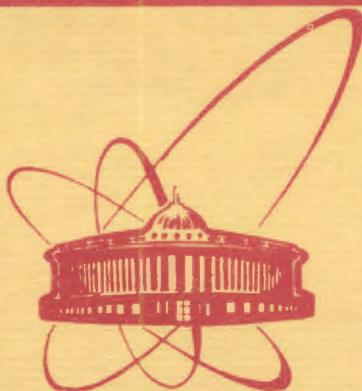


12077



СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

Ц841Е

H-501

2/10/79

10 - 12077

1292/2-79

Т. Немеш, Х. Рапп, Л. Реттельбуш, В. М. Слепнев

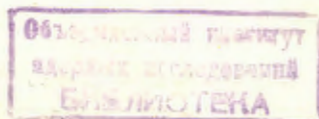
**MISKA - МИКРО-ЭВМ В СТАНДАРТЕ КАМАК,  
ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИРОВАНИЯ  
ВНУТРЕННЕГО ЯДЕРНОГО ПУЧКА  
СИНХРОФАЗОТРОНА ОИЯИ**

1979

10 - 12077

Т.Немеш, Х.Рапп, Л.Реттельбуш, В.М.Слепнев

**MISKA - МИКРО - ЭВМ В СТАНДАРТЕ КАМАК,  
ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИРОВАНИЯ  
ВНУТРЕННЕГО ЯДЕРНОГО ПУЧКА  
СИНХРОФАЗОТРОНА ОИЯИ**



Немеш Т. и др.

10 - 12077

MISKA - микро-ЭВМ в стандарте КАМАК, ее применение для мониторинга внутреннего ядерного пучка синхрофазотрона ОИЯИ.

Описаны примеры применения автономной системы в стандарте КАМАК в качестве микро-ЭВМ и управляющей части физического эксперимента.

Приводится математическое обеспечение системы, в частности, библиотека арифметических подпрограмм, предназначенных для обработки чисел с фиксированной и плавающей запятой.

Рассматривается использование автономной системы для мониторинга внутреннего ядерного пучка синхрофазотрона ОИЯИ, которая позволяет регистрировать информацию с многоканального ионизационного датчика и в результате ее обработки получать на экране осциллографа кривые интенсивности, радиального размера и положения ускоряемого пучка во времени. Приведена оценка быстродействия системы. Даются рекомендации по ее применению.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Nemes T. et al.

10 - 12077

MISKA - a Microcomputer in CAMAC Standard, its Application for Monitoring Internal Nuclear Beam of JINR Synchrophasotron

Some example of application of an autonomous CAMAC crate as a microcomputer or as a data logging system in physical experiments are presented. The software is described, in particular, the arithmetical program library of the fixed and floating point operations consisting of subroutines is presented. The use of the system for monitoring the internal nuclear beam of JINR synchrophasotron is considered. It displays histograms of the intensity, the radial extension and the place of the beam as a function of time. The system quick operation is estimated. Recommendations as to its application are given.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий уровень развития полупроводниковой техники позволяет создать малые, дешевые, но мощные вычислительные средства - микро-ЭВМ. Они могут автономно обрабатывать ограниченные задачи, работать в системах управления и системах из нескольких таких микро-ЭВМ или производить предварительную обработку информации в иерархических вычислительных системах. В последнем случае они освобождают вышестоящие ЭВМ от первичной обработки информации и помогают целесообразно использовать устройства передачи данных.

Широкое поле для применения микропроцессоров открывается в системах, выполненных в стандарте КАМАК. Здесь микропроцессоры в состоянии принимать на себя как управление автономными системами, так и решение отдельных задач в больших системах КАМАК. Вследствие этих причин за последние годы были разработаны и применены различные варианты крейт-контроллеров на базе микропроцессоров<sup>1,2/</sup>. Вкладом в это направление является система MISKA, разработанная в Отделе новых научных разработок ЛВЭ ОИЯИ на основе микропроцессора "8080"<sup>3/</sup>.

В настоящей работе, ориентированной на пользователя, наряду с кратким описанием MISKA указываются возможности ее использования и излагаются первые опыты применения в эксперименте.

## 2. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ MISKA

### 2.1. Построение

В MISKA кроме крейт-контроллера ККИ-661, разработанного на основе микропроцессора 8080, входят различные модули памяти<sup>/4/</sup>. В настоящее время имеются модули как оперативной, так и постоянной памяти типов: ОЗУ-462, ОЗУ-463, ПЗУ-464. Каждый модуль содержит объем памяти 4к байт. Максимально в системе можно адресовать 64к байт. В качестве периферийного устройства возможно подключение телетайпа или дисплея к последовательному каналу крейт-контроллера. Для подключения фотосчитывателя "FS 1500/1501" и перфоратора "PERFOMOM 30" разработан интерфейс в стандарте КАМАК ИФФ 572.

Так как магистраль крейта используется в мультиплексном режиме как магистраль КАМАК и как магистраль микропроцессора 8080, крейт может содержать модули, относящиеся к MISKA, и модули пользователя в стандарте КАМАК. На рис. 1 показана конфигурация MISKA.

Структура и режим работы MISKA подробно описаны в<sup>/6/</sup>. Для системы разработан пакет тестовых программ, с помощью которых можно проверить работу функциональных групп модулей системы и определить место неисправности.

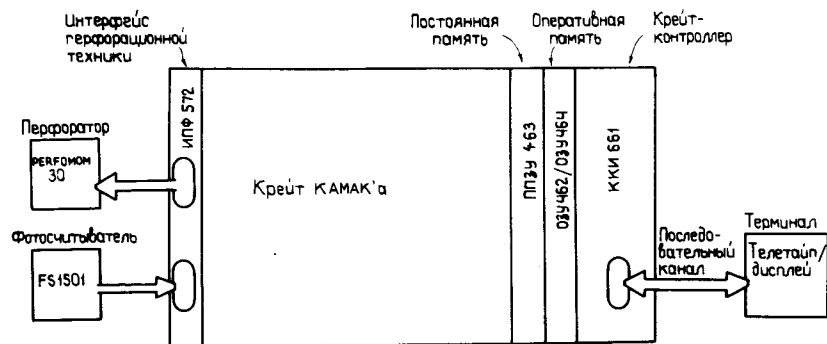


Рис. 1. Автономный крейт на базе микропроцессора.

### 2.2. Крейт-контроллер ККИ-661

Центральной частью MISKA является автономный крейт-контроллер ККИ-661. Он содержит следующие основные функциональные группы:

- микропроцессор "8080";
- систему управления прерываниями с 8 уровнями прерывания, 4 из них свободно доступны пользователю;
- постоянную память емкостью 256 байт, которая содержит программу начального запуска системы;
- последовательный интерфейс с максимальной скоростью передачи данных в 9600 бод для подключения терминала или для соединения с другой ЭВМ;
- интерфейс управления магистралью крейта, используемой в качестве КАМАК-/8080-магистрали..

Более подробно построение и принципы работы автономного крейт-контроллера ККИ-661 изложены в работе<sup>/6/</sup>.

## 3. ПРИМЕНЕНИЕ MISKA КАК МИКРО-ЭВМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

MISKA представляет собой микро-ЭВМ, которая, с одной стороны, в состоянии сама обрабатывать информацию, собранную во время эксперимента при работе в реальном масштабе времени или в off-line -режиме. С другой стороны, с применением MISKA пользователю дается возможность самому разрабатывать и отлаживать программы, как для MISKA, так и для любых других устройств, работающих на базе микропроцессора "8080". Для этих целей в распоряжении пользователя имеется достаточное программное обеспечение.

### 3.1. Программа "MONITOR"<sup>/7/</sup>

Программа "MONITOR" в MISKA используется в качестве операционной системы. Программа занимает 2к байт памяти, и, как резидентное программное обеспе-

чение, записана на ППЗУ. Основные функции программы "MONITOR" следующие:

- ввод информации с перфоленты в память и вывод ее из памяти на перфоленту;
- запись и модификация данных в ячейках памяти и во внутренних регистрах микропроцессора;
- вывод содержимого ячеек памяти и регистров микропроцессора на терминал /телетайп, дисплей/;
- пуск и наладка программ.

### 3.2. Программа "TEXT-EDITOR" /7/

Программа "TEXT-EDITOR" занимает 4к байт памяти. Она позволяет написать и отредактировать текст и выдать его на перфоленту.

### 3.3. Программа "ASSEMBLER" /7/

Программа "ASSEMBLER" занимает 8к байт памяти. Она позволяет перевести программы, написанные на языке ассемблера, в машинный язык. В результате на перфоленту выдается программа на машинном языке, и на терминал выдается протокол трансляции.

### 3.4. Арифметические программы

Для применения MISKA в качестве микро-ЭВМ и системы управления экспериментом, в ОННР ЛВЭ разработана библиотека арифметических подпрограмм, которые позволяют выполнять основные арифметические операции над числами с фиксированной или с плавающей запятой. Числа с фиксированной запятой представляются в формате 2 байта, причем старший бит содержит знаковый разряд. Формат чисел с плавающей запятой показан на рис. 2.

Выбранный формат позволяет обрабатывать числа диапазона  $10^{-37} \leq Z \leq 10^{37}$  с точностью до 4 десятичных знаков. Ошибка округленная лежит в пятой цифре.

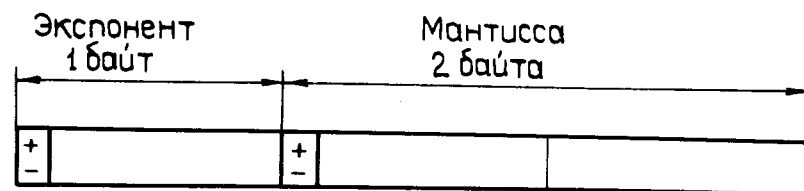


Рис.2. Формат чисел с плавающей запятой.

Таблица

Название	Описание	Время выполнения (мс)
SUMMG	сложение, вычитание	0,5
PROD	умножение	0,7
QUOT	деление	0,8
WURZ2	квадратный корень	15
FAK	факториал X! (X - целое число)	15
POTXA	возведение в степень X <sup>a</sup> (a - целое число)	20
EXPAX	экспоненциальная функция e <sup>ax</sup>	20
LOGNX	натуральный логарифм ln x (x > 0)	25
SINX	синус	15
COSX	косинус	15
TANX	тангенс	15
ARTANX	арктангенс	15
TEXTA	выдача текста на терминал	-
AUCON	вывод чисел на терминал	-
EINCON	ввод чисел с терминала	-

Библиотека арифметических подпрограмм имеет модульную структуру, что дает возможность ее простого расширения и дополнения. Перечень наиболее важных подпрограмм дан в *таблице*. Время выполнения отдельных операций, приведенное в *табл.*, относится к операциям над числами с плавающей запятой и включает нормализацию чисел. Так как в случае арифметических функций время выполнения операций зависит от операндов, то в *табл.* указаны средние значения.

Все указанные программы, кроме "MONITOR", загруженной в ППЗУ, имеются на перфоленте. Пользователь с помощью "MONITOR" может ввести их в оперативную память и применить в своих программах.

Кроме приведенных программ, в MISKA можно прямо использовать все программы, разработанные для микро-ЭВМ "INTELLEC MCS-8".

#### 4. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ MISKA В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Применение MISKA для управления экспериментом позволяет создать компактные, относительно дешевые автономные системы, которые в результате удобного программирования легко приспособляются к решению конкретной проблемы. Примером является реализованная в ЛВЭ ОИЯИ автономная система мониторинга внутреннего ядерного пучка синхрофазотрона.

##### 4.1. Постановка задачи

Для управления работой синхрофазотрона во время цикла ускорения необходимо знать интенсивность пучка и радиальное распределение интенсивности в кольце ускорителя. Для мониторинга пучка в кольце ускорителя радиально расположены 24 индикатора /ВЭУ/. Принцип измерения рассмотрен в работах <sup>8,9</sup>. Количество импульсов, выработанных ВЭУ в ед. времени, представляет собой меру интенсивности.

Сумма импульсов, выработанных всеми 24 индикаторами в единицу времени, пропорциональна интенсивности

пучка в кольце ускорителя. Изображение количества импульсов, выработанных отдельными индикаторами, представляет собой радиальное распределение интенсивности пучка в данный момент времени /рис. 3/. Чтобы получить по возможности непрерывную и неискаженную картину во времени, необходимо реализовать малое по сравнению со временем цикла ускорителя время цикла сканирования индикаторов. Для оптимизации процесса сканирования время сканирования индикаторов должно выбираться свободно.

Результаты следует представить в форме, удобно и легко воспринимаемой оператором.

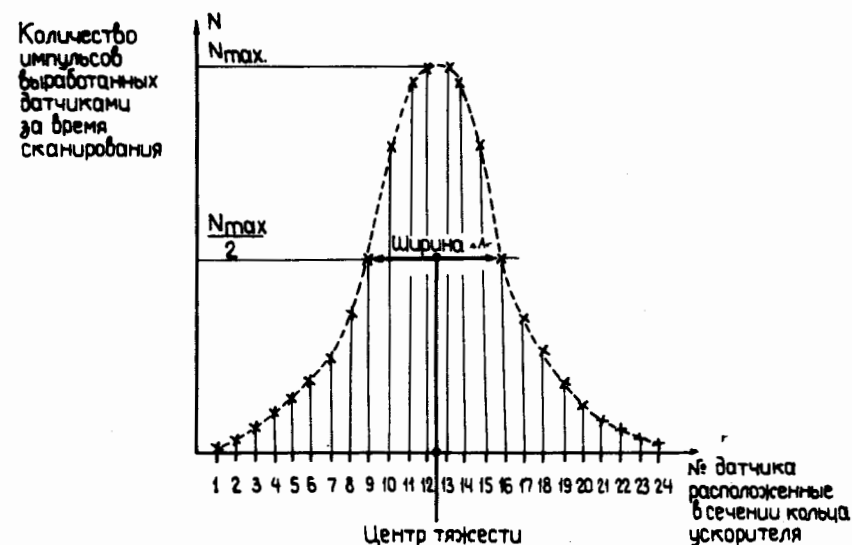


Рис. 3. Параметры радиального распределения внутреннего пучка синхрофазотрона.

##### 4.2. Аппаратурная часть системы

Анализ требуемой скорости обработки и объема обрабатываемой информации дает возможность решать проблему с помощью автономной системы, управляемой микропроцессором. На базе MISKA построена автономная система, показанная на рис. 4.

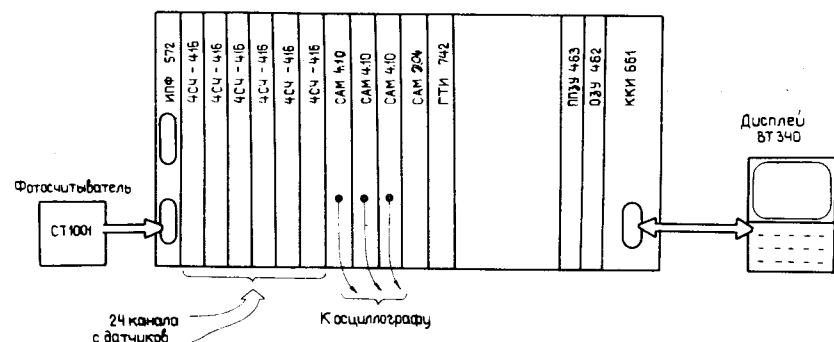


Рис.4. Автономная система мониторинга внутреннего ядерного пучка синхрофазотрона:

Автономная система содержит следующие модули:

Станция 1: Интерфейс перфорационной техники /ИПФ 572/ <sup>15/</sup>

“ 2-7: 4-канальные двоичные счетчики /4СЧ-416/ <sup>10/</sup>

“ 8-10: Цифро-аналоговые преобразователи  
/САМ 4.10/ <sup>12/</sup>

“ 11: Установочный счетчик /САМ 2.04/ <sup>11/</sup>

“ 17: Генератор тактовых импульсов /ГТИ742/ <sup>13/</sup>

“ 19: 4к байт ПЗУ /ПЗУ-463/ <sup>14/</sup>

“ 20: 4к байт ОЗУ /ОЗУ-462/ <sup>14/</sup>

“ 22-24: Крейт-контроллер /ККИ-661/ <sup>16/</sup>

В качестве периферийных устройств в систему включены дисплей для диалога оператора с системой, фотосчитыватель для ввода программ, осциллограф для представления результатов.

В системе установочный счетчик пересчитывает импульсы с ГТИ для выработки времени  $t_{\text{скан}}$ . Пересчетное число задается программно. На время  $t_{\text{скан}}$  строб-сигналом открываются входы 24 счетчиков, регистрирующих импульсы с ВЭУ. Результаты обработки информации, снимаемой со счетчиков в виде трех кривых, выдаются через блоки САМ. 4.10 на осциллограф.

### 4.3. Программное обеспечение системы

Как операционная система, действует программа "MONITOR", загруженная в модуль памяти ПЗУ-464.

Для применения автономной системы в эксперименте разработана программа, которая дает оператору возможность управлять режимом работы с помощью четырех свободно доступных уровней прерывания.

- На уровне прерывания 1 предусмотрен пуск системы, при этом оператору предоставлена возможность в диалоге задавать желаемое время сканирования.

- Уровень прерывания 2 позволяет пускать систему с фиксированным временем сканирования без диалога с оператором.

- Система использует уровень прерывания 3, чтобы по окончании времени сканирования инициировать опрос 24 счетчиков, пуск следующего цикла сканирования и обработку принимаемой информации.

- На уровне прерывания 4 оператор может пускать в работу тестовую программу, которая дает ему возможность устанавливать чувствительность индикаторов в зависимости от заданного времени сканирования, с целью избежания переполнений счетчиков.

В каждом цикле сканирования интенсивность пучка определяется как сумма показаний счетчиков. Кроме того, для описания радиального распределения интенсивности пучка определяются центр тяжести пучка и ширина распределения на полувысоте /см. рис. 3/. В каждом цикле сканирования результаты выдаются оператору на экран осциллографа.

Кроме описанной программы, для автономной системы был разработан ряд других программ, с помощью которых реализуются другие режимы работы системы или проводятся специальные измерения.

К таким программам относятся:

- программа коррекции амплитуды кривой интенсивности в соответствии с изменением сечения ионизации остаточного газа частицами ускоряемого пучка ядер во время ускорения;

- программа "Ручной контроллер", которая симулирует работу ручного контроллера. С помощью этой программы

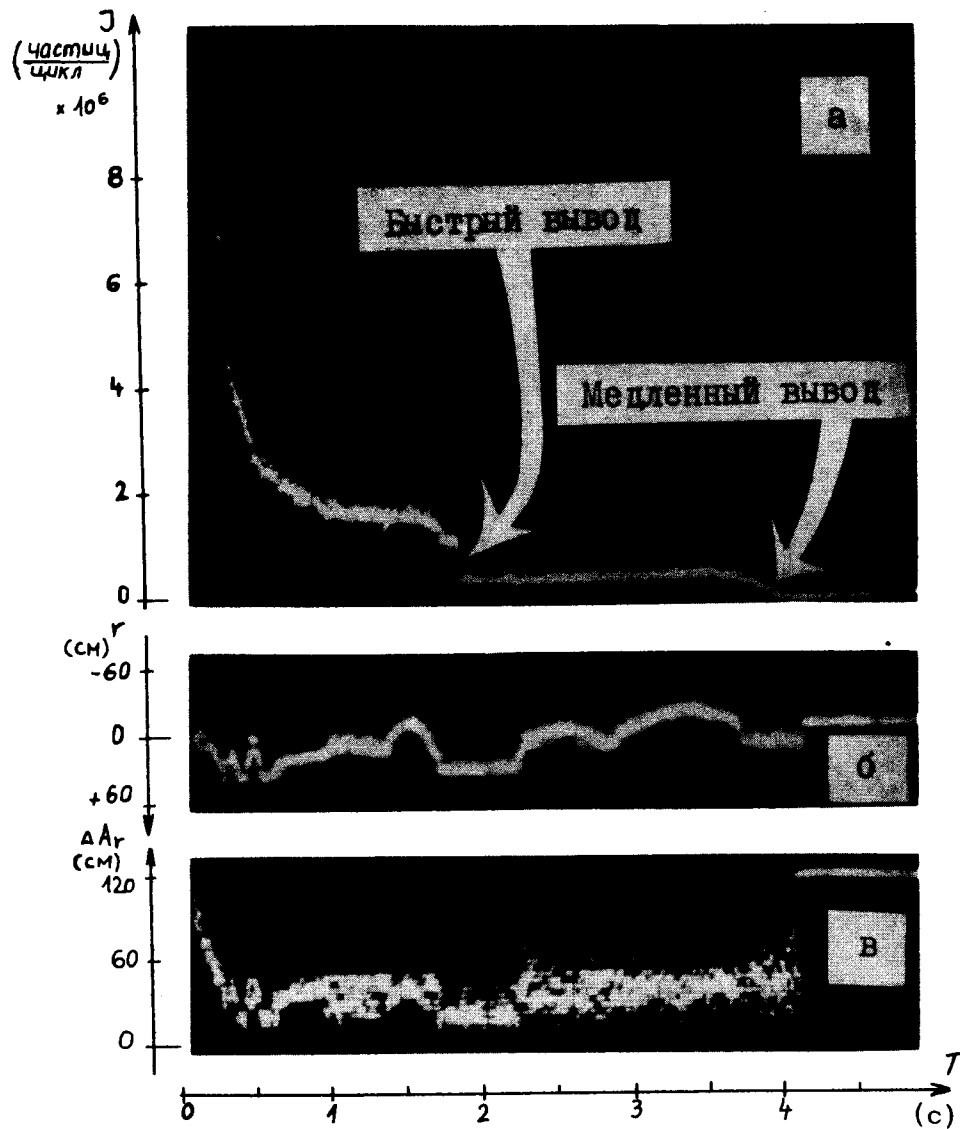


Рис.5. Осциллограммы:  
 а/ интенсивность пучка ядер углерода,  
 б/ центр тяжести распределения интенсивности пучка,  
 в/ абсолютная величина ширины распределения интенсивности пучка.

возможна проверка работы любых модулей КАМАК, вставленных в автономный крейт.

#### 4.4. Результаты

Во время каждого цикла ускорения на осциллограф выдаются кривые интенсивности пучка, геометрического расположения центра тяжести и абсолютной величины ширины радиального распределения интенсивности пучка на уровне половины максимального значения показаний счетчиков /см. рис. 3/.

Осциллограммы приведены на рис. 5.

Непосредственная обработка принимаемой информации в каждом цикле сканирования позволила системе работать в реальном масштабе времени, что дает возможность действовать со сравнительно малым объемом оперативной памяти.

Быстродействие автономной системы в описанном режиме работы определяется временами опроса счетчиков ( $t_{\text{опрос}}$ ) и обработки информации ( $t_{\text{обработ}}$ ). Минимальное время цикла сканирования определяется как сумма этих двух времен /рис. 6/.

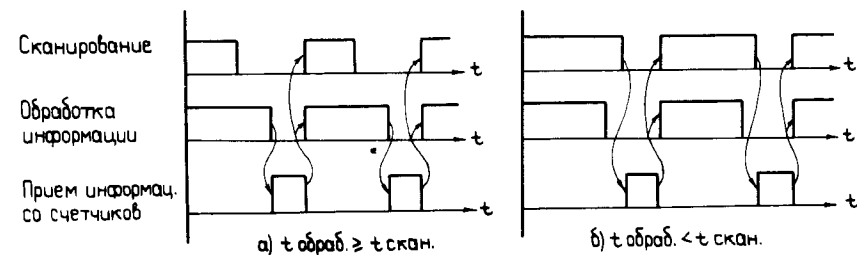


Рис.6. Временная диаграмма работы автономной системы мониторинга внутреннего ядерного пучка синхротрона.

В данной 24-канальной системе получены следующие значения:  $t_{\text{опрос}} = 800 \text{ мкс}$ ,  $t_{\text{обработ}} = 2000 \text{ мкс}$ .

Система может работать с минимальным временем цикла сканирования 2,8 мс, т.е. с частотой сканирования



350 кГц. Таким образом, оказывается возможным в одном цикле ускорения за 4 с от начала инжекции до полного вывода пучка из кольца ускорителя получать 1400 отсчетов.

Указанные времена в такой многоканальной системе, в первом приближении, линейно зависят от числа каналов.

Перечень различных программ для автономной системы приведен с целью пояснения гибкости MISKA при ее применении для управления экспериментом.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

MISKA является системой, которая может найти широкое применения как микро-ЭВМ или как система управления. Имеющееся программное обеспечение позволяет просто и удобно работать с MISKA.

В случае применения в системах управления экспериментом MISKA особенно пригодна для задач в реальном масштабе времени:

- в микросекундном диапазоне, если кроме задачи сбора информации необходимы только простые операции;
- в миллисекундном диапазоне, в случае ограниченного объема задач обработки информации;
- в медленных системах с относительно обширными процессами обработки информации или для задач сбора информации с последующей обработкой в режиме off-line.

Применение MISKA особенно целесообразно, если это позволит построить автономную систему или если достигается значительное уменьшение объема информации, передаваемой между данной системой и вышестоящей мини-ЭВМ.

Кроме того, MISKA позволяет автоматизировать такие эксперименты, в которых до сих пор из-за большой стоимости мини-ЭВМ применение средств вычислительной техники не было оправданным.

На примере использования MISKA для мониторинга внутреннего ядерного пучка синхрофазотрона ЛВЭ ОИЯИ, демонстрируются ее гибкие возможности применения в эксперименте.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Gallice P., Mathis M. *Autonomous Crate-Controller (JCAM 10) CAMAC Bulletin*, 1975, No. 14.
2. Schöbert E. *СМС 8080; A CAMAC Crate Controller with Intel 8080 Microprocessor, CAMAC Bulletin*, 1975, No. 14.
3. *INTEL-DATA Catalog 1977, Intel Corporation, Santa Clara.*
4. Немеш Т. *ОИЯИ, 10-11695, Дубна, 1978.*
5. Немеш Т. *ОИЯИ, 10-11696, Дубна, 1978.*
- ✓6. Немеш Т. *ОИЯИ, 10-11232, Дубна, 1978.*
- ✓7. *MCS-80, User Manual INTEL Corporation, Santa Clara.*
8. Алексеев В.Ф. и др. *ОИЯИ, 9-11389, Дубна, 1978.*
9. Волков В.И. и др., *ОИЯИ, 10-11390, Дубна, 1978.*
10. Хмелевски Е., Нгуен Фук, *ПТЭ, 1974, № 4.*
11. *ЦИФИ, 75-317, Будапешт, 3/1975.*
12. *ЦИФИ, 73-8914, Будапешт, 10-1973.*
13. Ким Ю Зем, Крячко А.П. *ОИЯИ, 10-9800, Дубна, 1976.*

Рукопись поступила в издательский отдел  
13 декабря 1978 года.