

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

13-86-674

Г.Карраш, Д.Крейзелер, К.Крейзелер

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЛЕР
В СТАНДАРТЕ КАМАК ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ПЭС-ЛИНЕЙКИ
С 256 ЭЛЕМЕНТАМИ**

1986

ВВЕДЕНИЕ

ПЗС-линейки* и матрицы находят все большее применение в различных областях науки и техники. Они обладают высоким позиционным разрешением и хорошей чувствительностью. Используют их как для автоматического опознавания объектов, так и в качестве детекторов ионизирующего излучения. Удобство эксплуатации систем с ПЗС-элементами зависит в большой степени от выбранного решения системы тактового управления, сбора и передачи информации из элемента.

Известны решения управления ПЗС-линейкой, реализованные только на логических элементах^{1/}, с использованием большой интегральной схемы (БИС) таймера микропроцессорных систем и с сопряжением с шиной микроЭВМ^{2/} или с помощью однокристалльной микроЭВМ^{3/}. Непосредственное управление линейкой с помощью микроЭВМ дает возможность гибкой настройки и выбора оптимальных режимов работы для применения в различных целях или при меняющихся внешних условиях.

В данной работе описан блок управления 256-элементной ПЗС-линейкой в стандарте КАМАК со встроенным микропроцессором. Блок предназначен для работы в автономном режиме с ручным выбором времени экспозиции и выдачи результатов на печатающее устройство, а также для работы под управлением другой ЭВМ по магистрали КАМАК или в режиме прямого доступа со стороны микроЭВМ КМ001^{4/}.

1. СОСТАВ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Электронная система с применением ПЗС-линейки включает следующие компоненты (рис.1):

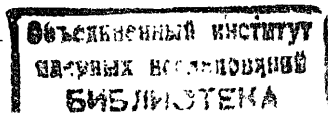
Основные:

- линейка и формирователь тактовых импульсов;
- контроллер линейки со встроенной микроЭВМ;
- АЦП с дифференциальным входом.

Дополнительные:

- печатающее устройство (для автономной работы);
- контроллер в стандарте КАМАК (для сопряжения с другой ЭВМ).

* ПЗС — приборы с зарядовой связью.



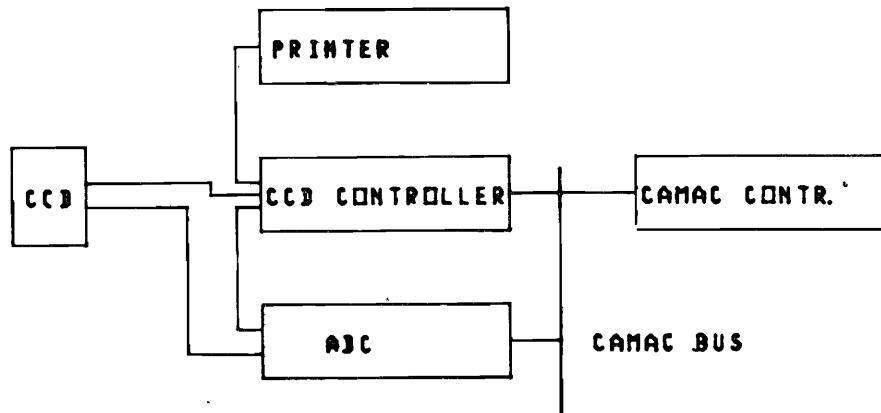


Рис. 1. Структура системы эксплуатации ПЗС-линейки.

Контроллер формирует необходимые тактовые сигналы линейки, которые после соответствующего формирования по кабелю подаются на линейку. Аналоговый сигнал и сигнал компенсации с линейки поступают на дифференциальный вход АЦП. АЦП должен иметь быстродействие ≥ 1 мс, оно учитывается в программе контроллера. Контроллер линейки считывает данные с АЦП и заносит их в память для последующей выдачи на печать или в магистраль КАМАК, в последнем случае они могут быть предварительно обработаны в контроллере.

Ручное управление предусматривает установку времени засвечивания линейки и запуск измерения с передней панели блока контроллера с выдачей результата на печать. Такой режим позволяет работать без дополнительной ЭВМ. Управление также возможно по командам КАМАК. В этом случае запуск измерения и считывание данных происходит по соответствующим командам КАМАК.

При развитии программ и настройке системы использовалась микроЭВМ КМ001 с процессором I 8080. Она сопрягалась с шиной процессора контроллера линейки (U880) через специально разработанный блок прямого доступа.

Таким образом, стало возможно управлять всеми периферийными микросхемами системы U880 непосредственно от ЭВМ КМ001 или переписывать программы в память системы U880 и запускать ЭВМ.

2. ВНУТРЕННЯЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЛЕРА

В качестве процессорного комплекса интегральных схем выбрана система U880 (аналог Z80). Этот комплект позволяет с помощью минимального количества дополнительных микросхем организовать

маленькую систему, включающую несколько периферийных БИС и ограниченную секцию памяти. Очень просто организуется приоритетная система прерывания по каскадному принципу.

Контроллер (рис. 2) включает процессор (CPU), 2 порта параллельного вывода (PIO1, PIO2), таймер (CTC) до 4Кбайт СПЗУ, до 2Кбайт ОЗУ, тактовый генератор (Т), кнопки сброса (RESET) и внешнего запуска через неблокируемое прерывание (NMI), соответствующие логические элементы для формирования необходимых сигналов (L1 ÷ L4). Внутренние компоненты связаны шинами данных (DATA) адреса (ADDRESS) и управления (CONTROL), периферийные БИСы образуют цепочки приоритета прерывания I1, I2, I3, последовательно связанные со входом прерывания процессора (INT). К интерфейсным функциям относятся следующие:

- подключение к шине КАМАК с использованием команд чтения-записи и синхронизацией обмена данных с помощью сигнала Q или сигнала прерывания LAM. При этом имеется возможность запрета, теста и стирания-запроса LAM. Передаются данные по шинам R1- R8;
- подключение АЦП с помощью сигналов обмена готовности приема (AC) и передачи (R) данных, а также синхронизации преобразования (I);
- подключение печатающего (или другого) устройства через интерфейс SI 1.2^{5/1} на основе сигналов инициализации (BO) оповещения о готовности к передаче (M2) и завершения приема (B1);
- выдача тактовых импульсов для ПЗС-линейки (CCD).

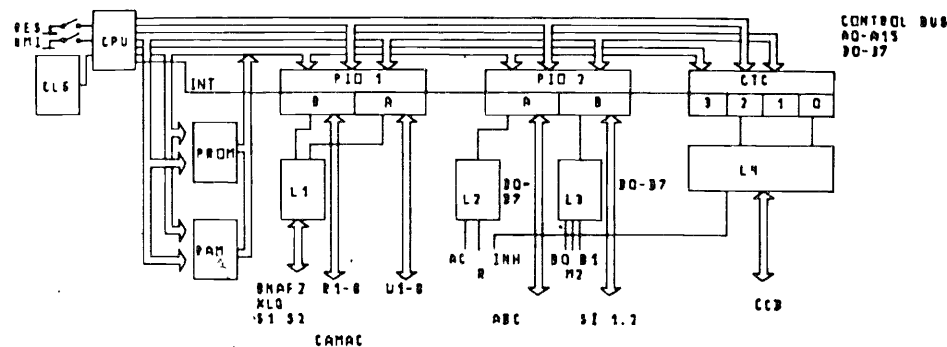


Рис. 2. Внутренняя организация контроллера.

На рис. 3 показано, как происходит обмен данными через магистраль КАМАК. Сигнал ARDY сигнализирует, что PIO 1A готов к приему данных во входной буфер. Тогда по команде записи F(16)S1 эти данные заносятся в буфер, что вызывает прерывание в системе U880 (сигнал INT). При условии, что при подаче команды "Запись"

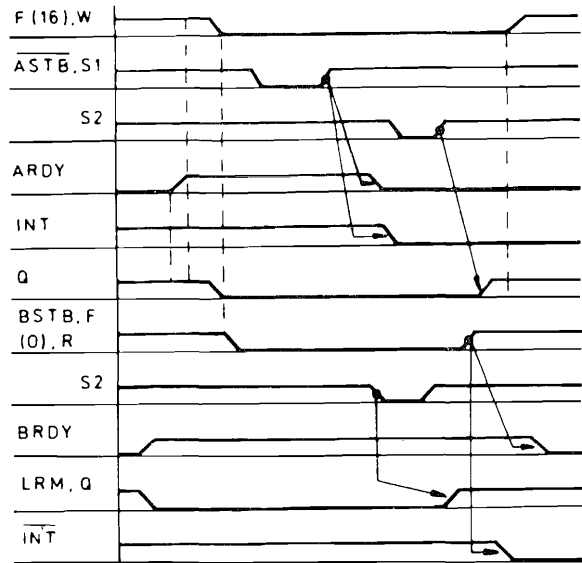


Рис. 3. Импульсная схема работы интерфейса в стандарте КАМАК.

буфер готов к приему, выдается сигнал Q на шину КАМАК. При чтении слова из контроллера блок сигналом LAM извещает, что в выходной буфер PIO1B занесены данные. При чтении данных стробом S2 стирается запрос LAM, а окончание цикла чтения F(0) вызывает прерывание в системе U880 для извещения о готовности к приему нового слова в выходной буфер.

Схема работы АЦП показана на рис. 4.

Запуск АЦП с помощью сигнала синхронизации (I) вызывает преобразование входного сигнала в код, после чего АЦП сигналом

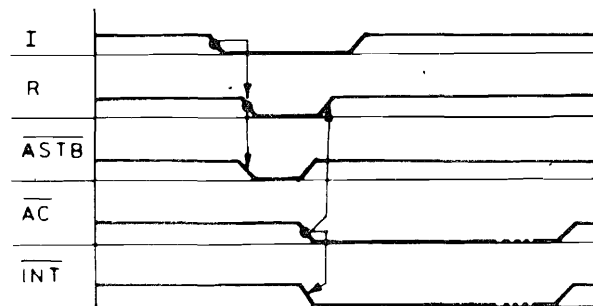


Рис. 4. Импульсная диаграмма синхронизации работы с АЦП.

R извещает о готовности передачи. Передний фронт R дифференцируется и является стробовым сигналом приема данных для PIO2A. PIO2A снимает сигнал готовности к приему (AC), чем блокируются дальнейшие преобразования в АЦП. После записи данных во входной буфер PIO2A процессор обрабатывает прерывание по сигналу INT, возвращает сигнал AC в исходное состояние.

О наличии данных для вывода из буфера PIO2B (см. рис. 5) свидетельствует переход H→L сигнала M2, что вызывает запуск внешнего устройства. Начало и завершение приема данных внешним устройством сопровождается переходами L→H и H→L сигнала B1 соответственно. Одновременно с B1 сигнал строба PIO2B (BSTB) по завершении приема снимает готовность к передаче (M2) и вызывает через прерывание (INT) подачу от процессора нового слова для вывода.

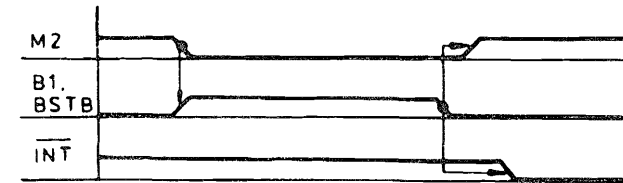


Рис. 5. Работа интерфейса SI 1.2.

На рис. 6 представлена импульсная диаграмма сигналов управления ПЗС-линейкой (CCD). При этом все сигналы являются производными такта (T). В качестве такта может быть использован как внешний генератор, так и системный генератор контроллера. В конце каждого цикла засвечивания образуется сигнал U_{GX} , который передает заряды с фоточувствительного электрода в сдвиговый регистр линейки. Сдвиг зарядов производится тактами $U_{G1A,B}$, $U_{G2A,B}$ и тактом возврата U_{GR} .

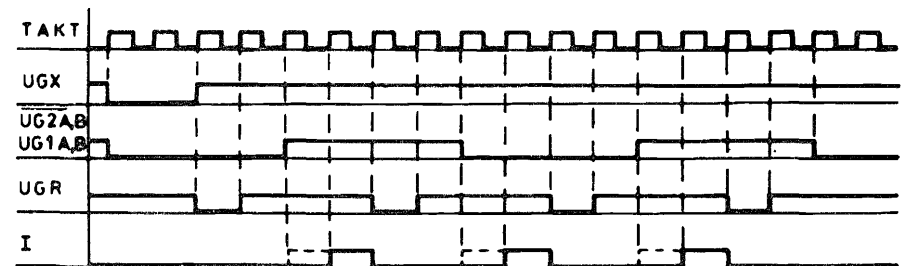


Рис. 6. Сигналы управления ПЗС-линейкой.

Сигнал (I) разрешает начало преобразования в АЦП в момент вывода зарядов из линейки по тактам $U_{G1A,B}$ либо (если более быстрый АЦП) с некоторой задержкой.

3. СОПРЯЖЕНИЕ ШИНЫ ПРОЦЕССОРА U880 С МИКРОЭВМ КМ001

Для настройки системы и тестирования программ понадобилось вспомогательное средство, которое позволяло осуществить доступ к системе контроллера — как к памяти, так и к периферийным БИСам. Был разработан блок связи шины микроЭВМ КМ001 с шиной микропроцессора U880, где КМ001 имеет прямой доступ к системе U880 и сам отключает процессор. Это позволило в итоге непосредственно от КМ001 программировать работу периферийных БИСов системы U880, производить отладку интерфейсов, пересылать программы в память системы U880, запускать процессор и следить за ходом выполнения программы с помощью контрольных ячеек.

Структура блока прямого доступа показана на рис. 7.

Блок работает следующим образом. Обращение микроЭВМ КМ001 к определенной области памяти по старшим разрядам A_{14} , A_{15} адресной шины дешифрируется в управляющей логике (CL). Запись слова 01 вызывает требование освобождения шины системы U880 (сигнал $BUSRQ$). После освобождения (сигнал $BUSAK$) открываются коммутаторы буфера K1 и K2 и замыкают шины данных и адресов обеих систем. Управляющая логика и логика шифрации и синхронизации (CSL) согласуют временные условия работы обеих систем. Кроме того, блок CSL преобразует управляющие сигналы шины I8080

в управляющие сигналы шины U880 (CONTROL BUS). B1, B2 являются буферами для отделения от шины КМ001. В качестве тактового сигнала системы U880 (C2) используется такт микроЭВМ КМ001 (F2). Согласование по временным условиям потребовало введения дополнительного цикла ожидания (WAIT-READY) для КМ001 и задержки сигнала $IORQ$

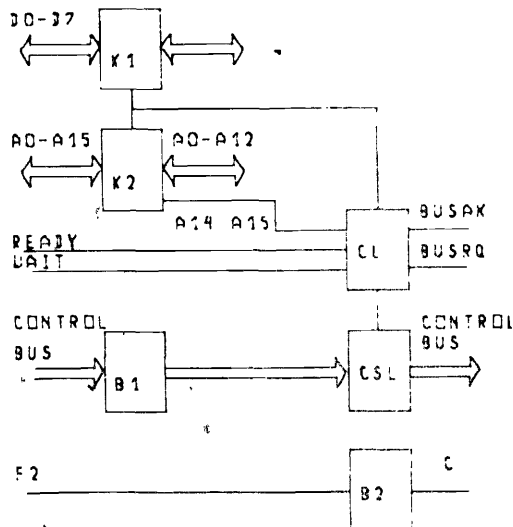


Рис. 7. Структура блока прямого доступа к шине U880.

(требование ввода/вывода) по отношению к такту с системы U880.

Возврат из режима прямого доступа происходит при повторном обращении к вышеупомянутой области памяти с записью слова 00. Адресное пространство КМ001 с адреса 4000H до 8000H соответствует адресному пространству до 4000H в системе U880. Далее используются адреса ввода-вывода от 40H до 80H процессора I8080, что соответствует адресам 00-40H системы U880.

4. СИСТЕМА ПРОГРАММ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ПЗС-ЛИНЕЙКИ

Система программ (рис. 8) состоит из следующих частей:

- INIT — программа инициализации;
- NMI — программа обработки немаскированных прерываний;
- CTC — программа обработки прерывания микросхемы CTC;
- PIO1A — программа обработки прерывания микросхемы PIO1, канал A;

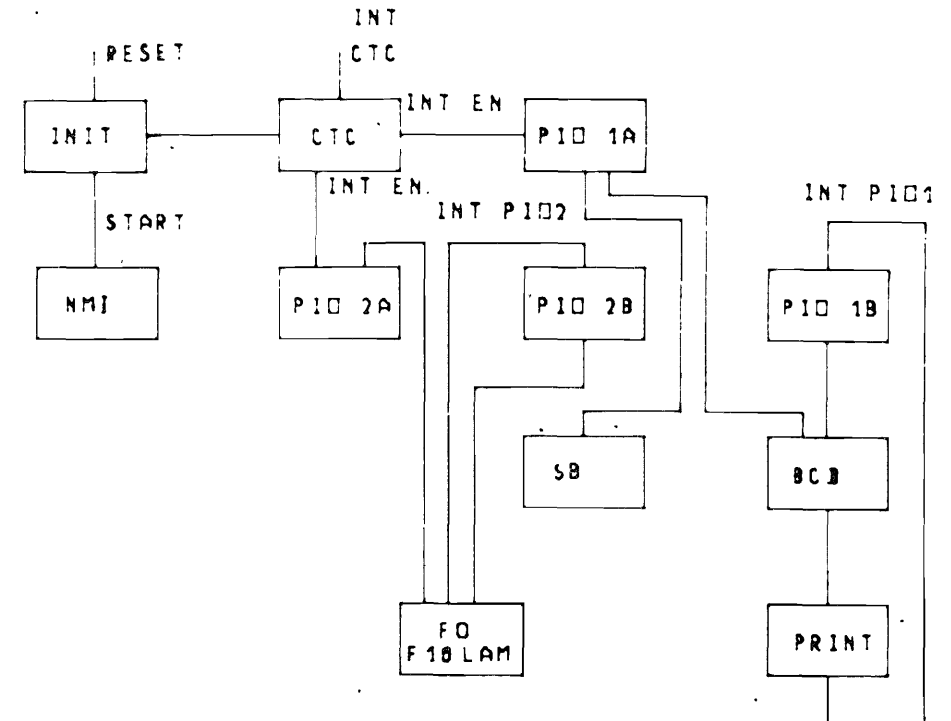


Рис. 8. Общая схема программных средств.

- PIO1B — программа обработки прерывания микросхемы PIO1, канал В;
- PIO2A — программа обработки прерывания микросхемы PIO2, канал А;
- PIO2B — программа обработки прерывания микросхемы PIO2, канал В;
- VCD — программа для перекодировки данных в код VCD;
- SB — программа обработки измеренных данных.

4.1. Инициализация блока и выбор рабочего режима

Данный блок может работать в двух режимах:

- "ручной" режим;
- режим на линии с ЭВМ.

Для работы в "ручном" режиме надо:

- 1) нажать кнопку "Сброс" — происходит первая часть инициализации: загружается адрес стека, делается выбор режима прерывания и инициализируются микросхемы PIO1 и PIO2;
- 2) нажать кнопку "Старт" — происходит немаскированное прерывание. Количество нажатий кнопки "Старт" определяет выбор временной константы CTC канала 1;
- 3) после вышеназванных манипуляций должно последовать нажатие кнопки "Сброс", после чего происходит вторая часть инициализации, которая запускает микросхему CTC.

Для работы блока на линии с ЭВМ необходимо включить контроллер КАМАК. Сигнал Z вызывает действия, аналогичные работе блока в "ручном" режиме (пункт 1), т.е. работа программы INIT начиная с адреса 0000H.

Система готова к приему команд от ЭВМ. ЭВМ выдает блоку КАМАК 16-разрядное управляющее слово (рис. 9). В нем ТК — вре-

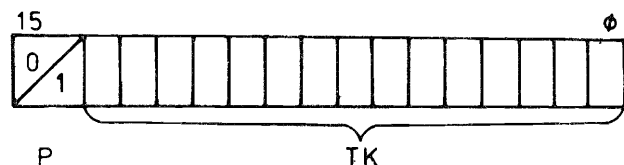


Рис. 9. Формат управляющего слова.

менная константа для микросхемы CTC, канал 1, а значение 15-го разряда P может быть следующим:

- "0" — режим выдачи измеренных данных из ОЗУ,
- "1" — режим выдачи результата обработки программы SB.

Это слово принимает микросхема PIO2 канала А, которая обслуживает интерфейс КАМАК через программу обработки прерывания PIO2A. Эта программа инициализирует микросхему CTC. После этого система начинает работать.

4.2. Выбор временного режима работы системы с помощью программы обработки прерывания CTC

Программа CTC стартует после INTERRUPT CTC, канал 2. Программа имеет счетчик для учета количества прерываний. В зависимости от его состояния работает первая или вторая часть программы CTC. Первая часть синхронизирует момент начала цикла экспозиции с тактовой схемой ПЗС-линейки. Вторая часть программы разрешает прерывание для микросхемы PIO1, канал А, и перепрограммирует микросхему CTC. Перепрограммирование микросхемы CTC — это выбор других временных констант для согласования времени считывания измеренных данных из сдвигового регистра ПЗС-линейки через АЦП и микросхему PIO1, канал А.

4.3. Прием измеренных данных программой обработки прерывания PIO1A

Программа PIO1A работает по прерыванию микросхемы PIO1, канал А, и считывает 1 байт из АЦП, заносит его в оперативную память по адресу 1200H - 1303H. Она имеет счетчик абсолютных адресов. Когда счетчик достигает последнего адреса, программа PIO1A запрещает работу микросхемы CTC, канал О. Далее программа анализирует режим работы системы: "ручной" режим или на линии с ЭВМ.

В случае "ручного" режима программа PIO1A организует выдачу измеренных данных по прерыванию микросхемы PIO1, канал В, на печатающее устройство, которое использует код VCD. При выдаче VCD-кода участвуют 2 выхода PIO1A. Поэтому надо перепрограммировать микросхему PIO1, канал А, в режим "бит-вход-выход". Если система работает на линии с ЭВМ, имеются 2 возможности:

- выдачи буфера данных;
- обработки данных и выбора результата.

В первом случае программа PIO1A организует выдачу данных из оперативной памяти через микросхему PIO2, канал В, на линию КАМАК. Во втором — происходит обработка данных с помощью программы SB и выдача через микросхему PIO2, канал В, на линию КАМАК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Knabe J. Ladungsgekoppelte Zeile L110C und ihre Anwendung. Elektronik Bauelemente, Reihe A-03-04/81, S.59-64.
2. Radzewitz J. Takterzeugung für CCD-Sensoren mit Mikrorechner. rfe Berlin 33, 1984, 7, S.454.

3. Brückner P. u.a. CCD-Linienkamera mit Einchipmikrorechner. rfe Berlin, 35, 1986, 1, S.14.
4. Сидоров В.Т. и др. Препринт ОИЯИ, P10-12481, Дубна, 1979.
5. TGL 29248. Elektrotechnik-Elektronik, Standardinterface für Kettenverkehr auf Basis TTL. SI 1.2, Oktober 1974.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
Д11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
Д7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
Д2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
Д10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
Д11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
Д13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 октября 1986 года.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Карраш Г., Крейзелер Д., Крейзелер К.

13-86-674

Интеллектуальный контроллер в стандарте КАМАК
для управления и обработки сигналов ПЗС-линейки с 256 элементами

Описывается блок, предназначенный для выработки сигналов, необходимых для управления ПЗС-линейкой с 256 элементами, считывания преобразованных во внешнем АЦП значений, их хранения, обработки и выдачи. Благодаря встроенной микропроцессорной системе U880 (Z80) блок может работать в автономном режиме, где время экспозиции линейки и старт цикла измерения и обработки задаются от руки. По окончании цикла работы блок выдает результат через интерфейс SII.2 на печатающее или другое устройство. Имеется возможность управления блоком и считывания данных по магистрали КАМАК.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Karrasch G., Kreiseler D., Kreiseler K.

13-86-674

CAMAC Intelligent Controller for Control and Processing
the Signals from CCD Sensor with 256 Elements

The paper describes a unit for tact signals generation, necessary for a CCD sensor with 256 elements, reading out data from an external ADC, its storing, processing and putting out. Because of implented microprocessor system U880 (Z80) the unit can work in an off-line mode where the input of the exposure time of the CCD sensor and the start of one measurement cycle can be performed manually. At the cycle end the unit puts out the results via SII.2 interface to a printer or another peripheral unit. There is a possibility to control the unit and to read out the data via CAMAC bus.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986