-2 приведена на рис.4. Схема состоит из двух каналов: Т-1 и Т-2, которые работают в паре с соответствующими схемами В-1 и В-2 блока 2ЛТ-205-1. Согласно имеющимся модам работы процессора в блоке 2ЛТ-205-2 устанавливается один из двух режимов вывода информации с ВЦП: 1/ параллельного, 2/ последовательного считывания, соответствующих режимам параллельной записи и переключения блока отбора 2ЛТ-205-1.

В режиме параллельного считывания информация может считываться независимо с двух ВЦП в индивидуальные ячейки памяти /или адресные ячейки/ - режим "Индивидуальное ЗУ". Таким процессом

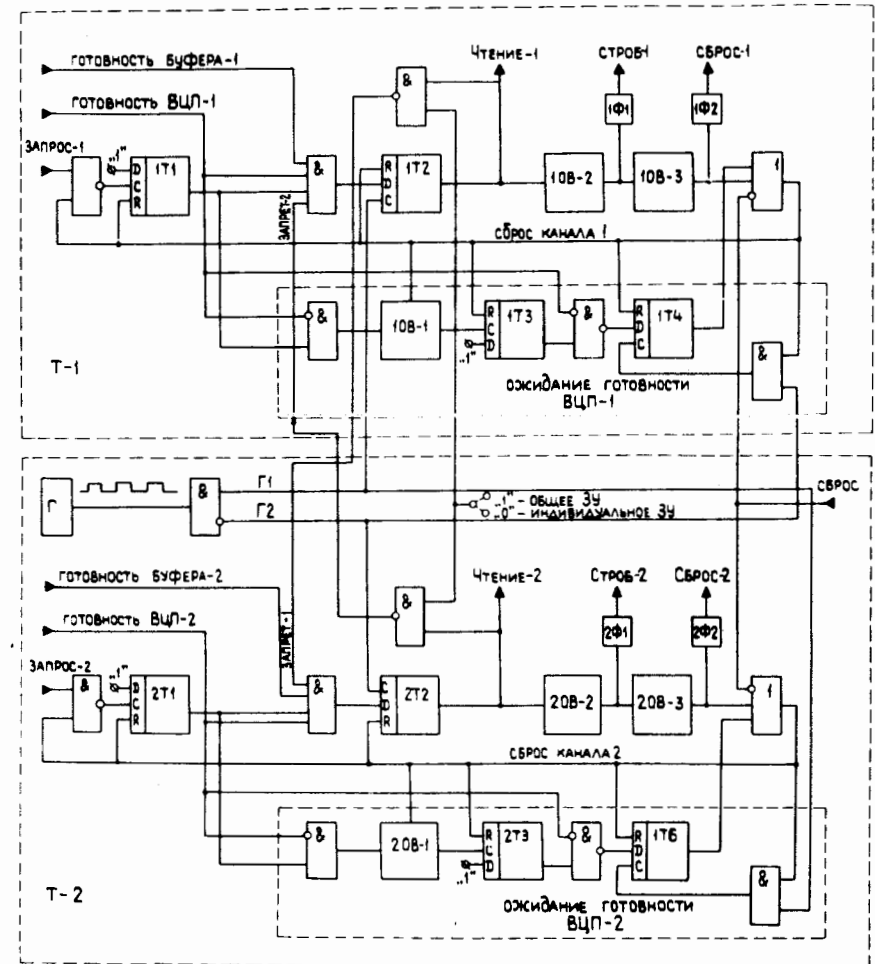


Рис.4. Функциональная схема модуля временного процессора 2ЛТ-205-2. Блок выполнен на микросхемах серии К500.

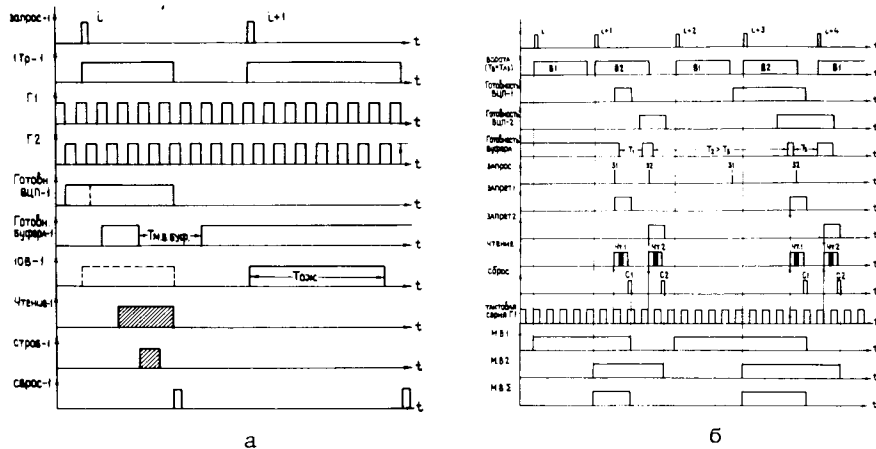


Рис. 5. Временная диаграмма работы блока 2ЛТ-205-2 /а/; временная диаграмма работы временного процессора 2ЛТ-205 в режиме переключения данных на два ВЦП/б/.

может быть считывание в отдельные ЗУ информации с каждого кодировщика по магистрали на панели блока или передача массива данных после полного окончания кодирования во всех ВЦП по каналу в ЭВМ. Передача кода с кодировщика производится при наличии трех сигналов: 1/ "Запрос", поступающего от 2ЛТ-205-1, 2/ "Готовность ВЦП" /это сигнал, дополнительно подтверждающий наличие закодированных данных/ и 3/ "Готовность ЗУ к приему события". Работа блока в этом режиме поясняется временной диаграммой /рис.5а/. Если за время $T_{ож}$, установленное равным максимально возможному времени кодирования, сигнала готовности от ВЦП не поступило, то соответствующие каналы T_i и V_i приводятся в исходное состояние без осуществления цикла чтения. После окончания цикла считывания данных канал процессора также приводится в исходное состояние /выходной сигнал "Сброс" схемы T_i подается на вход "Пуск" схемы V_i /.

В режиме последовательного считывания данных с двух переключаемых ВЦП в ЗУ для согласования работы схем Т-1 и Т-2, а также соответствующих пар схем ($T_i - V_i$) используется генератор синхронизирующей частоты Γ , с помощью которого определяется момент выработки управляющих сигналов, а главное - выбор очередности функционирования схем Т-1 и Т-2 модуля при одновременной готовности каналов к передаче данных. Такое решение вызвано тем, что схемы Т-1 и Т-2 имеют принципиально одинаковый приоритет. Это обеспечивает максимальное быстродействие, поскольку момент окончания кодирования зависит не только от типа используемого ВЦП, но и конкретной величины измеряемого в данный момент интервала. Работа блока в указанном режиме поясняется временной

диаграммой /рис.5б/, на которой приведены также сигналы блока 2ЛТ-205-1, что необходимо для понимания их совместного функционирования. Режимы блока устанавливаются путем запаивания соответствующих перемычек "Индивидуальное ЗУ" и "Общее ЗУ".

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная аппаратура обеспечивает высокую скорость измерения координат частиц в детекторах на основе МПК с ЛЗ и характеризуется относительной простотой вследствие малого числа каналов регистрации и оптимальных схемных решений. Блоки позволяют работать при максимально возможных нагрузках с МПК с ЛЗ.

Авторы благодарят Ю.В.Заневского за поддержку работы и полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, Р13-11872, Дубна, 1978.
2. Балдин А.М. и др. ОИЯИ, Р18-82-117, Дубна, 1982, с. 78.
3. Анисимов Ю.С. и др. Кристаллография, 1981, т. 26, вып. 6, с. 1305.
4. Заневский Ю.В. и др. В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ /тезисы докладов VI всесоюзной конференции/. Институт автоматики и электрометрии СО АН СССР, Новосибирск, 1981, с. 16.
5. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, 18-11348, Дубна, 1978.
6. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, 13-80-414, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 июня 1983 года.

Иванов А.Б., Черненко С.П.

P10-83-370

Временной процессор для предварительного отбора информации с пропорциональных камер с линиями задержки

Описывается выполненный в стандарте КАМАК временной процессор для предварительного отбора сигналов с пропорциональных камер с линиями задержки. Блок ориентирован на съем данных с двух концов линий задержки. Производится отбор событий, для которых по каждому измерительному тракту за полное время задержки был зарегистрирован один и только один импульс. При больших нагрузках производится переключение сигналов на один из двух время-цифровых преобразователей.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Ivanov A.B., Chernenko S.P.

P10-83-370

Time Interval Processor for Preprocessing the Data from Proportional Chamber with Delay Lines

A CAMAC time interval processor for preprocessing the data from MWPC with delay lines is described. The module is oriented to readout signals from two ends of delay lines. Selection of events which have one and only one pulse in all readout channels for total delay time is performed. For a high data flux the module fulfills signal switching to one of two time-to-digital converters.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.