

10026

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



10026

13 - 10026

Экз. чит. зала

С.Г.Басиладзе, В.А.Смирнов, В.К.Юдин

БЛОК ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ И ЧТЕНИЯ ДАННЫХ
С ГОДОСКОПИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ
В СТАНДАРТЕ "КАМАК"

1976

13 - 10026

С.Г.Басиладзе, В.А.Смирнов, В.К.Юдин

БЛОК ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ И ЧТЕНИЯ ДАННЫХ
С ГОДОСКОПИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ
В СТАНДАРТЕ "КАМАК"

Направлено в ПТЭ

ОИЯИ
БИБЛИОТЕКА

Годоскопические системы детекторов широко распространены в ядерно-физическом эксперименте. Можно выделить два типа таких систем. В системах первого типа детекторы являются датчиками логических сигналов, определяющих координату события. Количество информации при каждом срабатывании датчиков - 1 бит. Типичными примерами систем данного типа являются сцинтилляционные годоскопы, искровые и пропорциональные камеры (датчики информации - отдельные проволочки). В настоящее время годоскопическими системами стали называть также наборы из большого числа аналоговых датчиков, например, многоканальные черенковские и сцинтилляционные спектрометры. В системах этого типа каждый датчик является источником ~ 10 бит информации о величине измеряемого параметра. Своеобразным синтезом первой и второй систем являются время-координатные детекторы (детекторы нейтронов, дрейфовые камеры), в которых датчик дает аналоговую информацию о координате взаимодействия с детектором.

Общим для всех годоскопических систем является то, что в каждом конкретном случае срабатывает лишь небольшая часть от общего числа датчиков; поэтому количество полезной, значащей информации невелико (5÷10)% по сравнению с общим массивом, содержащим нулевые разряды (слова). При небольшом числе датчиков (несколько десятков) и невысоком темпе регистрации событий нет особых проблем для передачи

всего массива информации в накопительное устройство, например, в ЭВМ, поскольку невелики время передачи и требуемый объем памяти. Однако современные экспериментальные установки содержат сотни аналоговых детекторов, а число логических исчисляется тысячами и десятками тысяч. В то же время мертвое время установок должно быть минимальным.

Специальные устройства считывания, необходимые для таких установок, должны производить поиск сработавших датчиков, кодировать их номер в двоичный код и обеспечивать пересылку кодов в накопитель. Идеальное устройство считывания должно обладать следующими характеристиками.

1. Обеспечивать предельное быстродействие, т.е. время поиска и кодирования должно быть незначительным по сравнению с временем приема данных накопителем;
2. Аппаратурные затраты на организацию кодирования и чтения должны быть незначительны по сравнению с объемом электроники в годоскопической системе;
3. Устройство должно быть универсальным, т.е.
 - а) обеспечивать чтение с годоскопических систем первого и второго типа,
 - б) не иметь ограничений на расположение или количество значащей информации,
 - в) позволять максимально использовать существующие стандартные технические решения для построения годоскопических систем и связи с накопителем.

Существующие устройства /1-17/ представляют собой, как правило, компромисс между требованиями 1) и 2) и в меньшей степени учитывают перечень требований 3), поскольку они разработаны для единичных установок. При небольшом количестве детекторов используются параллельные системы кодирования номера датчика, построенные на основе схем приоритетной шифровки позиционного кода в двоичный (например, priority encoders - SN74148, MC10165) - рис. 1а^{5,10-12,14/}. Такие устройства имеют максимальное быстродействие, но сравнительно сложны, т.к. требуют-

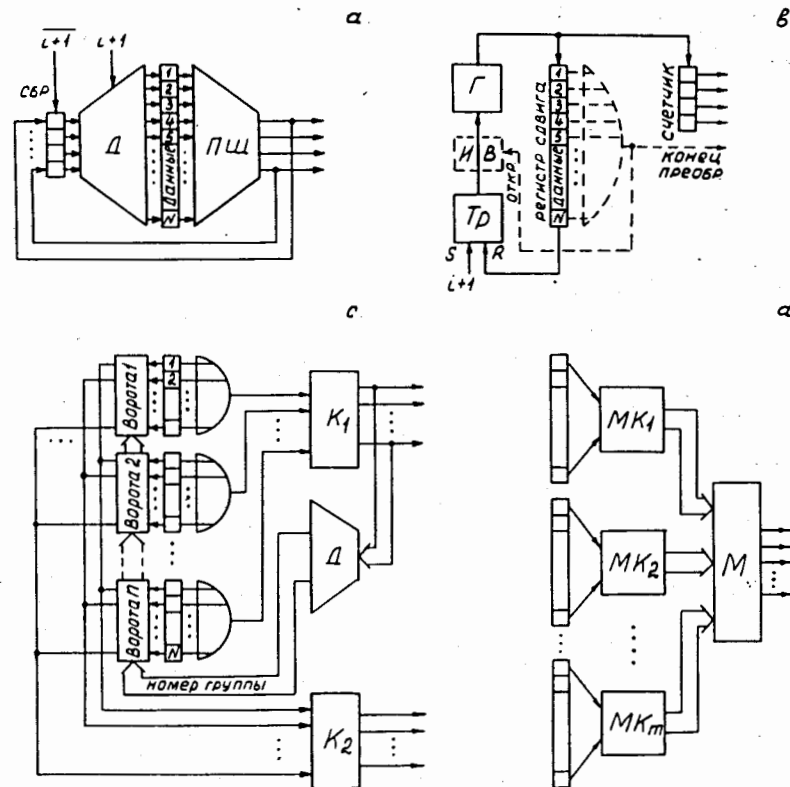


Рис. 1. Различные варианты схем кодирования из позиционного кода в двоичный.

ся промежуточный регистр и дешифратор в цепи сброса разрядов основного регистра. Быстродействие их убывает логарифмически, а сложность возрастает экспоненциально с ростом числа датчиков N . Широко применяются также системы последовательного кодирования на основе сдвигового регистра и счетчика (рис. 1в)^{3, 4, 13/}. Такие устройства особенно удобны, когда информация с годоскопической системы заносится непосредственно в регистры сдвига, либо в линии задержки, как в искровых или пропорциональных камерах

с катодным съемом^{/7,9,17-19/}). Данная организация проще аппаратно (приблизительно вдвое при малом числе датчиков). Сложность ее и быстродействие изменяются линейно при увеличении N . Быстродействие можно повысить примерно вдвое, если окончательную остановку генератора производить с помощью схемы ИЛИ (на рис. 1в - пунктиром).

Для большого количества датчиков применяют многоступенчатые (иерархические) системы кодирования. Пример двухступенчатой системы^{/1,4,10,14/} показан на рис. 1с. Датчики делятся на группы, кодирование производится на двух уровнях - групп (K_1) и датчиков в группах (K_2). Если время передачи данных в накопитель мало по сравнению с длительностью процесса кодирования, применяют несколько многоступенчатых кодировщиков (МК)^{/1,10/} параллельно, для согласования скоростей кодирования и передачи - (рис. 1д).

В Лаборатории высоких энергий ОИЯИ в качестве стандарта для систем регистрации^{/20/} и связи с ЭВМ принята система КАМАК. Поэтому при разработке устройства считывания, описываемого ниже, ставилась цель сохранить преимущества стандартизации в организации межкрейтовой связи^{/21/} и связи с ЭВМ, хотя использование нестандартных специализированных систем^{/1,10,14/} несколько увеличивает быстродействие.

Для построения систем из нескольких ветвей КАМАК в Лаборатории используется универсальный драйвер ветви^{/22/}, общая организация которого подобна системному крейту^{/23/}. Поэтому наиболее выгодным местом расположения устройства считывания является управляющий крейт универсального драйвера. Расположение устройств считывания в каждом крейте^{/1,10/} (рис. 1д), либо в каждой станции КАМАК^{/11/}, невыгодно аппаратно и не приводит к выигрышу в быстродействии. Описываемый блок является одним из источников управления в составе универсального драйвера. По сигналу прерывания ЭВМ через драйвер передает управление блоку считывания, который организует процесс поиска и пересылки значащей информации в ЭВМ.

Структурная схема блока показана на рис. 2. Принятая двухступенчатая система поиска и кодирования: группы-станции КАМАК (включая субадреса), внутри групп (в слове) кодируется номер значащих шин R_i ($i = 1 \div 24$), если код в слове позиционный (годоскопическая система первого типа). Кодирование производится регистрами сдвига со счётчиками (организация блока - с, в, см. рис. 1). Блок состоит из следующих основных узлов. Дешифратор команд, предназначенный для выделения сигналов управления. Триггер ENABLE, разрешающий работу блока по внутренней программе. Семиразрядный параллельный регистр управления, определяющий режимы передачи информации из крейтов. 24-разрядный параллельный регистр сдвига "GL→N", предназначенный для преобразования слова GL в коды номеров станций с $L = 1$. 24-разрядный параллельный регистр сдвига "D → номер", предназначенный для преобразования позиционного кода в слове, считанном со станции, в двоичный код. Трёхразрядный синхронный счётчик C_c , определяющий текущее значение номера крейта, с которого считываются данные. Трёхразрядный синхронный счётчик A_c , определяющий текущее значение субадреса. Генератор внутреннего цикла, запускающийся по заднему фронту сигнала ЦИКЛ, при условии разрешения работы блока. В течение внутреннего цикла вырабатываются три тактовых сигнала с периодом 200 нс: КЦ1, КЦ2, КЦ3. Схема управления, вырабатывающая внутренние команды. Триггер END, устанавливающийся по окончании работы блока, задает сигналы ΣBD и L (Запрос) на шинах магистрали управляющего крейта.

В исходном положении триггеры ENABLE и END находятся в состоянии "0", счётчики: $C_c = 1$, а $A_c = 0$, схема управления - в режиме А. Подготовка производится по команде Z·СТРОБ, либо ВЫБ·С(0)·F(9)·А(2)·СТРОБ. В регистр управления по команде ВЫБ·С(0)·F(16)·А(2)·СТРОБ по шинам RW1÷RW7 заносится информация о типе годоскопических систем в крейтах ветви. Для систем первого типа в C_i -крейтах, в i -разряд

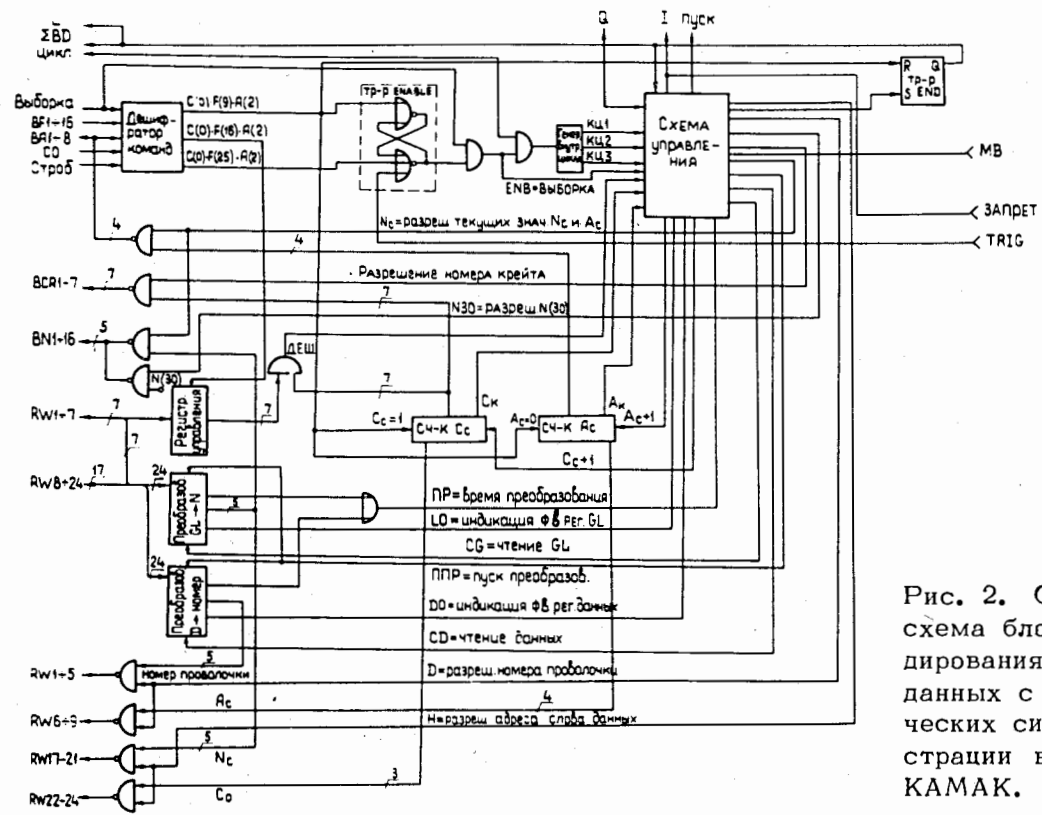


Рис. 2. Структурная схема блока для кодирования и чтения данных с годоскопических систем регистрации в стандарте КАМАК.

заносится "1", в случае если данные в станциях C_i - крейта представлены в двоичном коде, то заносится "0".

Запуск блока может осуществляться внешним сигналом ТРИГГЕР, либо командой $ВЫБ \cdot А \cdot С(0) \cdot F(16) \cdot А(2) \cdot СТРОБ$. Сигналом запуска устанавливается триггер ENABLE и вырабатывается сигнал ПУСК цикла универсального драйвера с командой чтения GL-информации (слова L) из крейта C_1 . Задним фронтом сигнала ЦИКЛ (при наличии сигналов $ВЫБ = 1$ и $ENABLE = 1$) запускается генератор внутреннего цикла. По тактовому сигналу КЦ1 заносится текущее состояние по шинам A_K, C_K, L_0, D_0 в соответствующие триггеры схемы управления. По тактовому сигналу КЦ2, в зависимости от состояния триггеров: A_K, C_K, L_0, D_0 и от режима работы блока (A, B, C, D), вырабатываются сигналы: $A_C + 1, C_C + 1, A_C = 0$, Пуск LC, Пуск DC, set END, причём

$$A_C + 1 = КЦ2 \cdot \overline{A_K} \cdot [D + \overline{D_0} \cdot (B + C)],$$

$$C_C + 1 = КЦ2 \cdot \overline{C_K} \cdot \overline{L_0} \cdot \{A + A_K \cdot [D + \overline{D_0} \cdot (B + C)]\},$$

$$"A_C = 0" = \text{Пуск LC} = КЦ2 \cdot L_0 \cdot \{A + A_K \cdot [D + \overline{D_0} \cdot (B + C)]\},$$

$$\text{Пуск DC} = КЦ2 \cdot D_0 \cdot (B + C),$$

$$\text{set END} = КЦ2 \cdot C_K \cdot \overline{L_0} \cdot \{A + A_K \cdot [D + \overline{D_0} \cdot (B + C)]\}.$$

В процессе работы блок производит несколько стандартных операций, обозначенных ниже A, B, C, D , переход к которым осуществляется по сигналу КЦ3.

При операции "А" осуществляется чтение GL-информации из крейтов, разрешается выдача кодов $N(30)$ и C_C , а также вырабатывается сигнал ЗАПРЕТ по шине I, запрещающий передачу слова GL в источник управления от ЭВМ.

При операции "D" (годоскопические системы второго типа) производится чтение 16-разрядного слова данных со станции с $L=1$ и осуществляется его передача в ЭВМ. В этом случае выдается код команды C_C, N_C .

A_C на шины магистрали. К слову данных добавляется код, определяющий адрес станции ($N_1, N_2, N_4, N_8, N_{16}$ соответственно на $RW_{17} \div RW_{21}$ и C_1, C_2, C_4 соответственно на $RW_{22} \div RW_{24}$).

При операции "В" (годоскопические системы первого типа) производится чтение слова данных со станции с $L=1$ и запрещается его передача в ЭВМ. В этом случае разрешается выдача кода команды C_C, N_C, A_C .

При операции "С" (годоскопические системы первого типа) производится передача номера датчика в слове ($D_1, D_2, D_4, D_8, D_{16}$ соответственно на $RW_1 \div RW_5$) вместе с кодом адреса этого слова (A_1, A_2, A_4 соответственно на $RW_6 \div RW_8, N_1 \div N_{16},$ на $RW_{17} \div RW_{21}, C_1 \div C_4$ на $RW_{22} \div RW_{24}$).

Тактовый сигнал КЦЗ передается на входы Т триггеров А, В, С, D, а состояние на D-входах этих триггеров определяется следующим:

$$T_{pA} = L_0 \cdot \{A + A_K \cdot [D + D_0 \cdot (B + C)]\},$$

$$T_{pD} = L_0 \cdot \text{ДЕШ} \cdot A + (A_K + A_K \cdot L_0) \cdot D,$$

$$T_{pB} = L_0 \cdot \text{ДЕШ} \cdot A + D_0 \cdot (A_K + A_K \cdot L_0) \cdot (B + C),$$

$$T_{pC} = D_0 \cdot (B + C).$$

В процессе работы блока вырабатываются следующие дополнительные сигналы:

$$\text{ПУСК} = \text{КЦЗ} \cdot (A + B),$$

$$\text{СТРОБ } GL = CG = \text{ENB} \cdot \overline{\text{END}} \cdot Q \cdot A \cdot \text{СТРОБ},$$

$$\text{СТРОБ ДАННЫХ } CD = \text{ENB} \cdot \overline{\text{END}} \cdot Q \cdot B \cdot \text{СТРОБ},$$

$$\text{ЗАПРЕТ} = \text{ENB} \cdot \overline{\text{END}} \cdot (A + B),$$

$$\text{ППР} = \text{ПУСК } LC + \text{ПУСК } DC = \text{КЦЗ} \cdot [L_0 \cdot \{A + A_K \cdot [D + D_0 \cdot (B + C)]\} + D_0 \cdot (B + C)],$$

$$Q = \text{ENB} \cdot C \cdot \text{ЦИКЛ},$$

$$D = \text{ENB} \cdot \overline{\text{END}} \cdot C \cdot \text{ЦИКЛ},$$

$$H = \text{ENB} \cdot \overline{\text{END}} \cdot (C + D) \cdot \text{ЦИКЛ}.$$

Работа блока иллюстрируется диаграммой на рис. 3.

Оценим быстродействие разработанного блока по сравнению с обычными режимами чтения данных по стандарту КАМАК и в сравнении с идеальным устройством считывания.

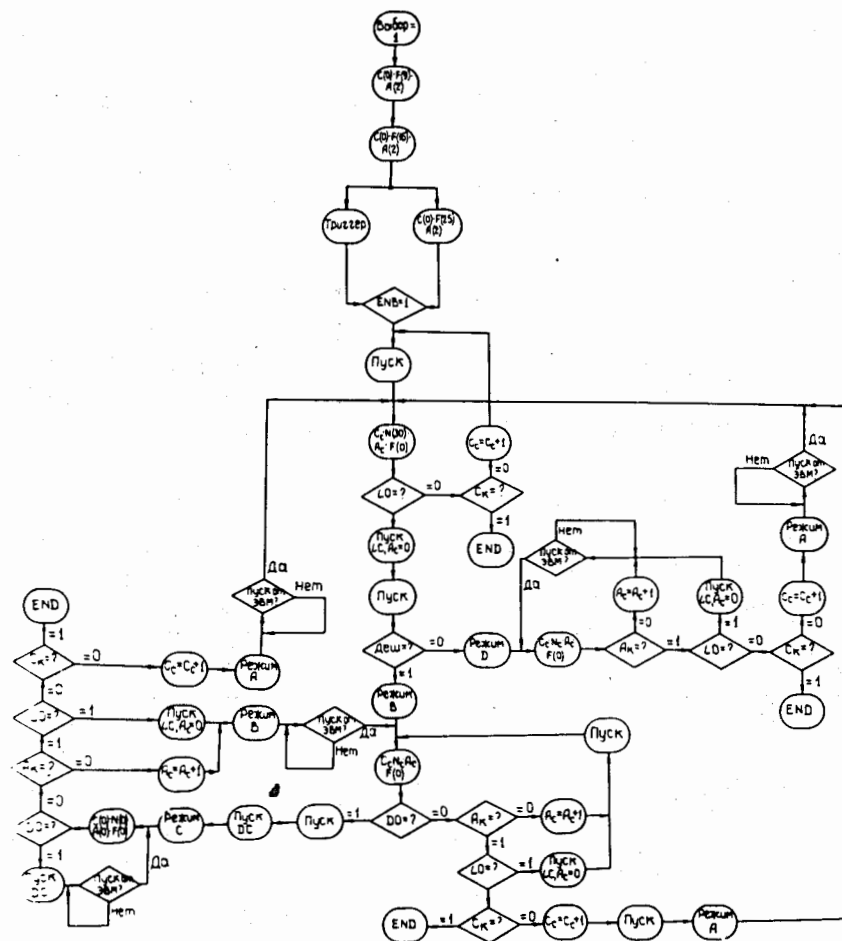


Рис. 3. Алгоритм работы блока.

Простейший режим А состоит в последовательном чтении данных со всех n -регистров блоков регистрации годоскопической системы 2,6 . В этом режиме на передачу данных в ЭВМ затрачивается время:

$$T_{\text{перед}}^A = T_{\text{подг.}} + n \cdot (T_{\text{ввода}} + T_{\text{цикл}}), \quad (1a)$$

где $T_{\text{подг.}}$ - время, необходимое для подготовки передачи данных по каналу прямого доступа (КПД),

$T_{\text{ввода}}$ - время, затрачиваемое на передачу одного слова, $T_{\text{цикла}}$ - длительность цикла КАМАК.

Для последующей программной обработки необходимо будет затратить время:

$$T_{\text{обrab.}}^A = (n + \beta \cdot n) \cdot T_{\text{ед. обrab.}}, \quad (16)$$

где $\beta \cdot n$ - число слов, содержащих информацию*, $T_{\text{ед. обrab.}}$ - среднее время, затрачиваемое на поиск и кодирование для одного слова. Емкость требуемого ОЗУ ЭВМ равна:

$$Q^A = n + Q_{\text{прогр. обrab.}}, \quad (1в)$$

где $Q_{\text{прогр. обrab.}}$ - объем программы обработки.

Режим ускоренного чтения Б^{8/}, при котором производится предварительное чтение GL-слов из всех крейтов, а затем чтение ведется в режиме сканирования, только из тех станций, где $L=1$. В этом случае на передачу данных по программному каналу затрачивается время:

$$(T_{\text{перед.}}^{\text{прогр.}})^B = (\alpha \cdot \beta \cdot n + N_{\text{кр}}) \cdot (T_{\text{ввода}} + T_{\text{цикла}}), \quad (2a)$$

а по каналу прямого доступа

$$(T_{\text{перед.}}^{\text{кпд}})^B = T_{\text{подг.}} + (T_{\text{ввода}} + T_{\text{цикла}}) \cdot N_{\text{кр}} + (T_{\text{кпд}} + T_{\text{цикла}}) \cdot \alpha \cdot \beta \cdot n, \quad (2б)$$

*Для простоты считается, что в слове содержится одна "1" в позиционном коде.

здесь α - число субадресов в блоках регистрации, $N_{\text{кр}}$ - число крейтов, $T_{\text{кпд}}$ - время приема слова данных по КПД.

Для последующей программной обработки необходимо затратить время

$$T_{\text{обrab.}}^B = (N_{\text{кр}} + \alpha \cdot \beta \cdot n) \cdot T_{\text{ед. обrab.}}, \quad (2в)$$

а емкость - необходимая емкость ОЗУ

$$Q^B = N_{\text{кр}} + \alpha \cdot \beta \cdot n + Q_{\text{прогр. обrab.}}, \quad (2г)$$

При использовании разработанного блока время передачи (режим В), в которое входит и время аппаратной обработки информации:

$$T_{\text{перед.}}^B = T_{\text{подг.}} + \beta \cdot n \cdot T_{\text{ввода}} + (N_{\text{кр}} + \beta \cdot n) \cdot T_{\text{аппар. обrab.}} + (\alpha \cdot \beta \cdot n + N_{\text{кр}}) T_{\text{цикла}}, \quad (3a)$$

здесь $T_{\text{аппар. обrab.}}$ - среднее время поиска и кодирования одного слова разработанным блоком.

Емкость ОЗУ сократится до

$$Q^B = \beta \cdot n. \quad (3б)$$

Время на поиск, кодирование и передачу данных идеальным устройством считывания будет равно:

$$T_{\text{перед.}}^{\text{ид}} = T_{\text{подг.}} + \max \{ T_{\text{КПД}}, T_{\text{цикла}} \} \cdot \beta \cdot n, \quad (4)$$

В табл. 1 приведены сравнительные данные для режимов А, Б, В при использовании разных ЭВМ. Считается, что годоскопическая система содержит одну ветвь из шести крейтов КАМАК, в каждом из которых имеется по 22 блока регистрации для пропорциональных камер^{/24/} на 32 проволоки каждый (2 субадреса по 16 бит). Общее число проволок - 4200. Для универсального драйвера $T_{цикла} = 2$ мкс, для разработанного блока в данном примере $T_{аппар.обработ.} = 2,5$ мкс. Расчёт проведен для двух значений $\beta = 0,1$ и $\beta = 0,05$. В табл. 2 приведены величины $T_{перед.}^B / T_{ид.перед.}$ для разработанного блока (по отношению к идеальному):

Таблица 2

	КПД ЭВМ НР2116В	КПД ЭВМ ЕС1010	КПД ЭВМ БЭСМ-4	КПД ЭВМ ЕС1040
$\beta = 0,1$	2,5	2,8	1,4	2,1
$\beta = 0,05$	2,3	2,4	1,3	2,0

Затраты на аппаратуру относительно самой системы регистрации составляют 1,3%. По нашим оценкам, для нестандартных систем регистрации^{/10/} эти данные соответственно составляют -1,5 (ЭВМ НР2116) и 15%.

Конструктивно блок выполнен на двух печатных платах. Предусмотрено применение платы, реализующей кодирование из позиционного кода в двоичный, отдельно - в обычном крейте КАМАК. Это может быть полезно, например, в автономных системах КАМАК для вывода информации на амплитудный анализатор^{/25/}. В таком случае запись производится по команде $N \cdot A(0) \cdot F(16) \cdot S1$, на время преобразования на шину P2 выводится сигнал, чтение производится по команде $N \cdot A(0) \cdot F(0)$. О наличии значащей информации свидетельствует сигнал Q.

В заключение авторы считают своим долгом поблагодарить Е.В.Черных и Н.А.Пискунова за полезные обсуждения.

Тип канала связи с ЭВМ Параметры	Программный канал ЭВМ: НР2116В, ЕС1010			КПД ЭВМ НР2116В			КПД ЭВМ ЕС1010			КПД ЭВМ БЭСМ-4			КПД ЭВМ ЕС1040			
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	
Режимы	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	
$T_{обода}$, мкс	30	30	30	3,2	3,2	3,2	1	3,0	1	8	120	8	5	30	5	
$T_{кпд}$, мкс	-	-	-	3,2	3,2	3,2	1	1	1	8	8	8	5	5	5	
$T_{ед.обработк.}$, мкс	10	10	-	10	10	-	10	10	-	80	80	-	10	10	-	
$T_{подготовк.}$, мкс	-	-	20	20	20	40	20	20	40	60	60	220	20	20	40	
Q програм. обраб.	200	200	-	200	200	-	200	200	-	200	200	-	200	200	-	
$T_{передач.}$, мкс	32 n	$20 \cdot 16 n \cdot \beta + 4,5 n \cdot \beta$	$20 \cdot 5 n$	$20 \cdot 32 n \cdot \beta + 10,4 n \cdot \beta$	$40 \cdot 3 n \cdot \beta + 4,5 n \cdot \beta$	$20 \cdot 3 n$	$20 \cdot 32 n \cdot \beta + 6 n \cdot \beta$	$40 \cdot 25 n \cdot \beta + 4,5 n \cdot \beta$	$60 \cdot 10 n$	$60 \cdot 122 n \cdot \beta + 20 n \cdot \beta$	$220 \cdot 14,5 n \cdot \beta + 4,5 n \cdot \beta$	$20 \cdot 7 n$	$20 \cdot 32 n \cdot \beta + 14 n \cdot \beta$	$40 \cdot 15 n \cdot \beta + 4,5 n \cdot \beta$		
$T_{обработк.}$, мкс	$10n \cdot (1+\beta)$	$10 \cdot (28n \cdot \beta + 1)$	1	$10n \cdot (1+\beta)$	$10 \cdot (28n \cdot \beta + 1)$	1	$10n \cdot (1+\beta)$	$10 \cdot (28n \cdot \beta + 1)$	1	$80n \cdot (1+\beta)$	$80 \cdot (28n \cdot \beta + 1)$	1	$10n \cdot (1+\beta)$	$10 \cdot (28n \cdot \beta + 1)$	1	
Q	$200+n$	$200 \cdot (28n \cdot \beta + 1)$	n · β	$200+n$	$200 \cdot (28n \cdot \beta + 1)$	n · β	$200+n$	$200 \cdot (28n \cdot \beta + 1)$	n · β	$200+n$	$200 \cdot (28n \cdot \beta + 1)$	n · β	$200+n$	$200 \cdot (28n \cdot \beta + 1)$	n · β	
$\beta = 0,1$	$T_{передач.}$, мкс	8448	1856	996	1373	482	319	812	368	262	2700	712	624	1868	586	366
	$T_{обработк.}$, мкс	2900	580	-	2900	580	-	2900	580	-	23200	4640	-	2900	580	-
	Q	464	258	26	464	258	26	464	258	26	464	258	26	464	258	26
$\beta = 0,05$	$T_{передач.}$, мкс	8448	1024	521	1373	347	193	812	290	164	2700	452	435	1868	394	216
	$T_{обработк.}$, мкс	2770	320	-	2770	320	-	2770	320	-	22160	2560	-	2770	320	-
	Q	464	232	13	464	232	13	464	232	13	464	232	13	464	232	13

Примечание: На линии с ЭВМ находится система из 6 крейтов по 22 модуля в крейте и по 2 регистра в модуле ($N_{кр} = 6$, $n = 254$)

Таблица сравнительных элементов $T_{передач.}$, $T_{обработк.}$ и Q (буфер данных в 03у) для режимов А, Б и В при различных типах каналов связи с ЭВМ

ЛИТЕРАТУРА

1. H.Cunitz et al. Nucl.Instr. and Meth., vol.91, p.211, 1971.
2. B.Bertolucci et al. IEEE Trans., NS-18, No. 2, 1971.
3. E.R.Martin, D.F.Jones. Nucl. Instr. and Meth., Vol. 98, p.541, 1972.
4. З.Гузик, М.Турала. ОИЯИ, P13-6748, Дубна, 1972.
5. D.Aebisher et al. Nucl. Instr. and Meth., Vol. 99, No. 2, 405, 1972.
6. Ю.В.Заневский и др. ОИЯИ, 13-7218, Дубна, 1973.
7. H.Gaggerty et al. Nucl.Instr.and Meth., Vol. 115, No. 1, p.157, 1974.
8. R.Bouclier et al. Nucl.Instr. and Meth., Vol. 115, No. 2, p.235, 1974.
9. R.W.Austin, W.J.Selling. Nucl.Instr. and Meth., Vol. 117, No. 2, p.429, 1974.
10. J.Lindsay et al. CERN Report 74-12, 20 May, 1974.
11. J.Vanuxem. CERN SAMAC Note 57-00, April, 1975
12. И.П.Барабаш и др. ОИЯИ, 10-9154, Дубна, 1975.
13. Le Croy Research System Corporation Catalogue, Mod. 7305, 1975.
14. R.Foglio et al. Proceedings 2-nd Ispra Nucl. Electr. Symp., Italy 20-23 May 1975, p. 129.
15. J.F.Loude et al. Proceedings 2-nd Ispra Nucl. Electron.Symp., Italy 20-23, May 1975, p.161.
16. P.Bareyere et al. IEEE Trans., NS-23, No. 1, 274, 1976.
17. S.R.Olson et al. IEEE Trans., NS-23, No.1, 281, 1976.
18. Th.A.Nunamaker, D.B.Turner. Nucl.Instr. and Meth., Vol. 113, No.3, p.445, 1973.
19. С.Г.Басиладзе, З.Гузик, А.Н.Парфенов. ОИЯИ, 13-9919, Дубна, 1976.

20. С.Г.Басиладзе и др. Труды VIII Межд. симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, D13-9287, Дубна, 1975, стр. 43.
21. SAMAC-Organization of Multirate System, EUR-4600e, 1972.
22. Нгуен Фук, В.А.Смирнов. ПТЭ, №3, 67 (1976).
23. GEC-Elliot Process Automation Limited, Provisional Publication A29511, 1974.
24. В.Г.Аблеев и др. ОИЯИ, 13-8829, Дубна, 1975.
25. С.Г.Басиладзе, В.К.Юдин. ОИЯИ, 13-9517, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 августа 1976 года.