



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2001-54
ОЭА

Ю.Д. Карпеков

**МОДУЛЬНАЯ АППАРАТУРА
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ
ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ
С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ ПРОВОЛОЧНЫХ КАМЕР**

Направлено в ПТЭ

Протвино 2001

Аннотация

Карпеков Ю.Д. Модульная аппаратура для регистрации и предварительной цифровой обработки информации с пропорциональных проволочных камер: Препринт ИФВЭ 2001-54. – Протвино, 2001. – 10 с., 5 рис., библиогр.: 6.

Описывается модульная аппаратура, обеспечивающая регистрацию и предварительную цифровую обработку координатной информации с ППК, работающих при большой множественности частиц в высокointенсивных пучках 70-ГэВ ускорителя ИФВЭ (при загрузках до 10^6 частиц/сек на проволочку). Цифровая часть аппаратуры (64-канальные модули регистрации и контроллеры) располагается в стойках электроники, удаленных от «накамерных» усилителей-формирователей сигналов с ППК. Для согласования с триггерным сигналом в аппаратуре применяются две ступени задержки сигналов – фиксированная кабельная и перестраиваемая цифровая на «циклической» памяти. В аппаратуре реализован аппаратный поиск полезной части информации с последующей ее обработкой (двоичным кодированием) для сжатия объема и оптимизации форматов данных перед их вводом в ЭВМ.

Abstract

Karpekov Yu.D. The Electronic Modules Set for the Multewire Proportional Chamber Readout System and Digital Pre-Processing of Data: IHEP Preprint 2001-54. – Protvino, 2001. – p.10, figs 5., refs.: 6.

The paper describes the electronic modules set for the multiwire proportional chamber (MWPC) read out system. The set consist of on-chamber modules of preamplifier-shapers, transmission cables (used also as a delay line) and 64-channels digital modules in a central racks. Each channel includes rotary memory as a addition delay line for precision time adjustment. The memory allows also to see pre-history of events and after hardware processing to send into computer only compressed useful data. The set allows to encode the addresses of the hit wires of MWPC which are used in high-intensiti beams of 70-GeV IHEP accelerator (up to 10^6 hit/wire per sec).

Введение

При создании регистрирующей аппаратуры для пропорциональных проволочных камер (ППК) применяются различные варианты построения такой аппаратуры [1–3]. Выбор варианта зависит от требований, предъявляемых к данной аппаратуре, обусловленных спецификой работы ППК в конкретном физическом эксперименте. В настоящее время наибольшее распространение получили два варианта построения регистрирующей аппаратуры для ППК: раздельный и накамерный.

В первом варианте на камерах располагаются лишь усилители-формирователи сигналов ППК, а цифровая часть аппаратуры (запоминающие модули и контроллеры) вынесена в каркасы электроники, находящиеся в экспериментальных домиках физических установок. В данном варианте аппаратуры в основном используются дискретные электронные компоненты. Вариант раздельного размещения аппаратуры находит применение в системах ППК с числом каналов регистрации до 1,5–2 тысяч при использовании в них ППК небольших размеров, работающих нередко в условиях ограниченного пространства и при высоких загрузках камер частицами. Кроме того, размещение основной части регистрирующей аппаратуры в каркасах электроники, удаленных от ППК из зоны с высоким уровнем радиации, создает удобство при наладке и эксплуатации многоканальной аппаратуры в условиях реального физического эксперимента.

Во втором варианте основная часть аппаратуры (усилители сигналов с ППК, элементы задержки и запоминания сигналов) размещается непосредственно на ППК. С ЭВМ такая аппаратура связана через управляющие модули (контроллеры) только каналом передачи данных. Накамерный вариант размещения аппаратуры позволяет избежать большого числа кабелей и разъемных соединений и все чаще применяется в больших системах ППК с общим количеством сигнальных проволочек (каналов регистрации), достигающих десятки тысяч. Как правило, такие системы содержат ППК большой площади, рассчитанные на регистрацию вторичных продуктов реакций (работа при пониженных загрузках ППК). Практическая реализация систем с накамерным размещением аппаратуры для регистрации сигналов с ППК становится целесообразной в случае применения в ней специализированных гибридных и монолитных интегральных схем, содержащих полностью один или несколько каналов регистрации, обладающих повышенной степенью надежности и малой потребляемой мощностью.

В данной работе описывается модульная аппаратура, предназначенная для регистрации и предварительной цифровой обработки координатной информации с ППК, работающих при большой множественности частиц в высокоинтенсивных пучках 70-ГэВ ускорителя ИФВЭ (при загрузках до 10^6 частиц/сек на проволочку). Поэтому аппаратура реализована по первому варианту, т.е. с размещением на ППК только модулей усилителей-формирователей сигналов. Цифровая часть аппаратуры располагается в экспериментальных домиках в каркасах унифицированной в ИФВЭ многоканальной информационной скоростной системы МИСС [4].

Необходимо отметить, что при использовании ППК на многоцелевых физических экспериментальных установках ИФВЭ регистрация данных о полезных физических событиях часто происходит на фоне высоковероятных конкурирующих событий. Кроме того, хорошо известно, что ППК имеют постоянную чувствительность к проходящим через них частицам, т.е. являются неуправляемыми детекторами. В связи с этим для регистрации только нужных событий в современных физических экспериментах широко применяются триггерные устройства для предварительного отбора (стробирования) искомых событий в реальном времени эксперимента.

Первичный отбор полезной части информации с ППК осуществляется, как правило, быстрым триггерным сигналом, вырабатываемым наносекундной логической электроникой по информации от быстродействующих детекторов частиц других видов (телескопы сцинтилляционных и черенковских счетчиков и др.). Поскольку на выработку триггерного стробирующего сигнала затрачивается определенное время (время пролета электронов в ФЭУ сцинтилляционных счетчиков, время прохождения сигналов по кабелям связи, собственное время выработки решения триггерной электроникой и т.д.) то информация с ППК, соответствующая выделяемому полезному событию, перед записью в элементы памяти должна быть задержана на это время.

В выбранном нами варианте раздельного размещения аппаратуры в качестве элементов компенсирующей задержки сигналов с ППК применяются скрученные пары проводов телефонного кабеля, используемого одновременно для транспортировки сигналов с выходов усилителей ППК на запоминающие модули. Применение кабельной (пассивной) задержки сигналов с ППК не вносит дополнительного «мертвого» времени в каналы регистрации, что позволяет реализовать высокую загрузочную способность ППК. Однако при большой длине кабеля возможен разброс задержек сигналов в отдельных каналах регистрации (до 10%), что приводит к необходимости снижения разрешающего времени регистрирующей системы в целом и соответственно к увеличению фона от случайных частиц.

Кроме того, при всяких изменениях конфигурации аппаратуры (в том числе при изменениях логических схем и алгоритмов выработки триггера), неизбежных на многоцелевых экспериментальных установках, многие временные задержки меняются, и это требует перестройки схем задержки сигналов с ППК. Поэтому для согласования с триггерным сигналом в описываемой аппаратуре применяются две ступени задержки сигналов с ППК: фиксированная – кабельная и подстроечная – цифровая на «циклической» памяти.

1. Структура модульной регистрирующей аппаратуры ППК

Структурная схема регистрирующей аппаратуры ППК представлена на **рис. 1**. Сигналы, нормализованные по амплитуде и длительности, с выходов накамерных усилителей УФ [5] поступают на входы 64–канальных модулей регистрации МР (ЛЭ-15ММ), размещаемых в секторах МИСС. Для транспортировки сигналов к модулям МР используются витые пары проводов стандартных телефонных кабелей, которые, как отмечалось выше, одновременно выполняют функции фиксированной (первой ступени) задержки сигналов с ППК.

Для окончательного согласования сигналов с ППК с триггерным сигналом в модулях МР применяется вторая ступень цифровой задержки сигналов на «циклической» памяти. Кроме того, данная память выполняет функцию быстродействующего оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) для промежуточного хранения входной информации с ППК на время ее предварительной обработки перед вводом в ЭВМ.

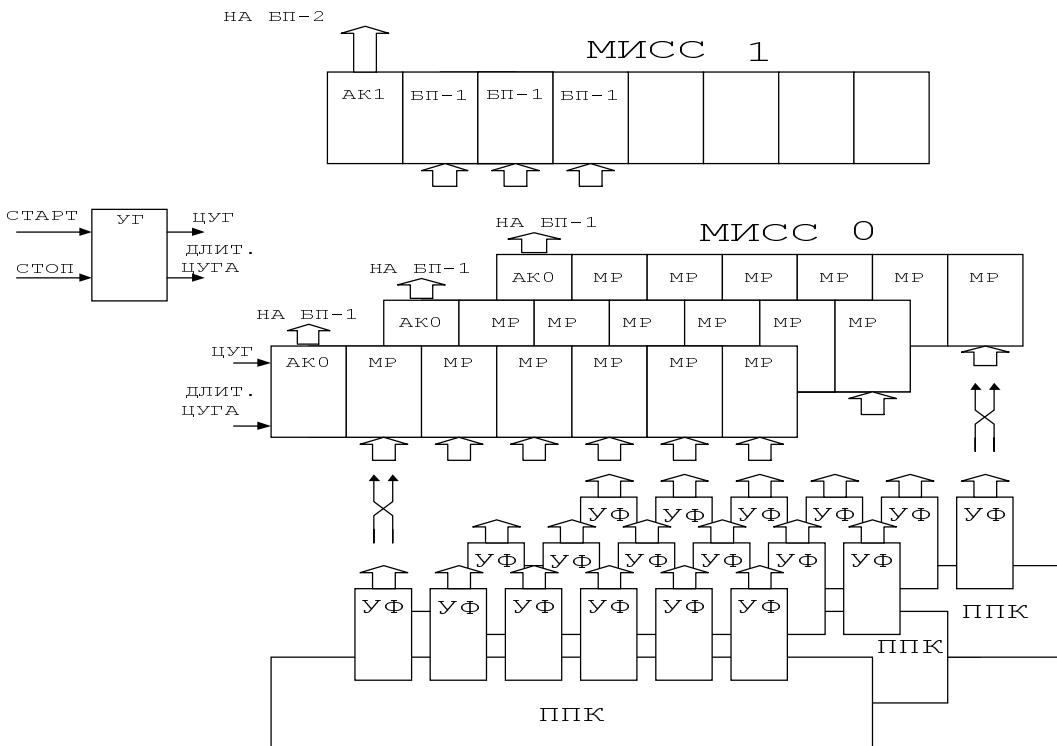


Рис. 1. Структурная схема модульной регистрирующей аппаратуры ППК.

Управление работой модулей МР в режимах регистрации (записи) информации с ППК, ее предварительной цифровой обработки и быстрого считывания значащей части информации по магистралям в секторах МИСС осуществляется с помощью модулей специализированных автономных контроллеров АКО (ЛЭ-30ММ). Эти же контроллеры производят двоичное кодирование принятой информации, оптимизируют форматы данных и осуществляют передачу данных по кабельному каналу МИСС в модули буферной памяти БП-1 системы сбора данных экспериментальной установки.

Формирование серий тактовых строб-импульсов «ЦУГ», а также сигналов «Длительность цуга», необходимых для управления записью информации в модули МР осуществляется служебным модулем управляемого генератора УГ [6].

2. Модуль регистрации ЛЭ-15ММ

Структурная схема модуля регистрации ЛЭ-15ММ дана на **рис. 2**. Основу модуля составляет «циклическая» память ОЗУ емкостью 1К бит, реализованная на микросхемах памяти K500РУ145 и состоящая из четырех отдельных массивов (ОЗУ1-ОЗУ4). В состав модуля регистрации также входят: 64 дифференциальных усилителя сигналов с линии (УСЛ) для приема сигналов с выходов усилителей ППК; дополнительная память (FIFO) для записи и считывания адресов ячеек ОЗУ, содержащих только значащую информацию; дешифратор команд (ДШК); выходной регистр данных ОЗУ (РД); мажоритарная схема (МС) для определения значащей части информации в ОЗУ; счетчик выборки подадресов (СЧПА) при чтении ОЗУ; мультиплексоры (МхА, МхПА) для переключения шины адреса и линий выборки подадресов (ПАи) в режимах записи и чтения информации в ОЗУ; схема синхронизации (СИНХР).

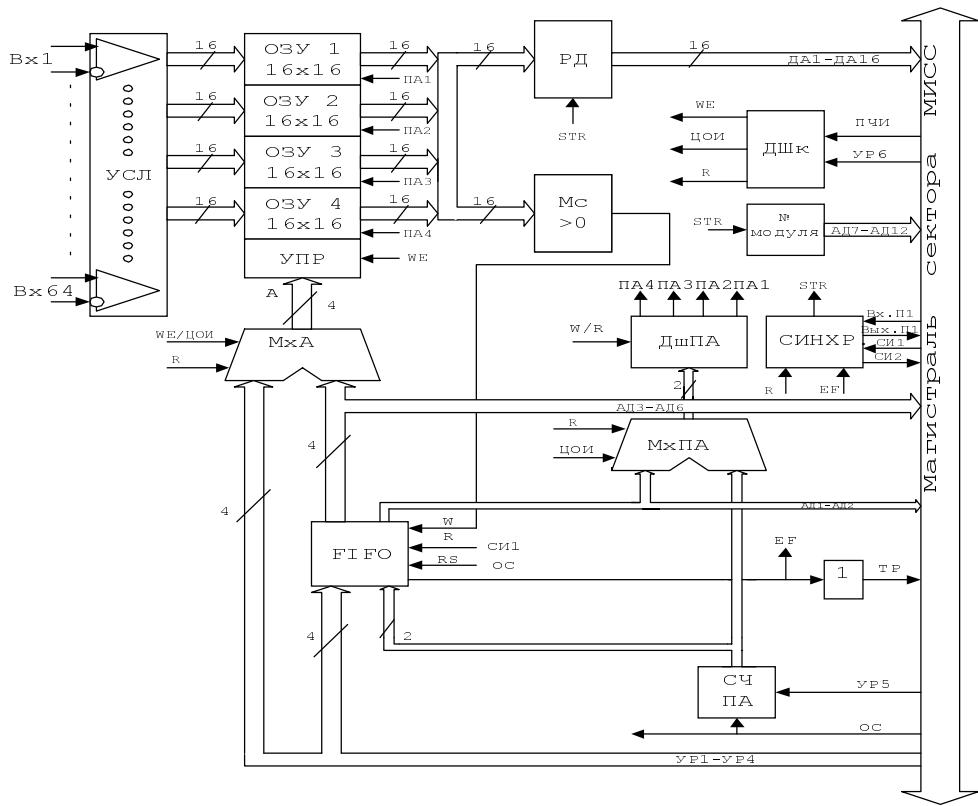


Рис. 2. Структурная схема модуля ЛЭ-15ММ.

2.1. Принцип работы «циклического» ОЗУ

Основной принцип работы «циклического» ОЗУ заключается в следующем. Во время регистрации сигналов с ППК (по сигналу *start*) на адресный счетчик и управляющий вход (WE) «запись» информации в ОЗУ с выхода схемы управляемого генератора поступает непрерывная серия тактирующих строб-импульсов (ЦУГ) с периодом следования T_0 (рис. 3).

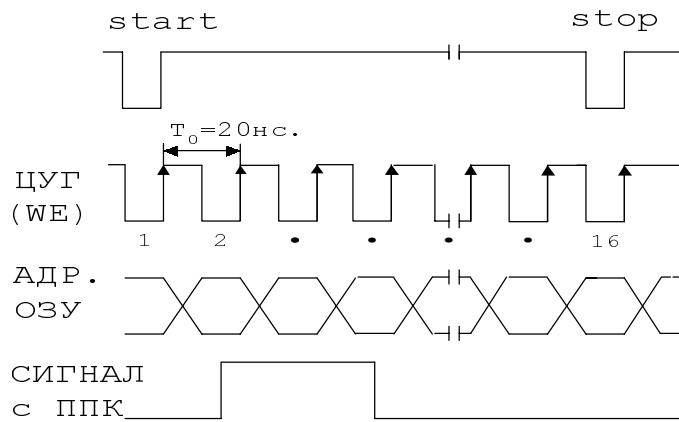


Рис. 3. Временные диаграммы работы ОЗУ в режиме регистрации информации с ППК.

В результате этого происходит циклическое сканирование адресов ячеек ОЗУ с временем цикла кратным N , где N – количество ячеек ОЗУ. При этом в моменты времени поступления строб-импульсов в адресуемые ячейки ОЗУ записывается новая информация, а хранившаяся в них старая – стирается. Таким образом, сигналы с ППК, поступающие на ОЗУ в диапазоне времени от T_0 до $N \times T_0$, т.е. в течение одного цикла, будут записываться и храниться в определенных номерах ячеек ОЗУ до начала следующего цикла. Заметим, что при таком способе регистрации переключение адресов ячеек ОЗУ происходит асинхронно с моментом поступления на ОЗУ информационных сигналов с ППК. Поэтому для исключения возможности потери информации во время ее записи в ОЗУ длительность регистрируемых сигналов должна быть не менее двух периодов следования тактирующих строб-импульсов.

Окончание режима записи информации в ОЗУ осуществляется в момент выработки триггерного сигнала (*stop*), по которому происходят остановка управляемого генератора и переключение ОЗУ в режим чтения информации. При этом, если запаздывание триггерного сигнала относительно момента поступления входной информации на ОЗУ меньше времени цикла сканирования – N ячеек ОЗУ, то временное «окно», в течение которого сигналы с ППК могут быть достоверно записаны, а затем считаны из ОЗУ, составляет $N \times T_0$.

2.2. Режимы работы модулей ЛЭ-15ММ

Работа модулей ЛЭ-15ММ в рамках системы МИСС осуществляется в трех последовательных режимах:

- ◆ режим регистрации информации с ППК,
- ◆ режим предварительной цифровой обработки информации (ЦОИ),
- ◆ режим последовательного чтения (ПЧИ) значащей части информации по магистрали сектора МИСС.

Задание режимов работы модулей ЛЭ-15ММ в каждом секторе осуществляется модулями автономных контроллеров ЛЭ-30ММ, передающих сигналы управления по соответствующим линиям магистрали МИСС.

В режиме регистрации информации с ППК по линии ПЧИ магистрали МИСС передается низкий, а по линии УР6 – высокий (активный) уровень сигнала. Оба сигнала поступают на входы схем дешифраторов команд ДШК модулей ЛЭ-15ММ. После дешифрации команды на входах WE всего массива ОЗУ устанавливается уровень лог.«0», разрешающий параллельную запись входной информации в адресуемые ячейки ОЗУ модулей ЛЭ-15ММ. Одновременно с началом выдачи команды записи по магистральным линиям управления регистрацией УР1-УР4 передаются двоично-кодированные адреса ячеек ОЗУ, которые через мультиплексоры MxA поступают на адресные шины ОЗУ модулей ЛЭ-15ММ. Необходимо отметить, что использование для передачи кода адреса ОЗУ стандартных линий магистрали МИСС обеспечивает устойчивую работу ОЗУ на тактовой частоте импульсов «ЦУГа» до 20 МГц и позволяет регистрировать входные сигналы с минимальной длительностью до 100 нс.

Для регистрации более коротких входных сигналов был разработан модифицированный вариант модуля ЛЕ-15ММ, в котором код адреса ОЗУ задается с выхода адресного счетчика записи, размещенного непосредственно на печатной плате модуля. В частности, это позволило обеспечить надежную работу модулей ЛЭ-15ММ на тактовой частоте импульсов «ЦУГа» до 50 МГц при минимальной длительности входных информационных сигналов до 40 нс.

В режиме ЦОИ по магистральным линиям УР6 и ПЧИ передаются активные уровни сигналов, которые после дешифрации в модулях ЛЭ-15ММ устанавливают на входах «WE» всего массива ОЗУ уровень лог.«1», разрешающий чтение записанной информации по внутреннейшине выходных данных ОЗУ. Для повышения быстродействия выполнение операций в режиме ЦОИ осуществляется параллельно во всех модулях ЛЭ15ММ, размещенных в секторах

МИСС. При этом так же, как и в режиме регистрации, код адреса ОЗУ передается по магистральным линиям УР1–УР4. Чтение содержимого ОЗУ внутри модулей ЛЭ-15ММ производится 16-разрядными словами по четырем последовательным подадресам (ПА1-ПА4), задаваемым с помощью 2 разрядных счетчиков СЧПА. Переключение счетчиков СЧПА осуществляется сигналами, передаваемыми по магистральной линии УР5.

В случае обнаружения в каких-либо ячейках ОЗУ значащей части информации на выходе мажоритарной схемы МС формируется сигнал >0 , разрешающий запись адресов и подадресов этих ячеек в FIFO-памяти соответствующих модулей регистрации. В режиме ЦОИ все модули, содержащие информацию >0 , генерируют сигнал требования (по логике проводного ИЛИ) на линию ТР магистрали сектора МИСС. Окончание режима ЦОИ происходит после просмотра содержимого ОЗУ в последнем четвертом подадресе. Затем при наличии активного уровня сигнала на линии ТР по магистрали МИСС передается команда переключения модулей ЛЭ-15ММ в режим ПЧИ.

В режиме ПЧИ происходит приоритетное (задаваемое по последовательной линии П1) чтение данных по магистрали сектора МИСС только из модулей ЛЭ-15ММ, содержащих значащую информацию. Начало режима ПЧИ инициируется установкой активного уровня сигнала на магистральной линии ПЧИ. Затем при активном уровне синхросигнала СИ1-запроса на чтение данных модуль выставляет свой адрес (№ модуля), данные в РД и генерирует ответный синхросигнал СИ2, определяющий длительность выполняемой операции. При этом исполнительные адреса и подадреса ячеек ОЗУ, содержащие значащую информацию,читываются из FIFO-памяти по переднему фронту сигнала СИ1. После чтения последнего слова данных модуль ЛЭ-15ММ снимает свой сигнал ТР и устанавливает разрешение по приоритетной цепи (Вх П1 / Вых П1) для чтения информации со следующего модуля. Режим ПЧИ завершается после чтения последнего по приоритету модуля ЛЭ-15ММ в секторе МИСС и снятия им активного уровня сигнала ТР.

Конструктивно модуль ЛЭ-15ММ выполнен в виде блока единичной ширины, на передней панели которого расположены два разъема для приема информационных сигналов с выходов усилителей ППК. Входные сигналы – парофазные ECL.

3. Модуль автономного контроллера ЛЭ-30ММ

Структурная схема модуля ЛЭ-30ММ приведена на **рис. 4**. В состав модуля входят: адресные счетчики записи «WA» и чтения «RA» содержимого ОЗУ модулей ЛЭ-15ММ; регистры начального «НА» и базового адреса «БА» ОЗУ; счетчик слов ОЗУ; счетчик подадреса «ПА»; триггеры T1, T2 задания режимов работы; входной регистр данных РД; схема приоритетного шифратора ПШ; схема дешифратора ДШ; мультиплексоры адреса и данных МХА, МХД; счетчики числа событий и количества передаваемых слов; схемы синхронизации СИНХР1, СИНХР2 и другие логические схемы.

Разрешение работы автономного контроллера ЛЭ-30ММ на магистрали сектора МИСС задается активным уровнем сигнала, передаваемым по магистральной линии АР от системного контроллера сектора, либо с помощью переключателя S1 (при отсутствии системного контроллера). Инициализация «жесткой» логики автономного контроллера осуществляется внешним сигналом «СБРОС», по которому обнуляется адресный счетчик записи «WA» информации в ОЗУ модулей ЛЭ-15ММ. В регистр «НА» с переключателя П1 заносится 4-разрядный код для задания начального адреса чтения содержимого ОЗУ в режиме ЦОИ. Переизаписывается код из регистра «НА» в адресный счетчик «RA» чтения ОЗУ. В счетчик слов ОЗУ с переключателя П2 заносится 4-разрядный код, задающий количество ячеек ОЗУ для чтении содержимого ОЗУ в режиме ЦОИ. В счетчик «СЧПА» подадреса ОЗУ заносится число «4». Обнуляются счетчики числа событий и количества передаваемых слов, обнуляется входной регистр данных «РД». Подготавливаются к работе узлы синхронизации УС1,

УС2, а также мультиплексоры МПА и МПД. Устанавливаются в начальное состояние триггеры T1 и T2. После завершения операций начальной установки автономный контроллер подготовлен к управлению работой модулей ЛЭ-15ММ в трех последовательных режимах: регистрации информации с ППК, ЦОИ и ПЧИ.

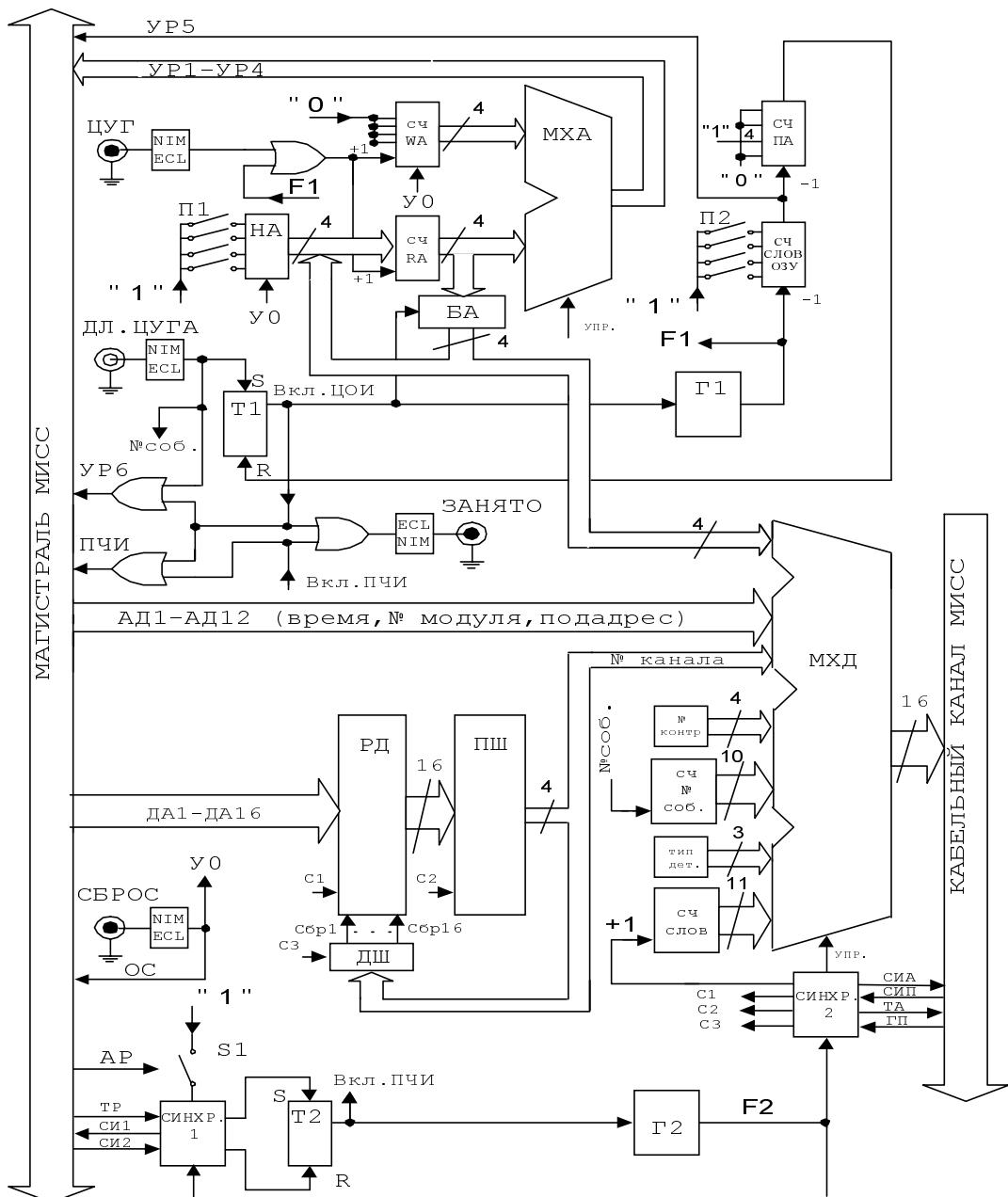


Рис. 4. Структурная схема модуля автономного контроллера ЛЭ-30ММ.

3.1. Работа автономного контроллера в режиме регистрации информации с ППК

В режиме регистрации информации с ППК запуск автономного контроллера осуществляется внешним сигналом «Длительность цуга», поступающим на него с выхода модуля управляемого генератора. При этом автономный контроллер устанавливает активный уровень сигнала на магистральной линии УР6 на все время длительности «полки» сигнала «Длительность цуга», задавая тем самым режим записи информации в ОЗУ модулей ЛЭ15ММ, подключенных к магистрали сектора МИСС. Одновременно с сигналом запуска с выхода модуля управляемого генератора на автономный контроллер поступает серия тактовых импульсных сигналов «ЦУГ» для переключения адресных счетчиков записи «WA» и чтения «RA» информации из ОЗУ модулей ЛЭ-15ММ. Далее сигналы с выхода адресного счетчика записи «WA» через мультиплексор МПА транслируются по магистральным линиям УР1-УР4, осуществляя синхронное переключение адресов ячеек ОЗУ во всех модулях ЛЭ-15ММ, подключенных к магистрали сектора МИСС. При этом, как отмечалось ранее, минимальная длительность сигнала передаваемого по магистральной линии УР1 составляет 50 нс.

Окончание режима регистрации происходит по триггерному сигналу физической установки, вызывающему остановку внешнего управляемого генератора УГ, снятие им управляющих сигналов «Длительность цуга» и «ЦУГ» и подготовку логических цепей автономного контроллера к работе в режиме ЦОИ.

3.2. Работа автономного контроллера в режиме ЦОИ

Запуск режима ЦОИ осуществляется по заднему фронту сигнала «Длительность цуга». При этом происходит включение триггера T1 задания режима ЦОИ, который устанавливает активные уровни сигналов на линиях УР6 и ПЧИ магистрали сектора МИСС и выставляет на выходной разъем сигнал «ЗАНЯТО». Кроме того, по переднему фронту сигнала «1» с выхода триггера T1 производится занесение содержимого адресного счетчика «RA» в регистр базового адреса «РБА» и включается внутренний управляемый генератор Г1. Далее сигналы с выхода адресного счетчика «RA» через мультиплексор МПА подключаются к магистральным линиям УР1-УР4, и в модулях ЛЭ15-ММ выполняется операция внутреннего чтения содержимого ОЗУ первого подадреса. После окончания чтения первого подадреса сигналом с выхода счетчика размера ОЗУ производится занесение базового адреса из регистра «БА» в адресный счетчик «RA» для указания номера ячейки ОЗУ с которого начнется чтение содержимого ОЗУ второго подадреса. Одновременно сигнал с выхода счетчика слов ОЗУ транслируется по линии УР5 магистрали МИСС для переключения счетчиков СчПА в модулях ЛЭ-15ММ на второй подадрес. Описанная процедура повторяется каждый раз при чтении содержимого ОЗУ очередного подадреса.

Окончание режима ЦОИ происходит после чтения содержимого ОЗУ последнего (четвертого) подадреса в модулях ЛЭ-15ММ. По окончании режима ЦОИ контроллер анализирует логический уровень сигнала на линии ТР.

В случае **низкого уровня сигнала на линии ТР** (при отсутствии значащей информации в модулях ЛЭ-15ММ) автономный контроллер передает по кабельному каналу через мультиплексор МХД на модуль внешней буферной памяти МБП-1 два служебных слова – номер автономного контроллера с указанием номера события, а также тип детектора и количество переданных слов – и затем снимает сигнал «ЗАНЯТО».

В случае **активного уровня сигнала на линии ТР**, указывающего на наличие значащей информации в каком либо модуле регистрации ЛЭ-15ММ, в автономном контроллере происходит включение триггера T2, задающего режим ПЧИ на магистрали сектора МИСС.

3.3. Работа автономного контроллера в режиме ПЧИ

В режиме ПЧИ контроллер устанавливает активный уровень сигнала на магистральной линии ПЧИ и выполняет операции приоритетного считывания информации из модулей ЛЭ-15ММ по каналу данных (КД1-КД16) магистрали сектора МИСС во входной регистр данных (РД). Для сжатия объема информации, считываемой из соседних ячеек ОЗУ, содержащих одно и тоже цифровое значение, в РД записываются только передние фронты информационных сигналов, т.е. начальные значения моментов времени появления сигналов в каналах регистрации. При выполнении магистральных операций в режиме ПЧИ все управляющие сигналы формирует узел синхронизации УС1, тактируемый сигналами от внутреннего управляемого генератора Г2.

После запоминания данные из входного регистра РД поступают на схему приоритетного шифратора (ПШ) для выполнения операций по их двоичному кодированию и поочередной передачи по кабельному каналу на модуль буферной памяти МБП-1. В первом слове данных контроллер передает информацию о времени, зарегистрированном адресным счетчиком записи «WA», в момент поступления на него последнего тактового сигнала от внешнего управляемого генератора. Затем контроллер передает двоично-кодированные номера сработавших разрядов в РД и информацию о текущем времени появления сигналов в каналах регистрации. Во время обмена с модулем буферной памяти МБП-1, а также при взаимодействии с узлом синхронизации УС1, все необходимые управляющие сигналы вырабатывает узел синхронизации УС2 в соответствии с протоколом выполнения операций по кабельному каналу системы МИСС.

Окончание режима ПЧИ происходит после чтения содержимого ОЗУ последнего модуля ЛЭ-15ММ в обслуживаемом секторе МИСС и снятия этим модулем активного уровня сигнала на линии ТР. После окончания режима ПЧИ автономный контроллер выдает в кабельный канал два служебных слова и снимает с выходного разъема сигнал «ЗАНЯТО». Форматы информационных и служебных слов данных, передаваемых модулем автономного контроллера по кабельному каналу, приведены на **рис. 5**.

1. Формат первого информационного слова:

P15-----P12	P11-----P7	P6-----P5	P4-----P1
Время в момент остановки счетчика записи	0-----0	0-----0	0-----0

2. Формат текущего информационного слова:

P15-----P12	P11-----P7	P6-----P5	P4-----P1
Текущее время	Номер модуля	Подадрес	Номер канала

3. Формат предпоследнего слова:

P16	P15	P14-----P11	P10-----P1
0	0	Номер АК	Номер события

4. Формат последнего слова:

P16	P15	P14-----P12	P11-----P1
1	Ош	Тип детектора	Количество переданных слов

Рис. 5. Форматы данных, передаваемых модулем автономного контроллера ЛЭ-30ММ по кабельному каналу.

Конструктивно модуль ЛЭ-30ММ выполнен в виде блока единичной ширины, на передней панели которого расположены четыре коаксиальных разъема для приема сигналов управления «Длительность цуга» и «ЦУГ», сигнала общего сброса «ОС», а также для выдачи сигнала «ЗАНЯТО». Уровни сигналов управления соответствуют стандарту NIM. Кроме того, на лицевой панели модуля размещается многоконтактный разъем для соединения с кабельным каналом. Уровни сигналов в кабельном канале – однофазные ЭСЛ.

Заключение

Разработанная и описанная в работе модульная аппаратура в настоящее время используется для регистрации и предварительной обработки информации с ППК на физической экспериментальной установке «ИСТРА-М» ИФВЭ. Для проведения тестовых испытаний и контроля за работой аппаратуры на экспериментальной установке были разработаны специальные программы, обеспечивающие тестирование как отдельных модулей, так и системы в целом. Опыт эксплуатации аппаратуры показал ее достаточную надежность и удобство в работе.

В заключение автор выражает благодарность В.А. Сенько за поддержку данной работы, В.Ф. Образцову за предоставление возможности проведения испытаний разработанной аппаратуры в составе системы сбора данных экспериментальной установки «ИСТРА-М» на пучке частиц 70-ГэВ ускорителя ИФВЭ, а также глубокую признательность П.И. Гончарову за помошь на начальном этапе работы, В.П. Новикову за разработку тестового программного обеспечения, Ю.Н. Симонову за ценные замечания и практические советы.

Список литературы

- [1] Волкова Л.А., Карпеков Ю.Д., Симонов Ю.Н. Система вывода информации с пропорциональных проволочных камер. Препринт ИФВЭ 76-81. – Серпухов, 1976.
- [2] Басиладзе С.Г., Быстродействующая ядерная электроника. – М.: Энергоиздат, 1982.
- [3] Медовиков В.А. и др. Электронная аппаратура регистрации и триггирования наносекундного диапазона. Препринт ИФВЭ 99-60. – Протвино, 1999.
- [4] Бушнин Ю.Б. и др. Быстродействующая система регистрирующей и триггерной электроники для экспериментальных исследований в ИФВЭ. Препринт ИФВЭ 88-47.–Серпухов, 1988.
- [5] Бушнин Ю.Б., Коноплянников А.К. Усилители-формирователи сигналов для многопроволочных детекторов. Препринт ИФВЭ 92-105. – Протвино, 1992.
- [6] Бушнин Ю.Б., Исаев А.Н., Коноплянников А.К. Препринт ИФВЭ 88-48. – Серпухов, 1988.

Рукопись поступила 24 декабря 2001 года

Ю.Д. Карпеков.

Модульная аппаратура для регистрации и предварительной цифровой обработки информации с пропорциональных проволочных камер.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы Word.

Редактор Н.В.Ежела. Технический редактор Н.В Орлова.

Подписано к печати 28.12.2001. Формат 60 x 84/8. Офсетная печать.
Печ.л. 1,25. Уч.-изд.л. 1. Тираж 130. Заказ 212 . Индекс 3649.
ЛР №020498 17.04.1997.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий
142284, Протвино Московской обл.

Индекс 3649

ПРЕПРИНТ 2001-54, ИФВЭ, 2001
