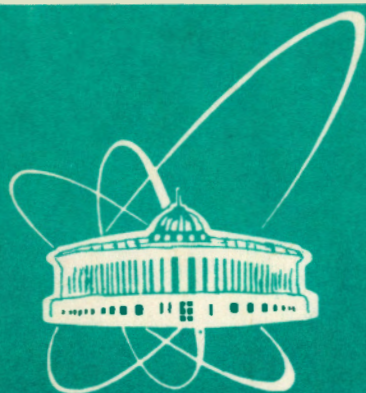


93-230



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P10-93-230

О.Аварзад

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО «ЗРЕНИЯ»
НА БАЗЕ ПЭВМ «ПРАВЕЦ-16»
И АППАРАТУРЫ КАМАК

1993

ВВЕДЕНИЕ

Описывается система технического зрения (СТЗ) для решения экспериментальных физических задач методами преобразования видимого изображения в цифровые массивы с последующей обработкой их на ПЭВМ. Для ввода информации используется телевизионная камера КТП-64 в комплекте промышленной телевизионной установки ПТУ-57. Камера КТП-64 оснащена механизмом поворота камеры, изменения наклона оптического зеркала и управления объективом, что позволяет осуществлять дистанционное управление механизмом наведения ТВ-камеры на объект наблюдения в горизонтальной и вертикальной плоскостях и фокусирование объектива. Преобразование видеосигнала, поступающего с телекамеры в цифровой массив, осуществляется блоком ПА-18К^{1/1}, в котором в отличие от традиционного кодирования всего видеосигнала амплитудой приблизительно 1В на сколько-то уровней, например, 256 (8 разрядов), применяется другой способ преобразования аналогового ТВ-сигнала в цифровой код, заключающийся в том, что кодирование производится только на 8 равномерных градаций (3 разряда), между двумя управляемыми опорными уровнями, условно принимаемыми за уровень "белого" и уровень "черного". Такой способ кодирования позволяет системе технического зрения иметь существенно меньший общий объем

цифровой информации без потери ее полезной части. Малое число градаций позволяет создать не чисто программное, а компактное аппаратно-программное средство скоростного автоматического выбора уровней "белого" и "черного" и фокусирования объектива ТВ-камеры. Для того чтобы установить для СТЗ уровни, ограничивающие полезную часть информации, имеется возможность программно потребовать от аппарата наперед заданный процент числа черных точек из общего числа точек кадра, например, шестьдесят процентов, и белых точек, например, десять процентов, и тогда программа по результатам аппаратного раздельного суммирования числа белых и черных точек в одном кадре установит уровни, соответствующие затребованному. Другая часть аппаратно-программных средств может обеспечить распределение перепадов яркостей между соседними точками изображения, которое отражает расфокусируемость или фокусируемость объектива ТВ-камеры. При расфокусируемости число больших перепадов уменьшается, так как уменьшается контрастность изображения. Указанные особенности примененной аппаратуры позволяют создавать высокоскоростные автоматические СТЗ.

Для оператора имеется возможность непрерывного наблюдения синтезированного из цифрового вида изображения, поступающего с видеоконны ТВ-камеры, что существенно облегчает работу с СТЗ.

ОПИСАНИЕ АППАРАТУРЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Данная система построена на основе ПЭВМ типа IBM PC, оснащенной аппаратурой КАМАК, и позволяет вводить в ПЭВМ ТВ-изображения (кадры), преобразованные в цифровую форму, и выводить из ПЭВМ цифровые данные в форме ТВ-изображений с помощью электронных блоков в стандарте КАМАК. Есть два режима управления всеми параметрами СТЗ: ручной и автоматический.

При вводе в ПЭВМ исходное ТВ-изображение сцены преобразуется в цифровую форму путем дискретизации плоскости изображения 256 точек в строке и 256 строк в кадре и квантования яркости точек сигналов изображения с помощью блока КАМАК видеокодера ПА-18К. Запоминание цифрового массива на один кадр под управлением этого блока осуществляется в буферной памяти другого блока КИ-15К^{/2/}, с последующей передачей в ПЭВМ "Правец-16" через магистраль КАМАК, контроллер крейта КК-009 и интерфейсную карту ПК-009^{/3/}.

Блок-схема СТЗ представлена на рис. 1; компоненты, входящие в ее состав, следующие:

1. В качестве датчика изображений используется ТВ-камера прикладного назначения КТП-64, снабженная устройством наведения ТВ-камеры (УНТК), для которой разработана СТЗ обеспечивает прием команд от ПЭВМ для полного дистанционного управления камерой.

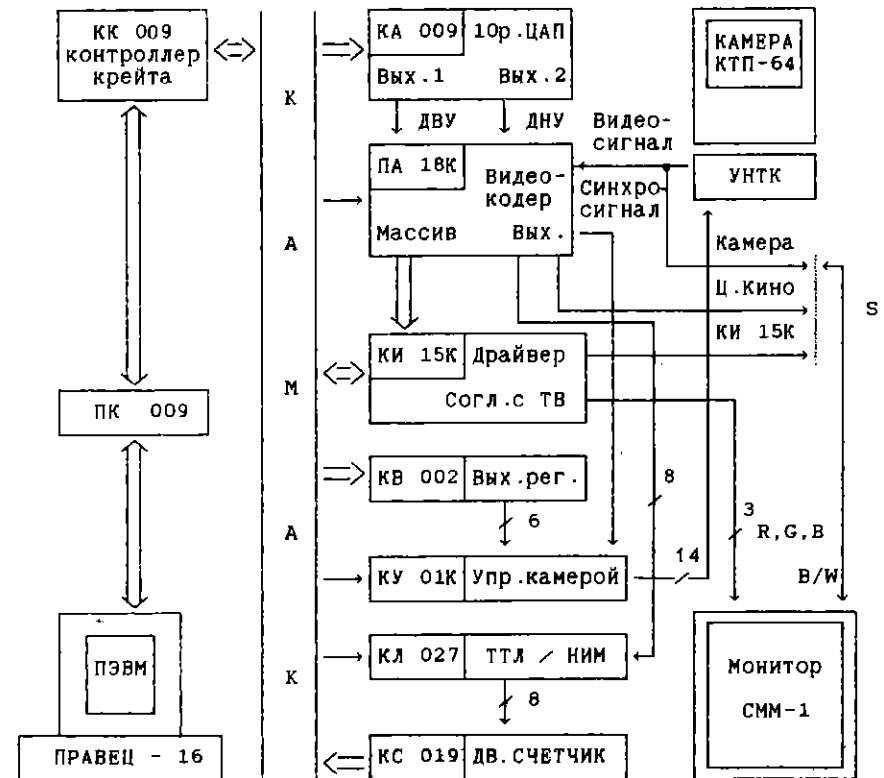


Рис. 1. Блок-схема системы технического зрения

2. Монитор СММ-1/RPSN, который отображает видеoinформацию непосредственно из ТВ-камеры в аналоговом виде или синтезированной

ную с помощью цифроаналогового преобразователя цифровую картинку, прошедшую кодирование с заданными уровнями "белого" и "черного", а также сохраненный кадр в блоке КИ-15К. В мониторе есть возможность выбора сигналов VIDEO или RGB и режимов работы внешней или внутренней синхронизации с помощью соответствующих переключателей;

3. Специализированный аналого-цифровой преобразователь ПА-18К, который преобразует аналоговый сигнал, поступающий с ТВ-камеры в цифровой массив;

4. Драйвер цветного ТВ - монитора КИ-15К, который запоминает цифровой массив изображения одного кадра;

5. Сдвоенный блок КА-009^{/4/} из двух цифроаналоговых преобразователей по 10 бит каждый, которые задают аналоговые уровни "белого" и "черного" блоку ПА-18К;

6. Блок управления ТВ - камерой КУ-01К;

7. Сдвоенный выходной регистр по 16 бит каждый, КВ-002^{/5/}, который выдает коды команд для управления механизмами камеры;

8. КС-019^{/6/} - блок 8-ми двоичных счетчиков (8x16 бит, 25 МГц), которые считают числа "белых" и "черных" точек в одном кадре, а также числа различных, кроме максимальных и нулевых, величин перепадов яркостей между соседними по строке точками изображения;

9. Два блока преобразователя уровней НИМ-ТТЛ и ТТЛ-НИМ КЛ-027^{/7/};

10. Контроллер крейта КАМАК для IBM PC XT КК-009^{/8/} с интерфейсной платой связи ПК-009, работающий по программному каналу;

11. ПЭВМ "Правец-16"^{/9/} следующей конфигурации: 640 мбайт оперативной памяти, Intel 8088-микропроцессор с тактовой частотой 4,77 МГц, 20 мбайт "винчестер", 2 дисковода для гибких магнитных дисков и цветной графический дисплей с видеокартой CGA.

В системе предусмотрены ручной и автоматический режимы работы. Для ручного управления на лицевой панели блока КУ-01К имеются кнопки управления механизмами камеры, а на лицевой панели блока ПА-18К два потенциометра управления уровнями "белого" и "черного" и коммутатор входа монитора от трех источников видеосигнала: телекамеры, синтезированного изображения, прошедшего аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование, а также сохраненного в цифровом виде, одного кадра. При автоматическом управлении, после

того как по командам программы была произведена запись кадра в буферную память КИ-15К, программа считывает показания с 8 счетчиков КС-019, содержимое которых распределяется следующим образом: число всех черных точек в кадре на первом счетчике, белых - на втором, число различных, кроме нулевых и максимальных, величин перепадов яркостей соседних в строке точек изображения кадра на счетчиках с третьего по восьмой, а потом производится программный анализ этих данных для оценки правильности выбора верхнего и нижнего уровней квантования и фокусируемости камеры соответственно с требованием конкретного применения системы.

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ КАМЕРОЙ КУ-01К

Блок КУ-01К предназначен для синхронизации и дистанционного управления механизмами приводов ТВ-камеры прикладного назначения КТП-64 в ручном и автоматическом режимах. Блок усиливает и передает строчные и кадровые импульсы для синхронизации камеры, формирует и передает к камере сигналы управления с подачей питающих напряжений и получает полный ТВ - видеосигнал из видиконной ТВ - камеры.

В состав камеры КТП-64 входят: видикон ЛИ-441, видеоусилитель, блок усиления и формирования БУФ-26, блок питания БП-143, плата дешифратора, плата управления, оптическая приставка ОП-52 и устройство поворота. Оптическая приставка имеет объектив и оптическое зеркало, при помощи которых позволяет осуществлять дистанционное управление фокусированием объектива и механизмом изменения угла наклона зеркала с целью изменения направления оптической оси приставки для передачи оптического изображения наблюдаемых объектов на мишень видикона с размерами кадра 9,5x12,7 мм при изменении освещенности на объекте наблюдения от 50 до 50000 люкс.

Устройство наведения камеры КТП-64 обеспечивает поворот ее в пределах угла $\pm(90\pm 5)^\circ$ со скоростью $(6\pm 1,5)$ град/с.

В таблице 1 приведены функции команд и коды управления, используемые для передачи этими устройствами команд управления элементами системы.

Таблица 1

Функция управления	Команды управления	Наименование провода			КОД	Примечание
		УПР 1	УПР 2	УПР 3		
поворот камеры	влево	1	0	0	4	Цифра <<1>> соответствует посылке напряжения +24 В, а цифра <<0>> -отсутствию напряжений
	вправо	0	1	0	2	
наклон зеркала	вверх	1	1	0	6	
	вниз	0	0	1	1	
фокус объектива	ближе	1	0	1	5	
	дальше	0	1	1	3	
Отсутствие действий		0	0	0	0	
Отсутствие действий		1	1	1	7	

На рис. 2 приведена функциональная схема шифратора-формирователя команд управления ТВ -камерой.

По команде NA(0)F(16), поступившей из ПЭВМ, шесть разрядов данных W1-W6 запоминаются в блоке KB-002. Каждый разряд отвечает

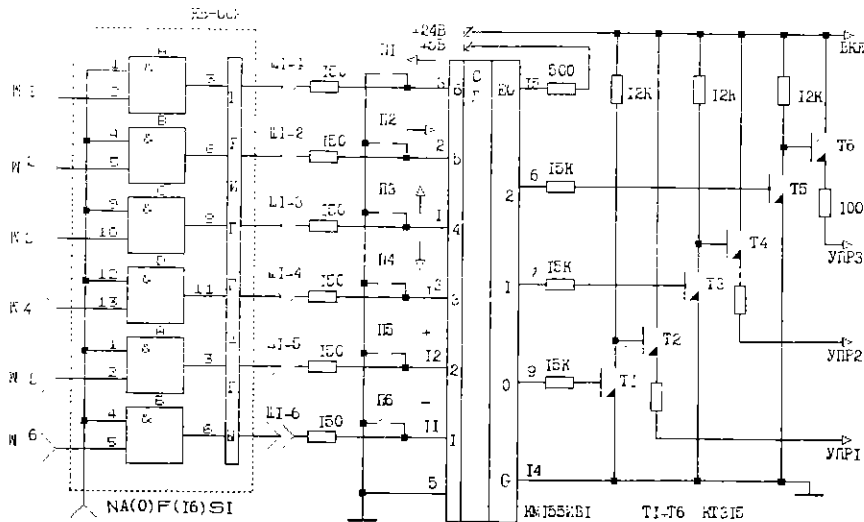


Рис. 2. Функциональная схема шифратора-формирователя команд

за одно действие: поворот камеры "влево", "вправо", наклон зеркала "вверх", "вниз", фокус объектива "ближе" и "дальше". Эти же действия могут быть осуществлены вручную с помощью кнопок S1-S6. Код каждого действия(УПР1-УПР3) расшифровывается устройством наведения камеры КТП-64.

Крайние положения механизмов вызывает срабатывание микропереключателя, что приводит к отключению цепи питания электродвигателя и замыканию якоря для быстрого электродинамического торможения. Закорачивание якоря осуществляется и при прекращении каждой команды.

С целью улучшения эксплуатационных характеристик в схемы блока усиления и формирования БУФ-26 и блока питания ВП-143 были внесены некоторые изменения, в результате которых камера синхронизируется внешними синхросигналами с видеокодером ПА-18К и питается от магистрали КАМАК напряжением постоянного тока +24В, +6В и -6В.

На рис. 3 показан кабельный усилитель ТВ - синхросигналов, выполненный на микросхеме К155ЛП10. Все контакты внешних синхросигналов соответствуют схеме синхронизации блока БУФ-26 камеры КТП-64.

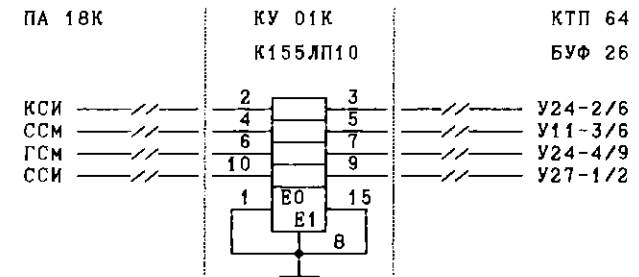


Рис. 3. Схема передачи синхросигналов к камере

В экспериментах нейтронной радиографии на реакторе ИБР-2 ЛФ использовался вариант данной системы СТЗ с видеонной камерой ТЭК-1010 с дополнительным устройством, обеспечивающим синхронизацию в импульсном режиме работы реактора ИБР-2.

СИНХРОНИЗАЦИЯ СТЗ С РЕАКТОРОМ ИБР-2

Трудности при сопряжении системы с реактором ИБР-2 обусловлены несоответствием между непрерывным сканированием передающей ТВ-трубки камеры и импульсным характером работы источника нейтронов. Пучок нейтронов реактора подается на объект в течение 5-6 миллисекунд с паузой 200 мс, и поэтому съемка кадров должна осуществляться по команде стартового импульса, приходящего перед началом нейтронной вспышки импульсного реактора.

Для осуществления синхронизации видеокодера ПА-18К и блока памяти драйвера КИ-15К используются 4 триггера, располагаемые в блоках КИ-15К и ПА-18К, соединенных через разъем РП15-9, как показано на рис. 4.

Запоминание информации объемом один ТВ-кадр в драйвере КИ-15К производится с магистрали КАМАК по команде NA(O)F(16). Схема связи с магистралью имеет триггеры запоминания и фазировки, которые обеспечивают расшифровку и запоминание принятой к исполнению команды записи в момент времени t_1 (см. рис. 5) на первом триггере, запоминание внешнего синхроимпульса СТАРТ (t_2) на втором триггере и фазировку выполнения этой команды с внутренним циклом работы третьим триггером драйвера (t_3); таким образом, аналого-цифровое преобразование начинается лишь с приходом ближайшего последующего импульса кадровой развертки в момент t_4 и продолжается до t_5 . Триггеры запоминания блокируют последующую

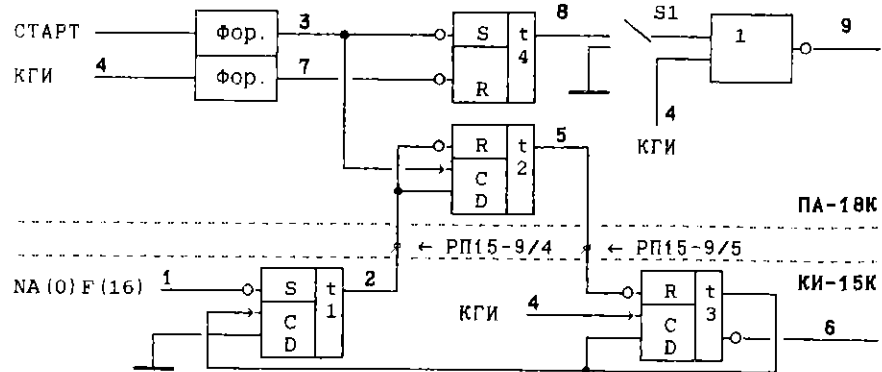


Рис. 4. Функциональная схема узла синхронизации драйвера с камерой в импульсном режиме работы с реактором

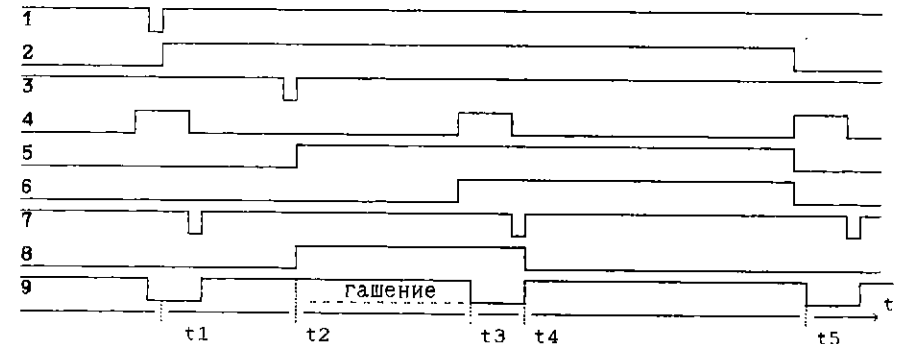


Рис. 5. Временная диаграмма, объясняющая работу схемы синхронизации, приведенной на рис. 4

запись и прием команд с магистрали, а триггер фазирования управляет работой коммутатора адреса и обеспечивает стробирование сигналов обращения к памяти драйвера. Время выполнения команд записи кадра различно и зависит от поступления стартового импульса с возможной задержкой от 0 до 200 мс (частота сигнала 5 Гц) и от состояния адресного регистра в момент прихода внешнего сигнала (частота кадра 50 Гц). В любом случае время исполнения команды после принятия сигнала СТАРТ продлевается на 20-40 мс. Но несовпадение времени поступления стартового импульса и импульса кадровой развертки приводит к тому, что при непрерывном считывании электрического потенциала с мишени ТВ-трубки от стартового импульса до конца кадра происходит частичное считывание кадра. А полный светосбор в импульсном режиме достигается только введением режима гашения электронного пучка видикона на время t_2-t_3 . Для гашения луча видикона на время t_2-t_3 используется четвертый триггер.

Тумблер S1 (см. рис. 4) предназначен для возможного отключения гашения видикона ТВ-камеры на время от старта, приходящего от реактора, до ближайшего начала кадра. Положение тумблера S1 определяет пропускание к камере либо только импульсов КГИ (стандартный режим), либо КГИ вместе с сигналом "ГАШЕНИЕ" (режим фазированного кодирования).

Кроме того, для измерения абсолютного времени регистрации видеоданных(каждого кадра) был использован в крейте системы дополнительный блок КС-019. Нужное количество счетчиков этого блока соединено между собой последовательно.

Таблица 2

ДРАЙВЕР КИ - 15К

Ф У Н К Ц И Я	РАЗРЯДЫ ШИН ЗАПИСИ (W1)															
	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
F(16)	ЭП.Хточка	0	0	MR	MB	MG	RC	BC	GC	X-8 РАЗРЯДОВ						
	ЭП.Усимв.	0	0	MR	MB	MG	RC	BC	GC	x	x	x	Y-5 РАЗРЯДОВ			
	ЭП.Уточка	0	1	x	x	x	x	x	x	Y-8 РАЗРЯДОВ						
	ЭП.Хсимв.	1	0	x	X-5 РАЗРЯДОВ				x	КОД СИМВОЛА, 7 РАЗР.						
F(0)	ЧТЕНИЕ	РАЗРЯДЫ ШИН ЧТЕНИЯ (R1)														
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	R	B

X -эти разряды не используются

* -используется только этот режим по команде F(16)

KB - 002 (2 ВЫХОДНОГО РЕГИСТРА ПО 8 РАЗРЯДОВ)*

A(0)	F(16)	ЗАПИСЬ	x	x	W6	W5	W4	W3	W2	W1
------	-------	--------	---	---	----	----	----	----	----	----

* -используется только один регистр

KA - 009 ЦАП (2 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПО 10 РАЗРЯДОВ)

A(0)	F(0)	ЧТЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА 1, Q = 1
A(1)	F(0)	ЧТЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА 2, Q = 1
A(0)	F(16)	ЗАПИСЬ В РЕГИСТР 1, Q = 1
A(1)	F(16)	ЗАПИСЬ В РЕГИСТР 2, Q = 1

КС - 019 (8 СЧЕТЧИКОВ ПО 16 РАЗРЯДОВ)

A(0..7)	F(0)	ЧТЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО СЧЕТЧИКОВ, Q = 1
A(0..7)	F(2)	ЧТЕНИЕ И СБРОС СОДЕРЖИМОГО СЧЕТЧИКОВ, Q=1
A(0..7)	F(9)	СБРОС СЧЕТЧИКОВ, Q = 0

О программных модулях редактирования данных, инициализации

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В работе /10/ была предложена разработанная модульная организация программного обеспечения КАМАК на языке Паскаль. Используя методику развитых пакетов прикладных программ, мы разработали

	CRATE			O			PRIORITY			S			ADR			O									
N	!	!	K!	!	!	K!	!	!	K!	!	!	K!	!	!	K!	!	!	K!	!	!	K!	!	!	C	K!
A	!	!	U!	!	!	I!	!	!	A!	!	!	L!	!	!	C!	!	!	B!	!	!	A!	!	!	R	K!
M	!	!	O!	!	!	O!	!	!	O!	!	!	O!	!	!	O!	!	!	O!	!	!	O!	!	!	A	O!
E	!	!	O!	!	!	I!	!	!	I!	!	!	2!	!	!	I!	!	!	O!	!	!	O!	!	!	T	O!
	!	!	I!	!	!	5!	!	!	B!	!	!	7!	!	!	?	!	!	2!	!	!	?	!	!	E	?
	!	!	K!	!	!	K!	!	!	K!	!	!	K!	!	!	K!	!	!	K!	!	!	K!	!	!	O!	
STAT!	!	!	+	!	!	+	!	!	+	!	!	+	!	!	+	!	!	+	!	!	+	!	!	C	!
P	!	!	!	!	!	K!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	O	!
N	!	!	!	!	!	I!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	I	!
A	!	!	!	!	!	O!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	N	!
MV!	!	!	!	!	!	I!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	T	!
E	!	!	!	!	!	5!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	R	!
C!	!	!	!	!	!	I4!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	O	!
USER!	!	!	!	!	!	A!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	I	!
MASK!	!	!	!	!	!	4!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	E	!

Рис. 6. Распечатка с экрана после процесса ввода данных о конфигурации системы технического зрения

программные модули для каждого из блоков, входящих в СТЗ, функции и формат команд которых приведены в таблице 2. Для работы со стандартными регистрами примененных блоков достигнуты рекорды описания конфигураций, которые собираются диалоговой служебной программой СС. Схема крейта, отображенная на экране с помощью этой программы, представлена на рис. 6.

блоков, обработки прерываний и других процедур подробные сведения содержатся в работе /10/.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уникальные физические эксперименты оправдывают индивидуальные и сложные системы, позволяющие получать наиболее полную экспериментальную информацию на дорогостоящем оборудовании. Экспериментальные приборы имеют уникальный характер. А для важных и сложных экспериментов аппаратно-программный комплекс должен быть адекватным решаемым задачам.

Проведены контрольные опыты с реальными объектами, получены первые результаты по тестовым программам. Пакет программ состоит из блоков подпрограмм, из которых будут формироваться рабочие программы конкретных экспериментов.

Данная методика и система в целом могут применяться как в стационарной аппаратуре сбора информации научного эксперимента, так и в управлении технологическими процессами.

В заключение автор приносит благодарность Л. П. Челнокову и В.М. Назарову за полезные обсуждения и большую помощь при создании системы, Г. П. Жукову за постоянную поддержку и полезные обсуждения, И. М. Саламатину, чей совет и предоставление методики программирования КАМАК помогли автору.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аварзад О. и др. Сообщение ОИЯИ, P10-90-502, Дубна, 1990.
2. Семенов Ю. Б. и др. Сообщение ОИЯИ, 13-81-271, Дубна, 1981
3. Георгиев А., Чуринов И. Н. ОИЯИ, P10-88-381, Дубна, 1988
4. Антюхов В. А. и др. Сообщение ОИЯИ, 10-82-844, Дубна, 1982
5. Журавлев Н. И. и др. Сообщение ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1975
6. Вьонг Дао Ви и др. Сообщение ОИЯИ, 10-81-755, Дубна, 1981
7. Антюхов В. А. и др. Сообщение ОИЯИ, P10-85-922, Дубна, 1985
8. Антюхов В. А. и др. Сообщение ОИЯИ, P10-87-928, Дубна, 1987
9. Персональный компьютер ПРАВЕЦ-16. Техническое описание. Комбинат микропроцессорной техники, г. Правец, Болгария, 1986
10. Кастилье Хордон Г. и др. Сообщение ОИЯИ, P10-88-212, Дубна, 1988

Рукопись поступила в издательский отдел
23 июня 1993 года.