

**ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ**  
**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
**YEREVAN PHYSICS INSTITUTE**



Г.Г.АКОПЯН, В.Г.ВОЛЧИНСКИЙ, В.П.ВУКОЛОВ,  
П.И.ГАЛУМЯН, Р.О.ОГАНЕЗОВ, Г.С.ФРАНГУЛЯН

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УДАЛЕННЫМ КРЕЙТОМ  
КАМАК НА ОСНОВЕ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДАЧИ  
ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ ПО ОПТОВОЛОКОННОМУ  
КАБЕЛЮ-«ЭЛЕКТРОНИКА МС 4101» ДЛЯ  
АВТОМАТИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ПО  
ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ФОТОРОЖДЕНИЯ**

Հ.Հ. ՀԱՅՈՐՅԱՆ, Պ.Ի. ՂԱԼՈՒՄՅԱՆ, Վ.Գ. ՎՈԼԶԻՆՍԿԻ,  
Վ.Պ. ՎՈՒՆՈՒՈՎ, Ռ.Օ. ՕԳԱՆԵԶՈՎ, Գ.Ս. ՖՐԱՆԳՈՒԼՅԱՆ

,, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ ՄՍ 4101,, ՕՊՏԱԹԵԼԲԱՑԻՆ ԿԱՐԵԼՈՎ ԹՎԱՑԻՆ  
ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՀԱՂՈՐԴՄԱՆ ՍԱՐՔՆԵՐԻ ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ ՍՏԵՂԵՎԱԾ,  
ՀԵՌԱԿԱՅՎԱԾ ԿԱՄԱԿ ԿՐԵՑՏՐ ԿԱՌԱՎԱՐՈՂ ՀԱՄԱԿԱՐԳ՝  
ՖՈՏՈԾՆՄԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՍԱՐՎԱԾՔԻ  
ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

Նկարագրված է ,, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ ՄՍ 4101,, օպտաթելբային կաբելով  
թվային տվյալների հաղորդման սարքերի օգտագործմամբ ստեղծված ԿԱՄԱԿ  
մոդուլների օգնությամբ, հեռակալված /մինչև 300 մ/ ԿԱՄԱԿ կրեյտը  
կառավարող մի համակարգ: Բերված են այդ համակարգի կառուցվածքային  
սխեման և համապատասխան ԿԱՄԱԿ մոդուլների սկզբունքային սխեմա-  
ները՝ իրենց տեխնիկական նկարագրություններով: Տրված է հեռակալ-  
ված կրեյտի կառավարման համակարգի աշխատանքի ժամանակային բնութա-  
գրերի վերլուծությունը և նկարագրված են ՊԱՄԱԿԼ Լեզվով զրված  
փոխանակման կոնկրետ ընթացակարգեր: Ինֆորմացիայի վերանակման այս  
համակարգն օգտագործվել է արագացուցչի վրա կատարված իրական ֆիզի-  
կական փորձում՝ Փոտոծնման ուսուցմանսխիությունների ժամանակ:

Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1988



УДК 58.067.9

Г. Г. АКОПЯН, В. Г. ВОЛЧИНСКИЙ,  
В. П. ВУКОЛОВ, П. И. ГАЛУМЯН, Р. О. ОГАНЕЗОВ,  
Г. С. ФРАНГУЛЯН

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УДАЛЕННЫМ КРЕЙТОМ КАМАК  
НА ОСНОВЕ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ ПО  
ОПТОВОЛОКОННОМУ КАБЕЛЮ - "ЭЛЕКТРОНИКА МС 4101" -  
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ  
ПРОЦЕССОВ ФОТОРОЖДЕНИЯ

В работе описана система управления удаленным (до 300 м) крейтом КАМАК при помощи модулей КАМАК с использованием устройств передачи цифровых данных по оптоволоконному кабелю - "Электроника МС 4101". Приведены структурная блок-схема данной системы и принципиальные схемы соответствующих модулей КАМАК с их техническими описаниями. Представлен анализ временных характеристик функционирования системы управления удаленным крейтом с описанием конкретных процедур обмена на языке ПАСКАЛЬ. Данная система обмена информацией с удаленным крейтом КАМАК была использована в реальном физическом эксперименте на ускорителе на установке по исследованию процессов фоторождения.

Ереванский физический институт

Ереван 1988

Preprint YERPHI-1079(42)-88

G.S. FRANGULIAN, P.I. GHALUMIAN, H.H. HAKOPIAN,  
R.O. OGANEZOV, V.G. VOLCHINSKY, V.P. VUKOLOV

A REMOTE CAMAC CRATE CONTROLLING SYSTEM BASED ON  
UNITS OF NUMERICAL DATA COMMUNICATION THROUGH  
AN "ELEKTRONIKA MC 4101" OPTICAL FIBER CABLE FOR  
AUTOMATION OF THE PHYSICAL SET-UP FOR INVESTIGATION  
OF PHOTOPRODUCTION PROCESSES

A system for controlling of a remote (up to 300 m) CAMAC crate by means of CAMAC modules using units of numerical data communication through an "Elektronika MC 4101" optical fiber cable is described in this paper. The block-diagram of the system as well as the basic diagrams of the corresponding CAMAC modules and their specifications are presented. The time characteristics of operation of the system are analyzed and certain exchange procedures in PASCAL language are described.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1988

При создании современных экспериментальных физических установок часто возникает необходимость размещения аппаратуры в стандарте КАМАК в крейтах, расположенных на значительном удалении от базовой ЭВМ.

В связи с актуальностью этой задачи для организации управления обменом информацией между ЭВМ и удаленными крейтами была разработана электронная система с использованием устройств передачи цифровых данных по оптоволоконному кабелю — "Электроника МС 4101" [1] .

Все элементы данной системы размещены в стандартных блоках КАМАК, что определяет ее универсальность для использования во всевозможных узлах физических установок.

Основными техническими параметрами системы управления удаленными крейтами КАМАК (исходя из технических характеристик устройств "Электроника МС 4101" [1] ) являются:

- высокое быстродействие,
- помехоустойчивость (ввиду применения волоконно-оптической связи),

- высокая надежность при обмене информацией (вероятность ошибки не более  $10^9$ ).

В основу организации описываемой системы предложен радиальный способ обмена информацией через программно-управляемый крейт КАМАК с несколькими удаленными крейтами КАМАК.

На рис. I представлена функциональная блок-схема системы управления удаленным крейтом. В качестве примера, использована схема подключения к этой системе регистрирующей электронной аппаратуры МПК (многопроводных пропорциональных камер), хотя в составе удаленного крейта могут применяться любые стандартные блоки КАМАК. Вся система управляется программно при помощи мини-ЭВМ (MERA - CAMAC - 125/SM4A ).

Рассмотрим основные элементы данной системы.

Управление удаленным крейтом производится через контроллер крейта типа А (РОЛОМ IOBA) обращением к модулю передачи данных в удаленный крейт (МПД УК), осуществляющий связь по МВО (модуль волоконно-оптический) с этим крейтом. МПД УК представляет собой блок КАМАК типа выходного регистра со схемами формирования строб-сигналов, управляющих передачей данных и передатчика-преобразователя (ППП) устройства передачи цифровых данных "Электроника МС 4101" (см. принципиальную схему на рис. 2).

Передача данных для управления удаленным крейтом осуществляется в два приема. ввиду ограниченности длины слова ППП (19 разрядов). Сначала генерируется код команды КАМАК ( NAF - 13 разрядов), передаваемый в крейт-контроллер УК (КК УК), заключенный в управляющем слове команды NA(O)F(16) для блока МПД УК со структурой:

W1 - W4 - код номера модуля в УК - N1 - N8

W5 - W8 - код субадреса модуля в УК - A1-A8,

W9 - W13 - код функции КАМАК в УК - F1 - F16

Эти данные сопровождаются первым стробирующим импульсом - "Строб1" (см. принципиальную схему на рис.2). Данный строб-импульс формируется по длительности и задержке. (длительность и задержка регулируются в соответствии с техническими характеристиками устройства "Электроника МС 4101" [1] ).

По второй команде NA(1)F(16) , подаваемой на МПД УК, передаются данные ( W1 - W16 ), сопровождаемые синхронизирующим сигналом "Строб2".

Сигнал "Строб2" имеет те же характеристики, что и сигнал "Строб1". Безадресная команда "Пуск" ( Z ) генерируется независимо, по сигналу S2 с магистрали КАМАК, с такой же длительностью и задержкой, что и сигналы "Строб1" и "Строб2".

В каждом цикле КАМАК, все данные записываются в регистр блока МПД УК и передаются на ЦДП, который осуществляет их передачу, совместно со строб-сигналами, по оптоволоконному линейному тракту (МВО) на КК УК, где происходит их обратное преобразование из последовательного формата в параллельный в блоке приемника-преобразователя (ПМП), входящего в состав КК УК. Контроллер удаленного крейта (КК УК) состоит из формирователя цикла КАМАК (ФЦК) и входного приемного регистра с дешифратором номера адресуемого модуля УК (ВПРД). Принципиальные схемы блоков ФЦК и ВПРД представлены, соответственно, на рис.3 и 4.

Формирователь цикла КАМАК управляется генератором тактовых импульсов (D2) . Тактовые импульсы подаются на реверсивный двоичный счетчик (D9) , который связан с дешифратором (D10) .

При поступлении первого синхронизирующего сигнала с ПМП ("Строб1") на плату ФЦК происходит формирование сигнала "Строб1" по длительности, после чего этот сигнал поступает на плату ВПРД. Сюда же, с ПМП, поступают данные, соответствующие команде НАР (первая посылка) для УК, которые записываются в регистр сигналом "Строб1".

Второй синхронизирующий сигнал ("Строб2") выполняет две функции: во-первых, записывает данные, поступившие во время второй посылки данных в ВПРД; во-вторых, запускает цикл КАМАК в ФЦК.

После схемы временного формирования ( D11 ) в ФЦК сигнал "Строб2" поступает на схему ворот ( D1 , D3 ), управляющей выработкой цикла КАМАК и, далее, через вентиль ( D12 ) на ВПРД , где записывает данные от ПМП.

Исходное состояние формирователя цикла КАМАК устанавливается генерацией команды "Пуск" ( ZS2 ) в магистрали крейта, где находится МПД УК и через систему ПДП-МВО-ПМП, поступает в КК УК". Сигнал ZS2 после схемы временного формирования ( D1 ) поступает на вход "Сброс" счетчика D9 , и на всех его выходах устанавливается низкое состояние (т.е. соответствующее лог"0"). Выход дешифратора D10/I, соответственно, блокирует прохождение импульсов тактового генератора на D2 . Поступление на счетчик D9 сигнала "Строб2" меняет состояние на выходе дешифратора D10/1 с низкого на высокое (лог."1"), что вызывает открывание ворот ( D1 , D3 ), и тактовые импульсы поступают на счетчик D9 . После соответствующей обработки сигналов с выходов дешифратора D10 (см.рис.3) образуются сигналы НАР, S1, S2, В, I и Z 2 , которые, через соответствующие вентили, посту-

пают в магистраль КАМАК удаленного крейта и на плату ВПРД.

Сигнал "NAF" одновременно стробирует все выходные вентили регистра команды NAF ( D13 - D15 ) и регистра данных ( D9 - D12 ).

После дешифрации номера модуля на D16 16-разрядный позиционный код номера модуля через вентили ( D17 - D20 ), стробируемые сигналом " NAF ", поступает в магистраль КАМАК одновременно со всеми сигналами ВПРД. Тем самым генерируется полный цикл КАМАК со всеми необходимыми командами и стробирующими сигналами. Независимо от указанных возможностей КК УК принимает с магистрали КАМАК сигнал Q ("ОТВЕТ"), что инициируется загоранием светодиода на передней панели блока.

Ввиду необходимости передачи данных с модулей УК, при операциях чтения, контроля и управления, дополнительно разработаны передающий модуль обратной связи (ПМОС) и, соответственно, приемный модуль считывания данных с УК (ПМСД), устанавливаемый в крейте, связанном с ЭВМ.

Принципиальная схема блока ПМОС представлена на рис.5.

Информация с шин чтения магистрали КАМАК R1-R16,А, а также сигналы X и Q, поступают на входы регистров (D8 - D11) и D1, соответственно. При генерации любой команды чтения

F (0-3), сопровождаемой строб-сигналом S1, происходит запись в регистры информации с шин R1-R16, X и Q. С выходов регистров данная информация, через систему ПДП-МВО, поступает на ПМП, входящий в состав ПМСД. Все поступающие данные синхронизируются сигналом "Строб" (с возможностью регулировки его длительности и задержки относительно сигнала S1). Информация о состоянии шин X и Q в магистрали УК необходима для

контроля правильности дешифрации команд КАМАК исправности цепей питания модулей УК и проверки наличия сигнала Q .

Принципиальная схема блока ПМСД представлена на рис.6. Данный блок является модулем КАМАК типа входного регистра. Информация с ПМП поступает на входные регистры D5-D8 (для шин чтения R1-R16 ) и D16 (для сигналов X и Q ). Запись этих данных в регистры производится синхронизирующим сигналом "Строб".

При генерации функций чтения F(0) и F(2) информация с регистров D5-D8 поступает через вентили в магистраль КАМАК на шины чтения R1-R16 , а шины X и Q отражают состояние регистра R16 , который, в свою очередь, отражает состояние шин X и Q магистрали удаленного крейта. Все данные поступают на контроллер крейта (COLON - 106A ), а через него на мини-ЭВМ типа МЕРА-САМАС-125-SM4A . Тем самым завершается замкнутый цикл действия системы управления удаленным крейтом.

#### Последовательность операций функционирования системы управления удаленным крейтом .

##### 1. Установка кода команды NAF для УК:

NA(0)F(16)-N--W1-W4-N1-N8 -- код номера модуля УК,  
A--W5-W8-A1-A8 -- код субадреса в модуле УК,  
F--W9-W13-F1-F16 код исполняемой функции

N - номер модуля передачи данных на УК (МПД УК).

##### 2. Установка данных, сопровождающих предварительно переданную команду NAF и генерация цикла КАМАК в УК:

NA(1)F(16)-W1-W16 - слово данных, соответствующих команде NAF .

3. Чтение информации с удаленного крейта (последовательность команд):

а) NA(0)F(16)-N - N1-N8,

А - А1-А8,

F - F1-F2 (только функции чтения),

б) NA(1)F(16) - генерация цикла КАМАК, независимо от состояния шин W1-W16 .

в) NA(0)F(0,2)-R1-R16 - чтение информации с модуля УК, выбранного предыдущими командами и проверка состояний шин X и Q модуля ПМСД, совпадающих с состоянием X и Q выбранного модуля УК.

N - номер приемного модуля считывания данных (ПМСД).

В дальнейшем, в ходе развития системы управления удаленным крейтом, предполагается создание устройства идентификации запросов модулей удаленного крейта для последующей генерации соответствующих прерываний в крейте, связанном с ЭВМ.

Блоки передачи и приема информации между стандартным контроллером типа А ( POLON 106А ) и контроллером в удаленном крейте (КК УК) являются по своей сути программно-аппаратными средствами передачи и приема данных.

Отсутствие стандартных способов синхронизации таких, как: собственного признака Q модуля крейта, связанного с ЭВМ (ПМСД), средств организации иного обмена информацией, требует программной установки необходимой задержки в циклах приема и передачи информации, гарантирующей достоверный обмен.

Приемлемым способом выхода из этого положения является программная установка оптимальной задержки между двумя тактами передач.

Программно удаленный обмен осуществляется двумя процедурами на языке ПАСКАЛЬ:

**DEPOSITKUK** - для инициализации функции ( **NFAR**, **AFAR**, **FRAR** ) типа запись с информацией **COD** , где:  
**NFAR** - номер модуля в удаленном кreyте,  
**AFAR** - субадрес в модуле УК,  
**FFAR** - исполняемая функция.

Процедура **SEEKUK** осуществляет функции типа чтения ( **NFAR**, **AFAR**, **FRAR** ). Значение считываемой информации получается в параметре **VALCYK** .

Пример используемой программы:

```
PROCEDURE DEPOSITKUK (NFAR,AFAR,FFAR,COD,YUK: INTEGER);
VAR
  I,A,:INTEGER;
BEGIN
  A:=AFAR;F:=FFAR;
  FOR I:=1 TO 4 DO
  BEGIN
    A:=A*2;F:=F*2*2;
  END;
  WITH CREAT3 DO
  BEGIN
    CSR3:=16;MODULE3LYUK,0 :=(NFAR-1) DR A DR F;
    DELAYDEPOS;
    MODULE3 YUK,1 : =COD;
  END;
END;
```

```

PROCEDURE SEEKKUK(VAR VALCYK; INTEGER; NFAR, AFAR, FFAR, CYK, YYK:
INTEGER); VAR
    COD: INTEGER;
BEGIN
    DEPOSITKYK(NFAR, AFAR, FFAR, COD, YYK);
    DELAYSEEK;
    CSR3:=0; VALCYK:=MODULE3 CYK, 0 ;
END;

```

Варьируя длительность задержки DELAYDEPOS и DELAYSEEK, можно определить их оптимальные значения.

Как показывает анализ, значение задержек при передаче составляет  $\approx 30$  мкс, а при приеме - 40 мкс (длина оптоволоконного кабеля 150 м).

На основе этих процедур создан ряд тестовых программ для проверки достоверности обмена информацией. При критических по времени ситуациях можно, жертвуя модульностью этих процедур, развертывать их и вместо пустых задержек вводить куски вычислений. Это является еще одним аргументом в пользу программного решения вопроса синхронизации обмена.

Описанная система управления удаленным крейтом была использована в ходе проведения физических экспериментов на установке по исследованию процессов фоторождения. Удаленный крейт был установлен в непосредственной близости от магнитного спектрометра, входящего в установку. Длительная (в течение 1200 ч) эксплуатация данной системы в условиях высокого уровня электромагнитных помех показала ее надежность и помехоустойчивость, что предполагает ее дальнейшее эффективное использование.

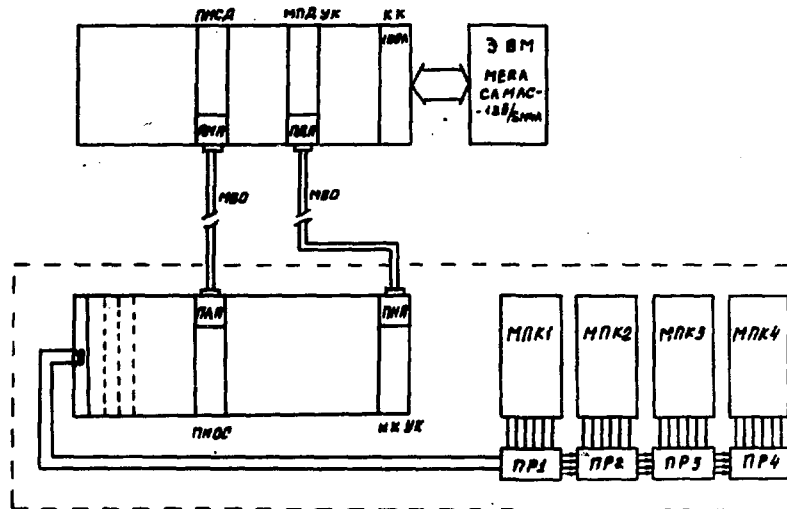


Рис. 1

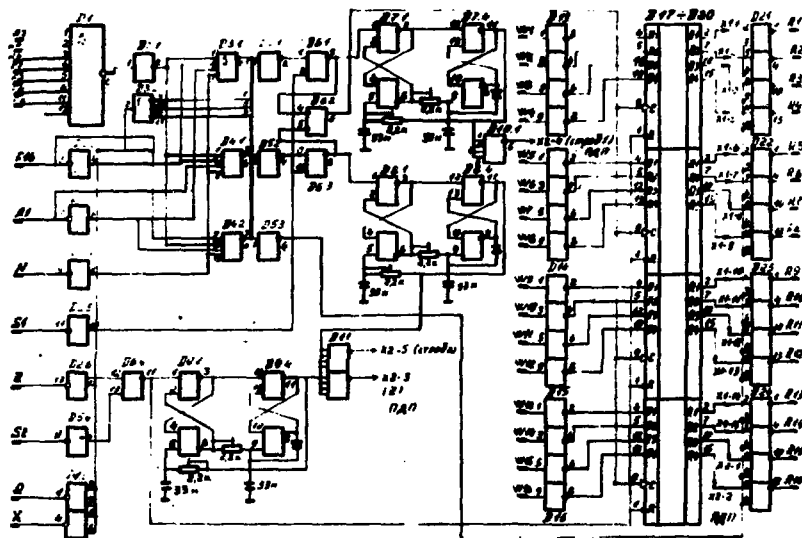


Рис. 2



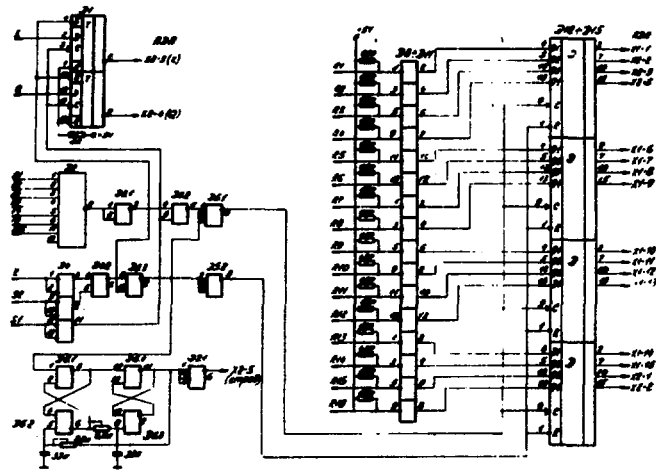


Рис. 5

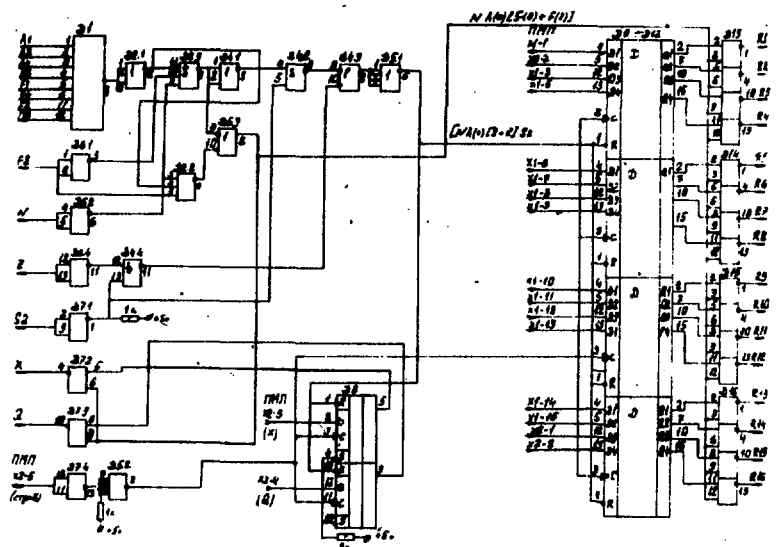


Рис. 6

## ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Функциональная блок-схема системы управления удаленным крейтом: ПМП - приемник-преобразователь; ПДП - передатчик-преобразователь; ПМСД - приемный модуль считывания данных; МПД УК - модуль передачи данных в удаленный крейт; КК - контроллер крейта; КК УК - контроллер удаленного крейта; ПМОС - передающий модуль обратной связи; МПКИ-4 - многопроводочные пропорциональные камеры; ПРИ-4 - платы регистрации сигналов с МПК

Рис.2 Принципиальная схема модуля передачи данных в удаленный крейт: D1 - KI55ЛА2; D2, D5, D13 - D16 - KI55ЛН1; D3, D4 - KI55ЛА1; D6 - D9 - KI55ЛА3; D11 - KI55ЛА6; D2, D21 - D24 - KI55ЛА8; D17 - D20 - KI55ТМ8

Рис.3 Принципиальная схема контроллера удаленного крейта: (Формирователь цикла КАМАК) D1, D2, D4, D7, D8, D11 D3 - KI55ЛА3, D3 - KI55ЛЕ1; D5 - KI55ЛА8; D6 - KI55ЛА4; D9 - KI55ИЕ7; D10 - KI55ИД3; D12 - KI55ЛА7

Рис.4 Принципиальная схема контроллера удаленного крейта (входной приемный регистр с дешифратором номера адресуемого модуля): D1 - D8 - KI55ТМ8; D9 - D12, D13 - D15, D20 - D24 - KI55ЛА8; D16 - KI55ИД3; D25, D27 - KI55ЛА6; D26 - KI55ЛА3

Рис.5 Принципиальная схема передающего модуля обратной связи: D1 - KI55ТМ2; D2 - KI55ЛА2; D3, D4, D6 - KI55ЛА3; D5, D7 - KI55ЛА6; D8 - D11 - KI55ЛН1; D12 - D15 - KI55ТМ8

Рис.6 Принципиальная схема приемного модуля считывания данных:

D1 - KI55ЛА2; D2 - KI55ЛА4; D4 , D6 , D7 - KI55ЛА3;

D5 - KI55ЛА6; D8 - KI55ТМ2; D9 - D12 - KI55ТМ8; D13 - D16 -  
KI55ЛА8

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устройство передачи цифровых данных "Электроника МС 4101".  
Паспорт ЩЯ 3.031 ПС.
2. SAMAC. A MODULAR INSTRUMENTATION SYSTEM FOR DATE HANDLING.  
EUR 4100, 1972.

Рукопись поступила 4 апреля 1988 г.

Г. Г. АКОПЯН, В. Г. ВОЛЧИНСКИЙ, В. П. ВУКОЛОВ, П. И. ГАЛУМЯН,  
Р. О. ОГАНЕЗОВ, Г. С. ФРАНГУЛЯН

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УДАЛЕННЫМ КРЕЙТОМ КАМАК НА ОСНОВЕ УСТРОЙСТВ  
ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ ПО ОПТОВОЛОКОННОМУ КАБЕЛЮ - "ЭЛЕКТРО-  
НИКА МС 4101" - ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ПО  
ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ФОТОРОЖДЕНИЯ"

Редактор Л. П. Мукаян

Технический редактор А. С. Абрамян

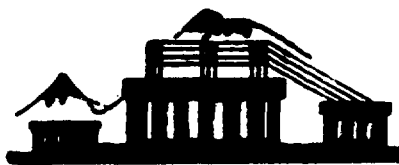
---

Подписано в печать II/УП-88г.	ВФ-03165	Формат 60x84/16
Офсетная печать Уч. изд. л. 1,0	Тираж 299 экз	Ц. 15к.
Зак. тип. № 352	Индекс 3624	

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте  
Ереван 36, Маркаряна 2

**индекс 3624**



**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**