

Препринт ЕФИ-1113(76)-88

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



А.Г.АГАБАБЯН, С.Г.АНАНЯН, В.Г.ГРИГОРЯН,  
Н.А.ЗАПОЛЬСКИЙ, А.А.КАЗАРЯН, Р.О.МАНУКЯН,  
А.Р.МАТЕВОСЯН, А.Р.ТУМАНЯН, М.Ю.ХОЕЦЯН

**БЛОК УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛОМ ВЫВОДА  $\gamma$ -ПУЧКОВ  
ИЗ ЕРЕВАНСКОГО СИНХРОТРОНА**

ЦНИИАтоминформ  
ЕРЕВАН—1988

Նախնատիպ ԵՓԻ- III3(76)-88

Ա.Հ.ԱՂԱԲԱԲՅԱՆ, Ս.Հ.ԱՆԱՆՅԱՆ, Վ.Գ.ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ  
Ն.Ա.ԶԱԳՈՂԱԿԻ, Մ.ՅՈՒ.ԽՈՑԵՑՅԱՆ, Ա.Ա.ՂԱԶԱՐՅԱՆ  
Ռ.Օ.ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Ա.Ռ.ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ, Ա.Ռ.ԹՈՒՄԱՆՅԱՆ

ԵՐԵՎԱՆԻ ԱԻՆՔՐՈՏՐՈՆԻՑ X -ՓՆՋԵՐԻ ԳՈՒՐՍԲԵՐՄԱՆ  
ԿԼԻՆԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱՍԱՐԲ

Նկարագրված է մշակված միկրոպրոցեսորային համասարք Երևանի  
փնրորոտրոնից X -փնջերի դուրսբերման ավտոմատացված կառավարման  
համար: Բերված է համասարքի կառուցվածքային սխեման, շարադրված են  
նրա իրացման սպարատա-ծրագրային սկզբունքները և հիմնական տեխնիկա-  
կան ընդլիարները:

Երևանի Փիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1988



Центральный научно-исследовательский институт информации  
и технико-экономических исследований по атомной науке  
и технике (ЦНИИатоминформ) 1988 г.

Препринт ЕФИ-III3(76)-88

УДК 621.3.038.617

А.Г. АГАБАБЯН, С.Г. АНАНЯН, В.Г. ГРИГОРЯН,  
Н.А. ЗАПОЛЬСКИЙ, А.А. КАЗАРЯН, Р.О. МАНУКЯН,  
А.Р. МАТЕВОСЯН, А.Р. ТУМАНЯН, М.Ю. ХОЕЦЯН

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛОМ ВЫВОДА  $\gamma$  - ПУЧКОВ ИЗ  
ЕРЕВАНСКОГО СИНХРОТРОНА

В работе описан разработанный микропроцессорный блок для автоматизированного управления каналом вывода  $\gamma$  - пучков из Ереванского синхротрона. Приведена структурная схема блока, изложены принципы аппаратно-программной его реализации и основные технические характеристики.

Ереванский физический институт

Ереван 1988

Preprint YERPHI-1113(76)-88

A.G. AGHABABIAN, S.G. ANANIAN, V.G. GRIGORIAN,  
A.A. KAZARIAN, M.Yu. KHOETSIAN, R.O. MANUKIAN,  
A.R. MATEVOSSIAN, A.R. TUMANIAN, N.A. ZAPOLSKY

A CONTROL UNIT FOR EXTRACTION OF  $\gamma$ -BEAMS  
FROM THE YEREVAN SYNCHROTRON

A microprocessor for automated control of the channel of  $\gamma$ -beam extraction from the Yerevan synchrotron is described. The block diagram of the unit, its specifications and the principles of its hardware and software implementation are presented.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1988

В системе автоматизации Ереванского синхротрона [1] автоматизированное управление выводом первичных и вторичных пучков реализуется в отдельной подсистеме на базе микроЭВМ РПТ-80 (производство А/О "Видеотон", Венгрия). Функциональные возможности, структура и организация аппаратно-программных средств подсистемы определяются спецификой выводных устройств синхротрона и проводимых физических экспериментов. На первом этапе создания автоматизированной подсистемы создаются средства для измерения, контроля, диагностики и управления каналами вывода вторичных пучков синхротрона.

По условиям физического эксперимента ко вторичным пучкам, формируемым на внутренних мишенях синхротрона, предъявляется ряд требований, основными из которых являются:

- обеспечение заданной длительности вывода фотонов;
- равномерность интенсивности выхода фотонов на физическую установку;
- ограничения на угловой разброс частиц, сбрасываемых на мишень;

- эффективность вывода и др.

Достижение заданных параметров осуществляется путем управляемого наведения пучка ускоренных частиц на мишень. Методы наведения и взаимосвязь их параметров с качеством тормозного излучения описаны в работах 2,3. Вывод вторичных пучков на Ереванском синхротроне основан на локальном возмущении орбиты с использованием дополнительных обмоток электромагнитов ведущего магнитного поля. Питание обмоток осуществляется импульсами тока сложной формы, вырабатываемых с помощью резонансных формирующих линий с использованием тиристорных коммутаторов. Подбор требуемой формы и амплитуды импульса тока в обмотках осуществляется путем фазового управления тиристорными коммутаторами с использованием синхронизирующих импульсов от таймерного устройства синхротрона. Аналогичный принцип формирования управляющих импульсов тока используется также и в подсистемах вывода первичного пучка электронов из ускорителя для питания других магнитных элементов (квадрупольных и шестипольных линз, септум и отклоняющего магнитов). Контроль формы импульсов тока и временного хода интенсивности выведенных пучков осуществляется с помощью осциллографа и системы датчиков, установленных на трассе выведенного пучка. Управление системой задержек синхроимпульсов осуществляется вручную.

Существующие средства управления имеют следующие основные недостатки:

- недостаточный уровень контроля и диагностики основных параметров эксплуатируемых систем;

- недостаточная повторяемость режимов вывода;
- грубость "ручного" фазового управления и отсутствие необходимой гибкости при подстройке и изменении режимов работы;
- сложность и интуитивность процесса настройки выводных  $\gamma$  - каналов.

Для преодоления указанных недостатков и создания аппаратно-программного задела для дальнейшей полной автоматизации управления каналами вывода  $\gamma$  - пучков был разработан специализированный микропроцессорный блок, описанию которого и посвящена данная работа.

## 1. Структурная схема

Блок управления каналом вывода  $\gamma$  - пучка (БУК), предназначенный для непосредственного управления, контроля и диагностики параметров любой подсистемы вывода, разработан в виде базового микропроцессорного устройства со следующими функциональными возможностями:

- измерение формы управляющего импульса тока и осуществление допускового контроля;
- измерение формы сигнала интенсивности пучка со сцинтилляционным датчика и осуществление допускового контроля;
- фазовое управление амплитудой и формой управляющего тока с помощью 6 управляемых временных интервалов для каждого импульса тока;
- измерение и допусковой контроль временных интервалов между импульсами синхронизации и управления (до 16 временных интер-

валов);

- обмен информацией с центральной ЭВМ.

Структурная схема БУК приведена на рис.1, в котором выделены следующие основные узлы:

- центральный процессор (ЦП), выполненный на базе микропроцессора КР580ВМ60А;
- ОЗУ - память данных объемом 1 Кбайт, в котором хранятся результаты измерений временных интервалов и их допусковые значения, значения управляемых временных интервалов, а также дополнительная программа работы блока (при необходимости);
- ПЗУ - память программ объемом 2 Кбайта на базе БИС УПФПЗУ К573РФ2, где хранится основная программа работы блока и различные константы;
- ФВЗ - формирователи 6 временных задержек относительно внешнего запускающего импульса, выполненные на базе БИС таймеров КР580ВИ53;
- ИВИ - узел измерения временных интервалов на базе БИС таймеров КР580ВИ53;
- АЦП1, АЦП2 - десятиразрядные аналого-цифровые преобразователи для измерения значений аналоговых сигналов, выполненных на базе АЦП К1113ПВ1А со схемами повторного запуска;
- ЗУИ1, ЗУИ2 - память, в которой хранятся результаты измерений АЦП1 и АЦП2 соответственно; общий объем ЗУИ - 1 Кбайт;
- ЗУД1, ЗУД2 - память для хранения граничных значений допусков для аналоговых сигналов объемом в 2 Кбайта;
- СС1, СС2 - цифровые схемы сравнения результатов измерений АЦП1 и АЦП2 с соответствующими значениями в ЗУД1 и ЗУД2;

- ИФ - узел формирования сигналов интерфейса ИРПС, выполненный на базе БИС КР580ВВ51 и осуществляющий связь БУК с центральной ЭВМ подсистемы в асинхронном режиме обмена информацией.

Обмен информацией между БУК и центральной ЭВМ осуществляется в обоих направлениях при управлении режимом обмена со стороны центральной ЭВМ и независимо от того, по чьей инициативе он вызван.

Формат управляющего слова  $SW$ , получаемого БУК от центральной ЭВМ, представлен на рис.2. В ответ на запрос со стороны центральной ЭВМ БУК выдает последовательность слов состояния  $SW$ ,  $SSW_1$ ,  $SSW_2$ , форматы которых приведены на рис.4. В зависимости от режима работы БУК информация о состоянии может кодироваться одним или тремя словами, но выдача  $SW$  всегда обязательна. Обмен данными между центральной ЭВМ и БУК осуществляется побитно с квитированием. Структура блока приведена на рис.3.

## 2. Описание работы БУК

БУК имеет три основных режима работы:

- измерение;
- допусковый контроль;
- формирование управляющих временных интервалов.

Требуемый режим работы блока определяется программой, хранящейся в ПЗУ, и содержанием управляющего слова, а именно, разрядами  $b_5$ ,  $b_4$ ,  $b_3$  ...

В режиме измерений сначала измеряется длительность цикла

ускорения  $\tau_1'$  (интервал между двумя последовательными моментами инъекции ЭИ2); величина  $\tau_1 = (\tau_1' - 1,5)$  мс заносится в один из таймеров ИВИ; далее в измерительные таймеры загружаются начальные значения и осуществляется запуск измерений. С приходом ЭИ2 запускаются все таймеры ИВИ, каждый из которых останавливается в момент появления соответствующего управляющего импульса (либо, в случае отсутствия этих импульсов, по сигналу окончания интервала  $\tau_1$ ). По истечении времени  $\tau_1$  результаты измерений из таймеров ИВИ переписываются в ОЗУ, вновь осуществляется начальная загрузка таймеров, и процесс измерений можно повторить.

С приходом сигнала ЭИ2 активизируются также линии запуска АЦП1 и АЦП2. Запуск их на измерение производится импульсом открывания тиристорного ключа, коммутирующего зарядные цепи формирующих линий с управляющими обмотками электромагнита. Оба АЦП блока включены в режиме циклических измерений, результаты которых по сигналу "конец преобразования" записываются в соответствующие ЗУИ. Осуществляется 256 циклов измерений. Микропроцессор блока непосредственно не участвует в процессе измерений аналоговых сигналов. По истечении интервала  $\tau_1$  и занесения результатов измерений в память микропроцессор посылает слово состояния SW к центральной ЭВМ с информацией в разрядах  $\mathcal{B}_5$  и  $\mathcal{B}_4$  об окончании режима измерений.

В режиме допускового контроля центральная ЭВМ предварительно заносит в ОЗУ и ЗУД1.2 граничные максимальные и минимальные значения контролируемых параметров и формирует в управляющем

слове разряды, соответствующие режиму допускового контроля. После этого вновь задается интервал  $\tau_1$ , по истечении которого анализируются состояния триггеров выхода из допуска контролируемых аналоговых сигналов (сам допусковый контроль осуществляется автоматически цифровыми схемами сравнения в течение всех 256 циклов измерения подряд), а также производится считывание содержимого таймеров ИВИ с дальнейшим программным анализом на допуск. В случае выхода из допуска какого-либо параметра, по окончании интервала  $\tau_1$ , центральной ЭВМ посылается соответствующее слово состояния SW с сигнализацией об этом (разряд  $b_5$ ). Дополнительная информация относительно сигналов, вышедших из допуска, содержится в битах  $b_3 - b_0$ , а также в двух дополнительных байтах. При этом измеренные значения контролируемых параметров хранятся в ОЗУ и ЗУИ,2, что позволяет при необходимости произвести полную диагностику происшедшего события. Далее производится анализ управляющего слова и, при отсутствии признаков изменения режимов работы, вновь запускается режим допускового контроля. Таким образом, БУК осуществляет допусковый контроль всех параметров канала вывода  $\gamma$  - пучков в каждом цикле ускорения.

В режиме формирования временных интервалов для фазового управления микропроцессор БУК заносит в ОЗУ принимаемые с линии связи данные и, в соответствии с разрядами  $b_5, b_4, b_3$  управляющего слова SW, переходит в требуемый режим работы, в котором производится загрузка таймеров ФВЗ значениями интервалов из памяти, а также запускается задержка в  $\tau_1$  мс и одновременно разрешается формирование управляющих временных интер-

валов. Таймеры ФВЗ, работающие во 2-ом режиме [4], после прихода импульсов ЗИ2, и спустя заданные интервалы времени, формируют управляющие импульсы, задние фронты которых останавливают соответствующий таймер. По истечении времени задержки  $\tau_1$  микропроцессор анализирует содержимое слова состояния и, в случае наличия соответствующего кода в битах  $b_5 - b_3$ , перезагружает таймеры ФВЗ новыми значениями управляющих временных интервалов.

БУК работает в режиме формирования временных интервалов циклически [5], с приходом каждого запускающего импульса ЗИ2. При этом, таймеры ФВЗ работают независимо от микропроцессора, что позволяет блоку одновременно работать как в режиме допускового контроля или измерений, так и в режиме обмена информацией с центральной ЭВМ.

### 3. Программное обеспечение БУК

Работой БУК управляет программа, "зашитая" в ПЗУ. С целью унификации и обеспечения дальнейшего расширения функциональных возможностей блока применен метод модульного программирования [6].

В настоящее время реализован вариант программного обеспечения, содержащий:

- программу-монитор, реализующий основной цикл функционирования блока и организующий связь с остальными подпрограммами;
- подпрограммы обмена информацией с центральной ЭВМ, включая подпрограммы преобразования кодов;
- подпрограммы записи-считывания счетчиков ИВМ;

- подпрограмму, реализующую допусковый контроль результатов измерения временных интервалов;
- подпрограмму анализа нахождения в допусковых пределах аналоговых сигналов;
- подпрограмму загрузки значений формируемых временных интервалов;
- подпрограммы размещения данных в памяти.

### Заключение

- Конструктивная аппаратура БУК занимает один блок типа ВБЦ2-93 в конструктиве "Черешня" на трех платах, содержащих:
- центральный процессор с дешифрирующими цепями, ОЗУ и ПЗУ и интерфейсом к центральной ЭВМ, а также формирователи временных интервалов фазового управления с усилителями сигналов;
  - измеритель временных интервалов с цепями запуска и синхронизации;
  - схемы измерения аналоговых сигналов, включая АЦП, 2, ЗУД, 2, ЗУИ.

Питание блока осуществляется от источников питания  $\pm 5$  В;  $\pm 15$  В;  $\pm 12$  В, потребляемая мощность - около 15 Вт.

Основные технические характеристики блока:

- количество каналов измерения временных интервалов - до 16;
- точность измерения временных интервалов - 0,5 мкс;
- количество каналов измерения аналоговых сигналов - до 2;
- диапазон измерения АЦП -  $\pm 5$  В;
- разрядность АЦП - 10;

- число точек дискретизации аналогового сигнала - до 256;
- шаг дискретизации и измерения аналогового сигнала - 55 мкс;
- число управляемых временных интервалов - до 6 ;
- точность установки временного интервала - 0,5 мкс.

В процессе опытной эксплуатации макета БУК в системе I-го канала вывода  $\gamma$  - пучков Бреванского синхротрона выявились существенные преимущества по сравнению с "ручными" органами управления, заключающиеся в заметном улучшении повторяемости режимов вывода, увеличении гибкости при подстройке и изменении режимов функционирования  $\gamma$ -канала, а также в высокой надежности и удобстве эксплуатации.

Результаты опытной эксплуатации позволяют сделать вывод о целесообразности принятия БУК в качестве базового унифицированного устройства для непосредственного управления, контроля и диагностики каждой подсистемы вывода для автоматизации управления всеми существующими выводными каналами синхротрона.

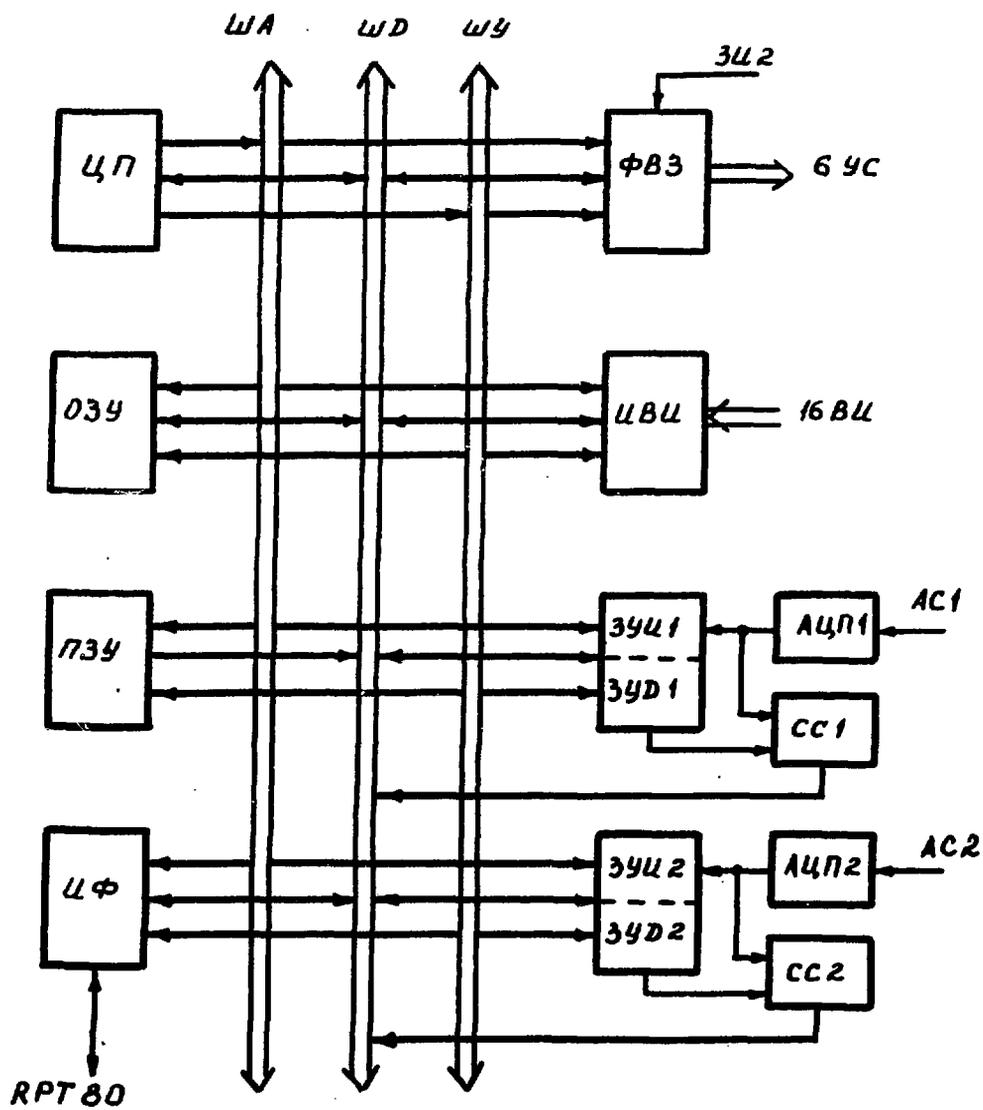


Рис. I

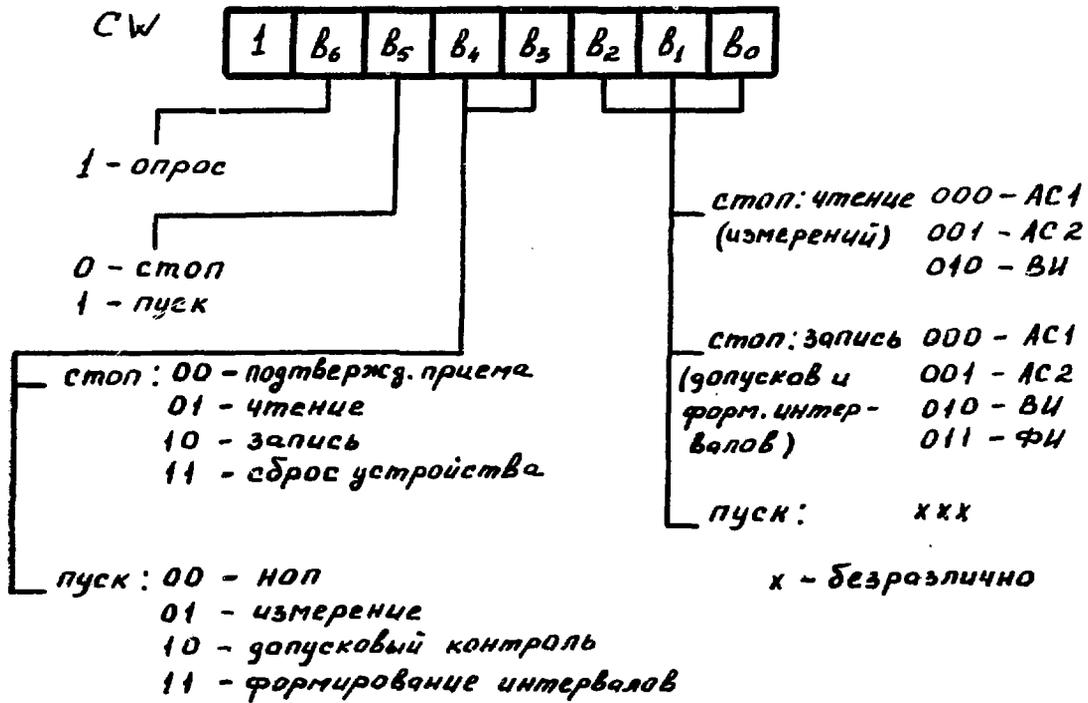


Рис.2

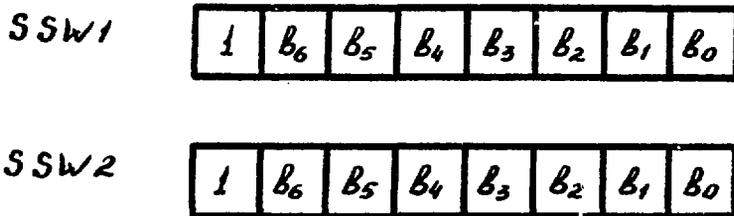
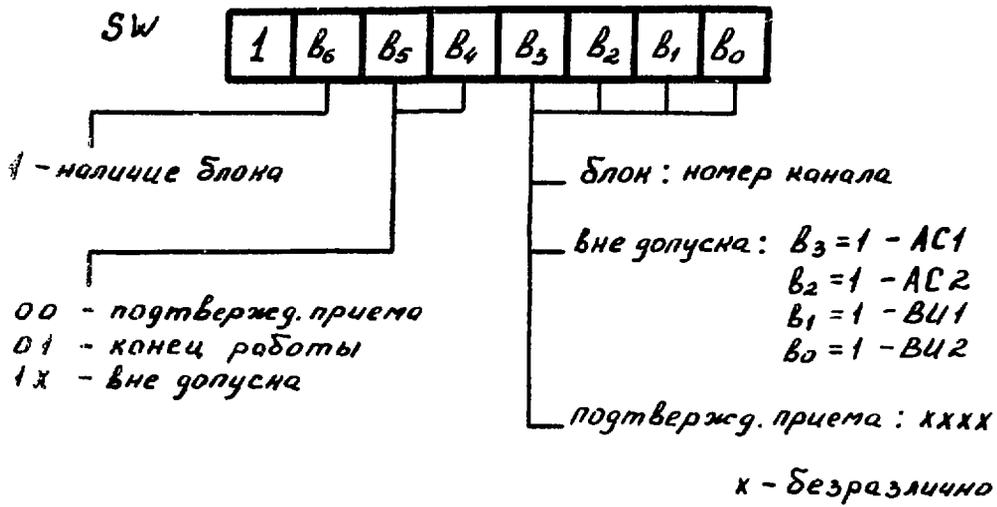


$b_i, i=1, \dots, n$  - байты данных в коде ASCII

STX - начало текста (в коде ASCII)

ETX - конец текста (в коде ASCII)

Рис.3



SSW1:  $b_6$  - ВЦ3  
 $b_5$  - ВЦ4  
 $b_4$  - ВЦ5  
 $b_3$  - ВЦ6  
 $b_2$  - ВЦ7  
 $b_1$  - ВЦ8  
 $b_0$  - ВЦ9

SSW2:  $b_6$  - ВЦ10  
 $b_5$  - ВЦ11  
 $b_4$  - ВЦ12  
 $b_3$  - ВЦ13  
 $b_2$  - ВЦ14  
 $b_1$  - ВЦ15  
 $b_0$  - ВЦ16

Рис.4

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туманян А.Р. и др. Система сбора и обработки информации Ереванского синхротрона. Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1981, т.2, с.282.
2. Туманян А.Р., Симонян Х.А., Запольский Н.А. Способ получения вторичных пучков в циклических ускорителях высокой энергии. Бюллетень изобр. № 47, с.274, 1983.
3. Запольский Н.А., Маркарьян А.А., Симонян Х.А. и др. Влияние числа радиальных колебаний ускоренных электронов на угловой разброс тормозного излучения с внутренних мишеней синхротрона. Препринт ВЭИ-876 (29)-86, Ереван 1986.
4. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах автоматического управления. Справочник. Под общей редакцией С.Т.Хвоца, Л.; Машиностроение, Ленинградское отделение, 1987.
5. Глейбман Э.М., Пиляр Н.В. Набор моделей в стандарте КАМАК на основе больших интегральных схем для системы синхронизации ускорителя. Препринт ОИЯИ - 9 - 84 - 528, Дубна, 1984.
6. Балашов Е.П., Пузанков Д.В. Микропроцессоры и микропроцессорные системы. М.: Радио и связь, 1981.

Рукопись поступила 21 сентября 1988 г.

А.Г.АГАБАБЯН, С.Г.АНАНЯН, В.Г.ГРИГОРЯН, Н.А.ЗАПОЛЬСКИЙ,  
А.А.КАЗАРЯН, Р.О.МАНУКЯН, А.Р.МАТЕВОСЯН, А.Р.ТУМАНЯН,  
М.Ю.ХОЕЦЯН

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛОМ ВЫВОДА  $\gamma$  - ПУЧКОВ ИЗ ЕРЕВАНСКОГО  
СИНХРОТРОНА

Редактор Л.П.Мукаян

Технический редактор А.С.Абрамян

---

Подписано в печать 16/ХП-88г.

ВФ-03459 Формат 60x84/16

Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,8

Тираж 299 экз. Ц. 10 к.

Зак. тип. № 620

Индекс 3624

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте  
Ереван 36, ул. Братьев Аликян 2

**The address for requests:  
Information Department  
Yerevan Physics Institute  
Markaryan St., 2  
Yerevan, 375036  
Armenia, USSR**

**индекс 3624**



**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**