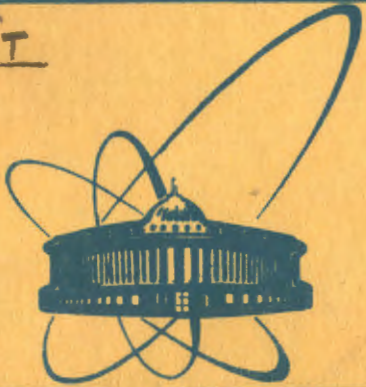


С345Т



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

6314/83

10-83-592

Л.Г.Ефимов, И.Ф.Колпаков, В.М.Слепнев,
В.А.Смирнов, И.Турзо, И.А.Шелаев

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
В ПРОЕКТЕ МОДЕЛЬНОГО
СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО СИНХРОТРОНА

1983

1. ВВЕДЕНИЕ

Задача, которую должна выполнять автоматизированная система /АС/ ускорителя, заключается в сокращении времени настройки его подсистем, диагностики источников отказов и в автоматическом поддержании его эксплуатационных характеристик. Целью данной работы является определение структуры и параметров АС для модельного сверхпроводящего синхротрона /МСС/^{1/}.

В работе

- выполнена классификация задач АС;
- определены типы и количество датчиков и исполнительных устройств;
- выделены группы однотипных датчиков и исполнительных устройств в соответствии с проведенной классификацией задач АС;
- оценены объем и параметры аппаратуры формирования сигналов в каналах измерения и управления, соответствующих каждой группе датчиков и исполнительных устройств АС МСС;
- рассчитаны потоки информации в каждом из каналов измерения и управления на основе временных характеристик сигналов, временной привязки процессов измерения и управления к циклу работы ускорителя и требуемых точностей;
- на основе значений потоков информации и характеристик ЭВМ выбраны типы ЭВМ, способные обеспечить процессы управления ускорителем, сбора и обработки экспериментальной информации в реальном времени;
- определены средства представления данных оператору и управления работой АС с пульта оператора;
- проведена оценка надежности элементов АС.

2. ДАТЧИКИ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

МСС подразделяется на четыре основных подсистемы: инжектор /И/, сверхпроводящий синхротрон /С/, подсистему вывода пучка /В/, подсистему криогенно-гелиевого обеспечения /К/. Подсистема К является специфическим элементом ускорителей, в которых используется явление сверхпроводимости.

В таблицах 1-4 приведены параметры сигналов в каналах измерения и управления каждой из подсистем ускорителя. Индексами ИИ, СИ, ВИ и КИ обозначены параметры измерительных сигналов,

Таблица 1.2.3

Параметры сигналов в каналах измерения и управления подсистемы инжектора

№ п/п	Наименование измеряемого параметра (сигнала управления)	Тип датчика исполнительного устройства	Точность измерения/управления	Количество датчиков/исполнительных устройств
1	2	3	4	5
1.	Импульс тока источника, ИИ1	индукционный	10^{-2}	1
2.	Напряжение на рабочих электродах источника, ИИ2	резистивный делитель	10^{-2}	1
3.	Ток питания магнитного анализатора, ИИ3	шунт	10^{-2}	1
4.	Вакуум, ИИ4	ионизационный	10^{-1}	2
5.	Высоковольтный импульс форсиjectора, ИИ5	резистивный делитель	$5 \cdot 10^{-2}$	1
6.	Токи в поворотных магнитах, ИИ6	шунт	10^{-4}	3
7.	Токи в квадрупольных линзах, ИИ7	шунт	10^{-4}	5
8.	Высоковольтный импульс инжектора, отклоняющих пластин, ИИ8	резистивный делитель	$2 \cdot 10^{-2}$	2
9.	Температура обмоток магнита, ИИ9	резистор	10^{-2}	2
10.	Переход из сверхпроводящей в нормальную фазу, ИИ10	мост сопротивлений	логический	8
11.	Временной интервал, ИИ11	схемы управления	10^{-2}	10
12.	Сигналы управления источниками питания, ИУ1	источник питания	10^{-4}	5
13.	Сигналы управления электрической системой отклонения пучка, ИУ2	инжектор, дефлектор	$2 \cdot 10^{-2}$	2
14.	Цифровой код управления ионным источником - форсиjectором, ИУ3	-	логический	6
15.	Сигнал запуска цикла, ИУ4	система управления	логический	1

Таблица 2 1.2.4

Параметры сигналов в каналах измерения и управления подсистемы синхротрона

№ п/п	Наименование измеряемого параметра (сигнала управления)	Тип датчика исполнительного устройства	Точность измерения/управления	Количество датчиков/исполнительных устройств
1	2	3	4	5
1.	Ток поворотных магнитов, СИ1	шунт	10^{-4}	1
2.	Токи квадрупольных линз, СИ2	- "-	10^{-4}	4
3.	Ток в корректорах, СИ3	- "-	10^{-4}	1
4.	Токи в безжелезных корректорах, СИ4	- "-	10^{-3}	12
5.	Положение пучка, СИ5: по горизонтали; по вертикали	ПИКАП- алектроды - "-	10^{-2} 10^{-2}	18 18
6.	Частота ВЧ генератора, СИ6	- "-	10^{-4}	1
7.	Интенсивность пучка, СИ7	магнито-индукционный	10^{-1}	2
8.	Температура, СИ8: ионопровода; обмоток	резистор - "- - "-	10^{-2} 10^{-2} 10^{-2}	26 26 4
9.	Уровень жидкого гелия, СИ9	- "-	10^{-2}	4
10.	Вакуум, СИ10: в ионопроводе; в изоляционном промежутке	ионизационный - "-	10 10	30 12
11.	Переход из сверхпроводящей в нормальную фазу, СИ11	мост сопротивлений	логический	184
12.	Сигналы управления источниками питания: а) основных элементов, СУ1; б) корректирующих элементов, СУ2	источник питания	10^{-4} 10^{-3}	6 12

Таблица 3 1.2.5

Параметры сигналов в каналах измерения и управления подсистемы вывода

№ п/п	Наименование измеряемого параметра (сигнала управления)	Тип датчика исполнительного устройства	Точность измерения/управления	Количество датчиков/исполнительных устройств
1.	Ток кикер-магнита, БИ1	шунт	10^{-2}	1
2.	Ток подвижного септум-магнита, БИ2	- "-	10^{-3}	1
3.	Ток септум-магнита, БИ3	- "-	10^{-3}	1
4.	Токи квадрупольных линз, БИ4	- "-	10^{-3}	2
5.	Сигнал начала возбуждения кикер-магнита, БИ5	-	$5 \cdot 10^{-3}$	2
6.	Длительность хода привода септум-магнита, БИ6	резистор	10^{-2}	1
7.	Задержка начала возбуждения кикер-магнита, БИ7	-	10^{-3}	1

Таблица 4 1.2.6

Параметры сигналов в каналах измерения и управления подсистемы криогенно-гелиевого обеспечения

№ п/п	Наименование измеряемого параметра (сигнала управления)	Тип датчика исполнительного устройства	Точность измерения/управления	Количество датчиков/исполнительных устройств
1.	Обороты турбодетандеров, КИ1	индукционный	10^{-2}	4
2.	Уровень жидкого азота в гелия, КИ2	резистор	10^{-2}	4
3.	Температура, КИ3	- "-	10^{-2}	10
4.	давление в танке жидкого азота, КИ4	манометр	10^{-2}	1
5.	Давление гелия на выходе компрессоров, КИ5	- "-	10^{-2}	1
6.	Положение газгольдера, КИ6	манометр	10^{-2}	1
7.	Управление наполнением гелия, КУ1	управляемый клапан	логический	2
8.	Управление байпасом КУ2	управляемый вентиль	логический	1
9.	Управление доливкой азота, КУ3	- "-	- "-	1
10.	Управление испарителем танка жидкого азота, КУ4	- "-	- "-	1
11.	Управление нагревателем емкости жидкого гелия, КУ5	тиристорный преобразователь	логический	1
12.	Управление защитой турбодетандеров, КУ6	управляемый клапан	логический	1

индексами ИУ, СУ, ВУ и КУ - параметры управляющих сигналов по подсистемам И, С, В и К соответственно. Для каждого измерительного сигнала определены типы и количество датчиков, а также указана необходимая точность измерения. Для управляющих сигналов приведены типы и количество исполнительных устройств, а также требуемая точность задания управляющих воздействий. Временные диаграммы основных сигналов, генерируемых в течение цикла ускорителя и распределенных по подсистемам, указаны на рис.1-3.

Рис.1. СИ1 - ток отклоняющих магнитов, $t_{зап.}$ - момент запуска отклонения, ИИ5 - напряжение форинжектора, ИИ8 - отклоняющее напряжение, ИИ8' - напряжение инфлектора, ИИ1 - ток пучка инжектора.

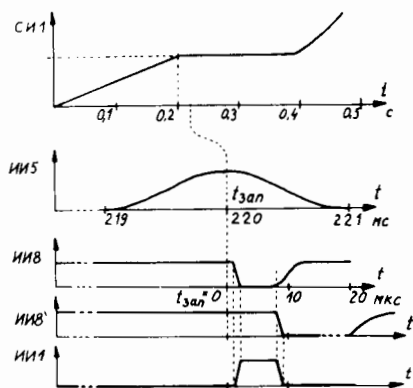
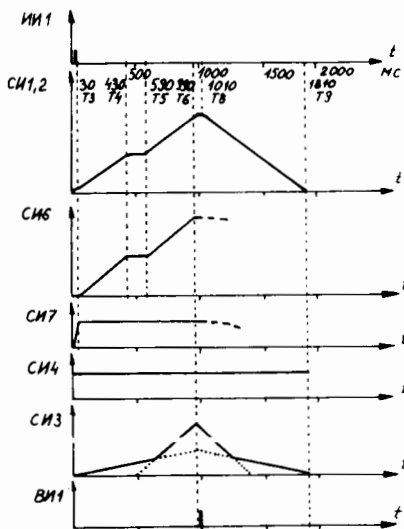


Рис.2. СИ1, СИ2 - токи отклоняющих магнитов и линз, СИ6 - частота ВЧ, СИ7 - интенсивность пучка, СИ4 - ток безжелезных корректоров, СИ3 - ток корректоров, ВИ1 - ток кикер-магнита.



3. ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛОВ ИЗМЕРЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

В соответствии с данными табл.1-4 датчики и исполнительные устройства подразделены на функциональные группы, отвечающие однотипным измеряемым параметрам и точкам управления. Такое подразделение позволяет:

- 1/ свести общую цель создания АС к ряду отдельных задач;
- 2/ выделить подсистемы с однотипными или близкими задачами;
- 3/ минимизировать затраты на разработку математического обеспечения в результате его унификации;
- 4/ сократить затраты на аппаратные разработки путем унификации каналов измерения и управления.

Автоматизированная система управления имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при ее проектировании:

- а/ связь ионного источника с АС должна осуществляться по оптическим линиям связи, так как он находится под потенциалом 750 кВ относительно земли;
 - б/ датчики подсистемы С размещены равномерно по площади $\sim 240 \text{ м}^2 / 11,5 \times 20,5 /$, но вывод сигналов из-под теплого кожуха криостата может производиться только в прямолинейных промежутках синхротрона; отсюда следует необходимость организации транспортировки сигналов по линиям передачи длиной от 50 до 100 м;
 - в/ подсистема К является автономной, поскольку ее работа не связана с циклом ускорителя; в этой подсистеме предусмотрены длительные периоды подготовки /охлаждения/ продолжительностью несколько часов, в течение которых ускоритель не работает.
- В таблицах 5 и 6 приведен перечень аппаратуры каналов измерения и управления.

4. ПОТОКИ ИНФОРМАЦИИ

Для выбора структурной схемы АС необходим анализ потоков информации от датчиков и устройств управления $F(t)$. В свою очередь, правильный расчет потоков информации может быть проведен только с учетом временной привязки процессов измерения и управления к циклу ускорителя. Основную часть в подсистемах ускорителя, как правило, составляют элементы, параметры которых необходимо измерять или задавать с требуемой точностью только в определенные моменты цикла^{/2/}.

Вместе с тем некоторые подсистемы МСС образуют элементы, поведение которых должно исследоваться или задаваться непрерывно на протяжении всего цикла ускорителя или его значительной части /например, магнитная система синхротрона/. В этом случае необходимо определить временной шаг квантования процессов измерения и управления с учетом закона изменения параметра^{/2,3/}.

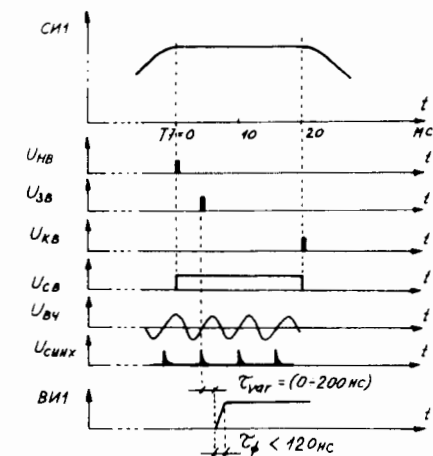


Рис.3. СИ1 - ток отклоняющих магнитов, $U_{нв.}$, $U_{кв.}$ - начало и конец стола вывода пучка, $U_{зв.}$ - импульс запуска вывода, $U_{св.}$ - импульс вывода пучка, $U_{вч.}$ - ускоряющее ВЧ напряжение, $U_{синх.}$ - синхроимпульсы ВЧ, ВИ1 - ток кикер-магнита, $\tau_{ф.}$ - длительность фронта импульса, $\tau_{вар.}$ - длительность задержки импульса.

Таблица 5

Классификация каналов измерения параметров

№ п/п	Задача измерения	Наименование сигнала	Количество измерений в цикле ускорения	Тип измерительного устройства	Погрешность измерения
1.	Измерение амплитуды высоковольтного импульса	ИИ5	1	АЦП	10^{-2}
2.	Определение форм импульса тона:				
	а) источника ионов;	ИИ1	-	АЦП буферная память 16 байт	10^{-2}
	б) элементов магнитной системы синхротрона;	СИ1+3	-	АЦП	10^{-4}
	в) корректоров	СИ4	-	АЦП	10^{-3}
3.	Измерение постоянного напряжения	ИИ2, 3, 6+8	1	АЦП	10^{-4}
4.	Диагностика пучка:	ИИ1+4			
	а) положение;	СИ5	1 импульс	8 x АЦП	10^{-2}
	б) интенсивность	СИ7	-	АЦП	10^{-4}
5.	Временные измерения:				
	а) интервалы времени;	ИИ1, ИИ5, 6	1	ЦАП	10^{-2}
	б) частоты	СИ6	-	частотомер	10^{-4}
6.	Измерение технологических параметров:				
	а) температура;	ИИ9, СИ8	1	АЦП	10^{-2}
	б) вакуум;	ИИ4, СИ10	1	-	10^{-2}
	в) уровень жидкого гелия в азота;	СИ9	1	-	10^{-2}
	г) подсистемы К	КИ1	-	частотомер	10^{-2}
		КИ2+6	-	АЦП	10^{-2}
7.	Регистрация места перехода на сверхпроводящей в нормальное состояние	ИИ10, СИ11	-	регистр	-

Таблица 6

Классификация каналов управления

№ п/п	Задача управления	Наименование сигналов	Количество управляющих воздействий в цикле ускорения	Тип управляющего устройства	Погрешность задания управляющего сигнала
1.	Задание аналогового сигнала, изменяющегося во времени	ИУ1, СИ1, 2	-	ЦАП	10^{-4}
2.	Задание постоянного напряжения	ИУ2	1	ЦАП	$2 \cdot 10^{-2}$
3.	Задание управляющего кода	ИУ3	1	выходной регистр	-
4.	Задание временного интервала	ИУ1	1	управляемый блок задержки	10^{-3}
5.	Задание управляющих сигналов для подсистемы К	ИУ1+6	-	выходной регистр	-

Методика расчета и формула для вычисления потока информации на временном интервале $(t_i; t_{i+1})$ описаны в [4].

Таким образом, поток информации от каждого датчика можно представить в виде гистограммы в интервале времени цикла ускорителя Т. Общий поток информации от N источников системы можно представить в виде суммы.

Максимальный поток информации в АС МСС составляет ~ 430 Кбайт/с в течение временного интервала /T0, T2/ /см. рис.5/. Средний поток информации за цикл ускорителя равен ~ 68 Кбайт/с. Потоки информации рассчитаны для минимальной длительности цикла ускорителя, равной 1810 мс, и их гистограммы по группам однотипных задач приведены на рис.4, 5. Величины временных интервалов показаны на рис.2.

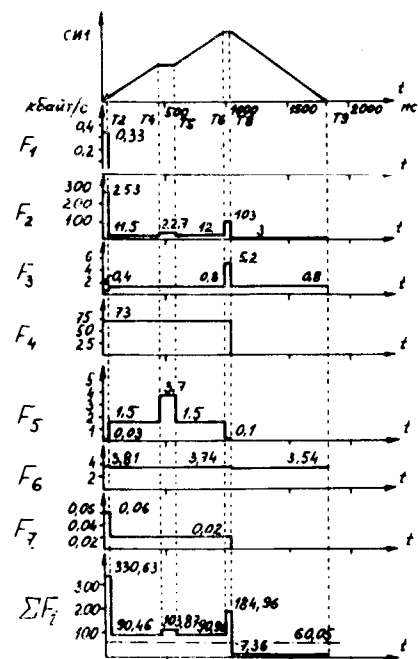


Рис.4. $F_1 \div F_7$ - потоки информации в каналах измерения, ΣF_i - суммарный поток информации в каналах измерения.

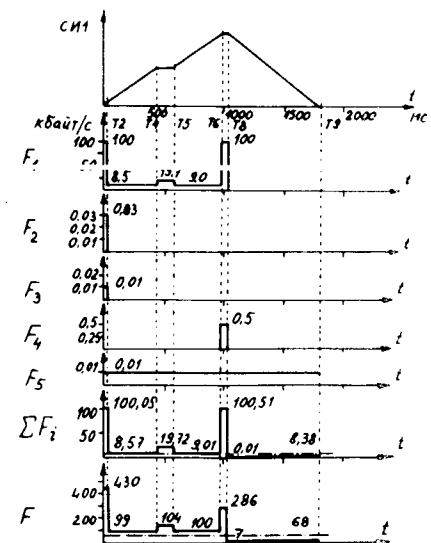


Рис.5. $F_1 \div F_5$ - потоки информации в каналах управления, ΣF_i - суммарный поток информации в каналах измерения и управления.

5. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

Перечисленные в предыдущих главах задачи АС можно разбить на две большие группы:

В первую группу входят задачи измерения и управления, связанные с циклом ускорителя. Они требуют как непрерывного обслуживания /в случае, например, управления источниками тока для магнитной оптики и задания закона изменения частоты В.Ч. генератора/, так и однократных измерений в течение цикла.

Ко второй группе относятся задачи, не связанные с циклом ускорителя /то есть измерения температуры, вакуума, давления, уровней жидкого гелия в криостатах/, и задачи, обслуживающие подсистему К.

С учетом ранее указанных в гл.3 конструктивных особенностей МСС^{1,5/} была выбрана структура АС, при которой система разбита по функциональному признаку на подсистемы, решающие однотипные задачи. Исключение составляет подсистема К, являющаяся автономной, не связанной с циклом ускорителя.

В таблице 7 приведены характеристики используемых ЭВМ^{6,7,8/}. Все ЭВМ, за исключением микро-ЭВМ MISKA, работают под управлением дисковой операционной системы реального времени.

Таблица 7

Характеристики ЭВМ

№ пп	ТИП ЭВМ	Пропускная способность по программному каналу Кбайт/с	Пропускная способность КЦП Кбайт/с	Макс. емкость ОЗУ Кбайт	S _{ас} емкость ОЗУ для оперативной системы Кбайт	S _к емкость накопительных устройств Кбайт
1.	СМ-4	150	700	248	8	2,4
2.	МЕРА-60	100	500	56	8	0,5
3.	Микро ЭВМ ^{6/}	50	200	64	2	-

Предполагаемая структура АС основана на одной центральной ведущей ЭВМ типа СМ-4 и нескольких микро-ЭВМ, каждая из которых решает ряд однотипных задач /см.табл.8/. Предполагается, что основная информация, поступающая от датчиков объекта, предварительно обрабатывается на уровне микро-ЭВМ. Центральная ЭВМ предназначена для системных задач обработки данных и для организации связи экспериментатора с АС через пульт управления.

На рис.6 приведена общая структурная схема АС МСС.

Тип задач измерения и управления

№ пп	Наименование типа задач	F(t), Кбайт/с		Число каналов
		средний	макс.	
1.	Технологические измерения Табл. 5 (6 а,б,в)	0,2	0,3	102
2.	Задачи измерений и управления магнитной оптикой Табл. 5 (2а,б,в) 6 (1)	20	350	42
3.	Задачи диагностики пучка и однократных измерений (управлений в цикле ускорителя) Табл. 5 (1,3,4а,б,5а,б,7) 6 (2,3,4)	40	80	276
4.	Обслуживание подсистемы К Табл. 5 (6г) 6 (5)	3,5	3,5	28

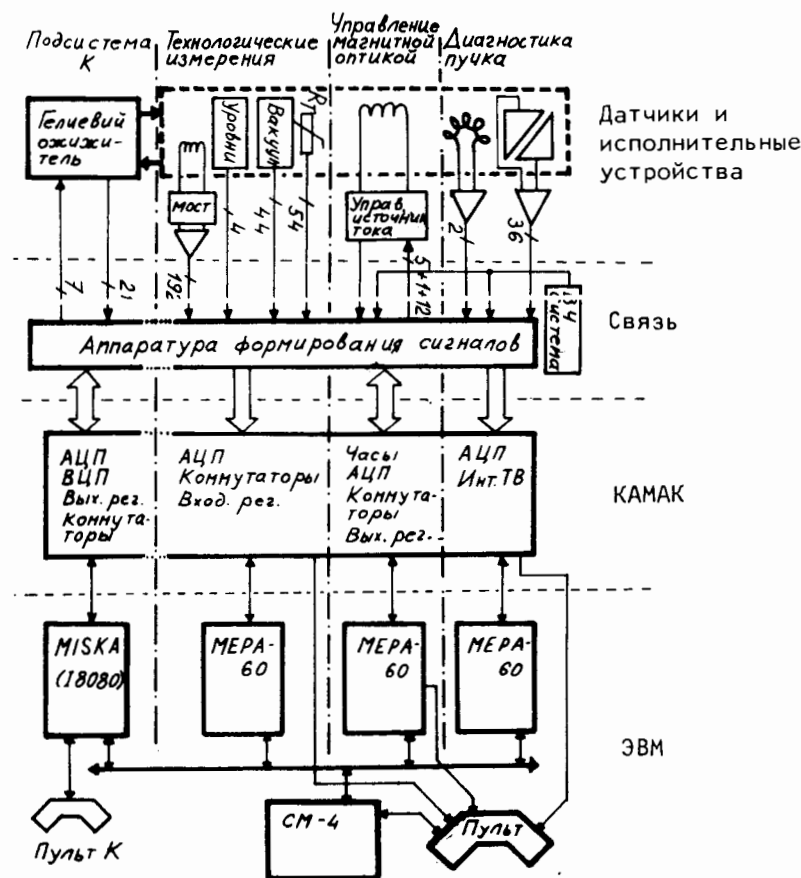


Рис.6. Общая структурная схема АС МСС.

6. НАДЕЖНОСТЬ

Оценка надежности системы производилась на основании последовательной модели включения ее элементов^{/9/}. Надежностные характеристики отдельных узлов электронной аппаратуры получены из опыта долговременной эксплуатации системы управления ускорителем SPS в ЦЕРНе^{/10/}. Частота отказов микро-ЭВМ взята расчетной^{/11/}. Полученное для АС МСС время безотказной работы по отдельным группам оборудования находится в пределах от 600 до 2400 часов. Такую надежность следует принять как удовлетворительную, так как продолжительность экспериментов, которые предполагается выполнить на ускорителе, составляет от 240 до 360 часов. Это исключает необходимость проведения дополнительных мероприятий по резервированию отдельных узлов системы.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В модельном сверхпроводящем синхротроне /МСС/ необходимо проводить измерения параметров сигналов примерно с 400 датчиков и формировать управляющие сигналы для 50 исполнительных устройств. Классификация каналов измерения и управления позволила выделить 7 задач измерения и 5 задач управления. Максимальный поток информации возникает во время инжекции пучка и составляет ~ 430 Кбайт/с при среднем потоке информации за цикл ускорителя ~ 68 Кбайт/с. При построении АС выбран принцип разбиения ее на 4 подсистемы по признаку однотипности задач измерения и управления. Функционирование каждой подсистемы организуется при помощи микро-ЭВМ. Организация работы всей системы осуществляется через пульт оператора и связанный с ним и всеми микро-ЭВМ вычислительный комплекс СМ-4. Была проверена система управления источниками сверхпроводящих магнитов^{/12/} и система управления гелиевым ожижителем КГУ-1600/4,5^{/13/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шелаев И.А., Юдин И.П. ОИЯИ, 9-12346, Дубна, 1979.
2. Хетагуров Я.И., Древис Ю.Т., Первов В.В. Основы проектирования автоматизированных систем управления. Часть II, Москва, МИФИ, 1976.
3. Четвериков В.И. Преобразование и передача информации в АСУ. Москва, "Высшая школа", 1974.
4. Колпаков И.Ф. ОИЯИ, 10-80-186, Дубна, 1980.

5. Алфеев В.С. и др. ОИЯИ, P9-81-339, Дубна, 1981.
6. Немеш Т. ОИЯИ, 10-12106, Дубна, 1979.
7. Микрокомпьютер МЕРА-60. Проспект фирмы МЕРА, Варшава, 1979.
8. Малые ЭВМ и их применение /под редакцией Б.Н.Наумова/. Москва, "Статистика", 1980.
9. Беккер И., Йенсен Ф. Проектирование надежных электронных схем. Москва, "Советское радио", 1977.
10. Crowley-Milling. Experience with the Control System for the SPS, Geneva, CERN 78-09, 1978.
11. Колпаков И.Ф. Автометрия, 1980, № 3, с. 33.
12. Дмитриева Е.А. и др. ОИЯИ, 10-83-382, Дубна, 1983.
13. Агапов Н.Н. и др. ОИЯИ, P10-82-368, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 августа 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
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.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Ефимов Л.Г. и др.

10-83-592

Автоматизированная система в проекте модельного сверхпроводящего синхротрона

Целью данной работы является определение структуры автоматизированной системы модельного сверхпроводящего ускорителя. Для этого в работе проведен детальный анализ сигналов в каналах измерения и управления каждой из подсистем ускорителя и выделены подсистемы, решающие однотипные или близкие по содержанию задачи. Проведен расчет потоков информации, исходя из которого выбраны ЭВМ. Предполагаемая структура АС основана на одной центральной ЭВМ и нескольких микро-ЭВМ, каждая из которых решает ряд однотипных задач. Произведена оценка надежности системы.

На основании выполненного анализа могут быть сделаны предварительные оценки объема и функций аппаратных средств, необходимых для создания автоматизированной системы ускорителя.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Efimov L.G. et al.

10-83-592

A Control System in the Project of the Model Superconducting Synchrotron

The aim of this paper is to determine the structure of a control system of the model superconducting accelerator. A detailed analysis of measured and control signals of each of the subsystems of the accelerator has been performed, on the basis of which subsystems are separated with tasks of the same type or close in specific character. Information flows have been calculated, on the basis of which computers are selected. The supposed structure of the control system is based on the central computer and several microcomputers. Each microcomputer solves a series of tasks of the same kind. Reliability of the system has been evaluated.

From the analysis carried out, preliminary estimates can be made of the hardware volume and functions required to construct the control system of the accelerator.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод авторов.