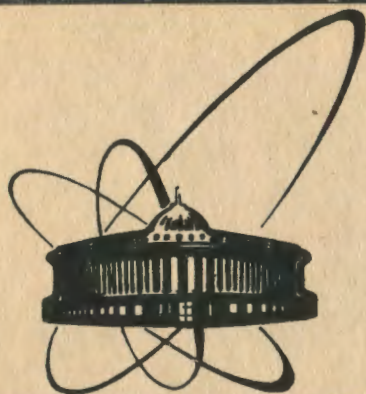


90-495



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна

1024/91

9-90-495

Б.В.Фефилов, Л.М.Мельникова, В.Г.Субботин,  
А.М.Сухов, А.А.Касьянов\*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ  
И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЦИКЛОТРОНА У-400

---

\*Московский инженерно-физический институт

1990

## 1. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Предложенная в работе<sup>1/</sup> структура автоматизированной системы полностью оправдала себя в процессе эксплуатации. Модернизации подверглась только измерительная часть системы, обеспечившая надежность, точность и помехоустойчивость регистрируемых аналоговых сигналов. Структурная схема системы представлена на рис.1. За основу принята хорошо себя зарекомендовавшая в мировой практике<sup>2/</sup> автоматизированная многоканальная система сбора и обработки данных под управлением персонального компьютера с закрытой архитектурой. Базовым звеном такой системы является логгер: многоканальный программируемый прибор с встроенным микропроцессором, имеющий связь с внешним персональным компьютером по стандартному каналу последовательной

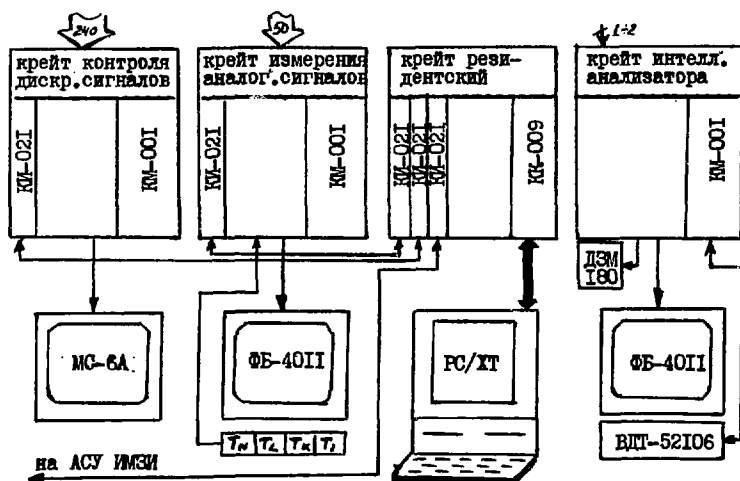


Рис.1. Структурная схема автоматизированной системы измерения и контроля параметров циклотрона У-400.

связи RS-232C. В нашем случае в качестве логгера работает специализированный крейт КАМАК с встроенной микроЭВМ на базе микропроцессора КР580ВМ80А и соответствующим набором модулей. Каждый из логгеров может работать как в автономном режиме, так и под управлением персонального компьютера "Правец-16" (РС/ХТ) через модули последовательной связи КИ-021 и контроллер КК-009<sup>13</sup>/. В комплект микроЭВМ входят: модуль микроЭВМ КМ-001, модуль управления магистралью КАМАК КК-006<sup>14</sup> /, 16КБ ОЗУ КП-5К, 16КБППЗУ КП-26К<sup>11</sup> /.

Функциональный состав специализированных крейтов:

- крейт контроля дискретных сигналов, обеспечивающий контроль до 240 сигналов состояний систем ускорителя с выводом информации в виде мнемосхем на экран цветного дисплея МС-6А,
- крейт измерения аналоговых сигналов, обеспечивающий измерение и предварительную обработку до 50 сигналов с шунтов агрегатов питания и других датчиков с представлением данных в виде таблиц на экран дисплея ФБ-4011,
- резидентный крейт, обеспечивающий связь РС/ХТ со специализированными крейтами системы,
- крейт интеллектуального многоканального анализатора, работающего автономно и предназначенного для измерения энергии ускоренного пучка ионов<sup>11</sup> /.

Основные функции РС/ХТ, помимо управления и сбора данных со специализированных крейтов, — окончательная обработка данных о режимах ускорения и формирования банка данных, а также управление автоматизированной системой управления источником многозарядных ионов (АСУ ИМЗИ)<sup>15</sup> /, входящей в качестве подсистемы в рассматриваемый комплекс.

## 2. КРЕЙТ КОНТРОЛЯ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ

К дискретным сигналам ("чистые" контакты реле) относятся:

- номера каналов трассировки пучка,
- номера станций диагностики пучка (цилиндр Фарадея и сканер),
- включение агрегатов питания магнитных систем,
- включение ВЧ, ИМЗИ, насосов,
- наличие охлаждающей воды в системах ускорителя,
- положение отсекающих шиберов,
- наличие вакуума в камере ускорителя и в каналах трассировки пучка,
- полярность агрегатов питания.

Контроль дискретных сигналов осуществляется при помощи двух модулей многоканальных коммутаторов КЛ-22К. Каждый из модулей

позволяет считывать информацию со 120 датчиков побайтно за цикл КАМАК. Информация записывается в ОЗУ микроЭВМ в момент запуска системы или по запросу РС/ХТ. В дальнейшем в каждом цикле сканирования ( $T_{\text{СК}} = 320$  мс) записанная в ОЗУ информация о состоянии каждого дискретного сигнала сравнивается в модулях КЛ-22К с текущим состоянием этих сигналов, а в случае несовпадения фиксируется микроЭВМ, и выдается соответствующий сигнал на мнемосхему (мигание символа, звуковой сигнал).

Мнемосхема выводится на экран цветного дисплея МС-6А через модуль драйвера телевизионного дисплея КИ-15К<sup>6</sup>. На мнемосхеме условно показан сам ускоритель с символами включения магнитного поля, ВЧ, ИМЗИ, наличие вакуума в камере и охлаждающей воды, а также графическое изображение канала трассировки с символами станций диагностики, вакуумных постов, отсекающих, шибберов, магнитных линз, стирлингов и поворотных магнитов, состояния систем охлаждения.

Модуль КЛ-33К не связан с магистралью КАМАК, и его задача заключается в организации логики коммутации сигналов с цилиндров Фарадея и сканеров пучка в зависимости от номера канала трассировки и номера станции диагностики, выбранными на пульте управления оператором. Кроме того, модуль формирует сигнал блокировки регистрации тока пучка на физической установке, когда оператор работает с внутренними пробниками или со станциями диагностики.

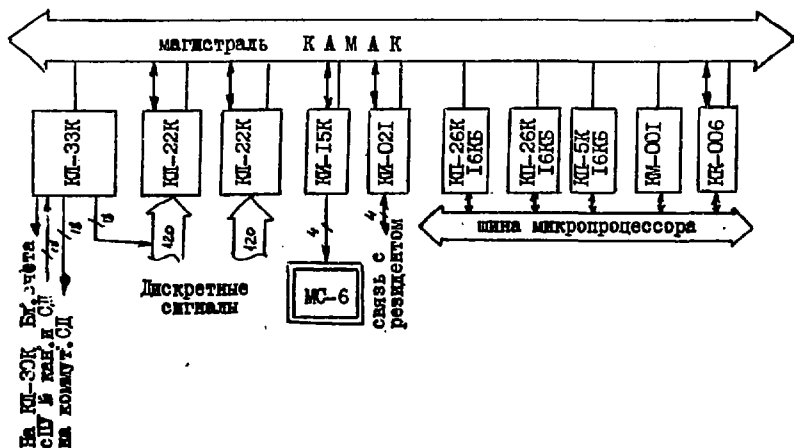


Рис. 2. Крейт контроля дискретных сигналов.

Структурная схема крейта контроля дискретных сигналов приведена на рис.2. Объем внешней памяти микроЭВМ: ОЗУ 16КБ (КП-5К), ПЗУ 32КБ (КП-26К = 2 шт.).

### 3. КРЕЙТ ИЗМЕРЕНИЯ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ (рис.3)

К измеряемым сигналам относятся:

- ток основного магнита;
- токи корректирующих катушек (17);
- токи магнитных линз, стирлингов и поворотных магнитов (19);
- напряжение на дуантах (2);
- вакуум в камере;
- положение внутренних пробников (10);
- ток пучка.

Основу измерительной части составляет многоканальная последовательно-параллельная измерительная система, состоящая из модулей: 16-канального аналогового мультиплексора АМ-211К, 2-канального преобразователя напряжение — частота ПА-211К, 16-канального интенсивметра с памятью КСР-21К и управляющего генератора КГ-22К. Как видно из рис.3, в состав крейта измерения аналоговых сигналов входят: 3 модуля АМ-211К, 2 модуля ПА-211К, 3 модуля КСР-21К и 1 модуль КГ-22К. Такой комплект модулей обеспечивает измерение 48 сигналов.

В качестве аналогового коммутатора в АМ-211К используется ИС 590КН1, максимальное входное напряжение — 2,5 В, входные дифференциальные усилители в каждом канале могут выполнять функции нормализаторов сигналов. В преобразователе ПА-211К использован метод уравнивания заряда, обеспечивающий быстрое изменение частоты преобразования при резких и больших перепадах входных напряжений, нестабильность коэффициента преобразования из-за температурной нестабильности тока восстановления и входного сопротивления интегратора не хуже 0,005%/°С. Суммарное подавление синфазной помехи не менее 80 дБ.

Модуль КСР-21К содержит 16-разрядный счетчик-интенсиметр, буферную память 16х16 разрядов, 4-разрядный адресный счетчик памяти, схему управления и связь с магистралью КАМАК. По окончании цикла измерения (20 мс х 16 = 320 мс) блок выставляет сигнал L, и происходит запись содержимого буферной памяти в ОЗУ микроЭВМ.

Формирование цикла измерения, коммутация каналов и управление модулями АМ-211К и КСР-21К осуществляются управляющим генератором КГ-22К. Измерительная система легко расширяется добавлением

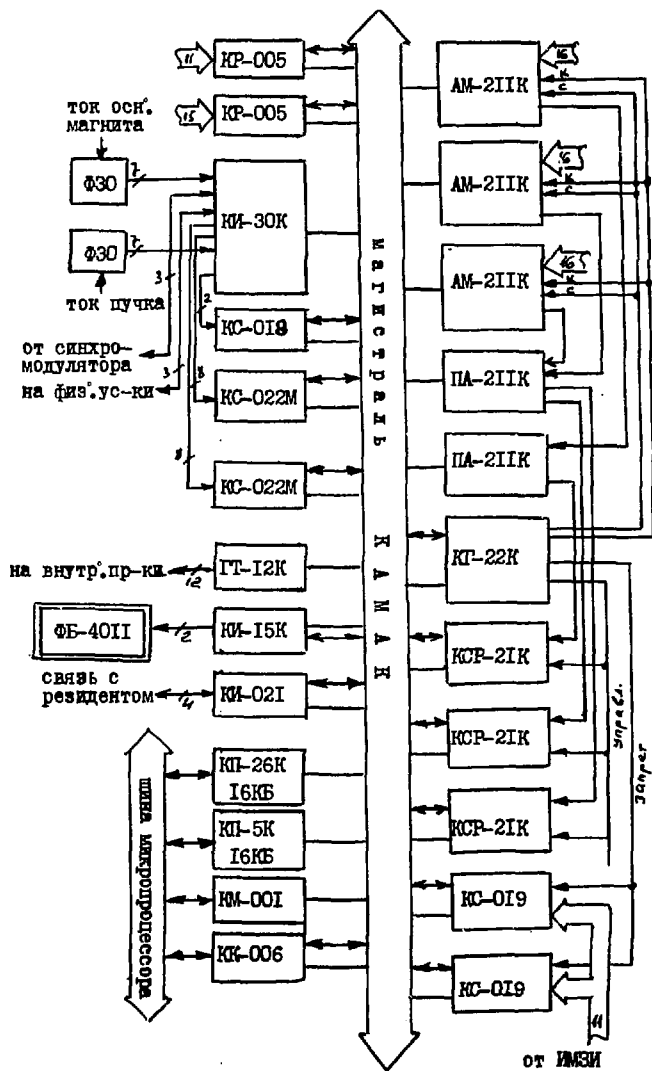


Рис.3. Крейт измерения аналоговых сигналов.

необходимого числа модулей АМ-211К, ПА-211К и КСР-21К (первые два модуля могут располагаться в непосредственной близости от датчика сигнала) без изменения цикла сканирования 320 мс, т.к. измерение производится параллельно по 16 каналам для любого количества мультиплексоров.

Модули КС-019<sup>7</sup> / служат для занесения в ОЗУ микроЭВМ информации об 11 параметрах ИМЗИ за тот же цикл сканирования.

Входные регистры КР-005<sup>8</sup> / служат для хранения информации о полярности агрегатов питания и кнопочного переключателя таблиц измеряемых параметров, представляемых на экран дисплея ФБ-4011. Имеется возможность вывода четырех видов таблиц:

- положение внутренних пробников;
- токи корректирующих катушек;
- токи магнитных линз, стирлингов и поворотных магнитов;
- параметры источника.

В каждой таблице обязательно присутствуют данные о токе основного магнита, токе пучка, напряжениях на дуантах, вакууме в камере ускорителя и текущий интеграл тока пучка.

Для обеспечения повышенной точности измерения тока основного магнита используется цифровой мультиметр ФЗО, такой же мультиметр используется и для измерения тока пучка ускоренных ионов<sup>9</sup> /. В качестве интерфейса ФЗО применен многофункциональный модуль КИ-30К, вырабатывающий необходимые сигналы для счетчика КС-018<sup>10</sup> / (интеграл тока пучка) и модернизированного интенсиметра КС-022<sup>8</sup> / (ток основного магнита и ток пучка). Модуль КИ-30К обеспечивает также связь физических установок с синхромодулятором ускорителя следующими сигналами:

- блокировка ВЧ,
- блокировка физ.установки от ВЧ,
- блокировка физ.установки от расширенного импульса ВЧ.

Кроме того, КИ-30К выдает на физические установки информацию о токе пучка. Все линии связи имеют оптическую развязку.

В этом же крейте помещен модуль 12-канального генератора тока, не имеющего связи с магистралью КАМАК, который служит для запитки гелипотов, служащих датчиками положения внутренних пробников (ГТ-12К).

МикроЭВМ имеет внешнюю память: ОЗУ 16КБ (КП-5К), ППЗУ 16КБ (КП-26К).

#### 4. КРЕЙТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МНОГОКАНАЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА

Интеллектуальный многоканальный анализатор является сервисным оборудованием автоматизированной системы измерения и контроля параметров циклотрона У-100 и предназначен, в основном, для измерения энергии пучка ускоренных ионов. Анализатор работает автономно, собран на базе микроЭВМ КМ-001 и модулей КАМАК (рис.4). В комплекте анализатора: усилитель САМ 4-19, АЦП ПА-24К, инкрементная запись КЛ-018, буферная память 4Кх16 КЛ-020, интерфейсные модули КИ-15К для дисплея ФБ-4011 и КИ-023 для цифрочечки ДЗМ-180. Комплект микроЭВМ минимальный, внешняя память 16КБ (КП-5К). Более подробно анализатор описан в работе<sup>111</sup>.

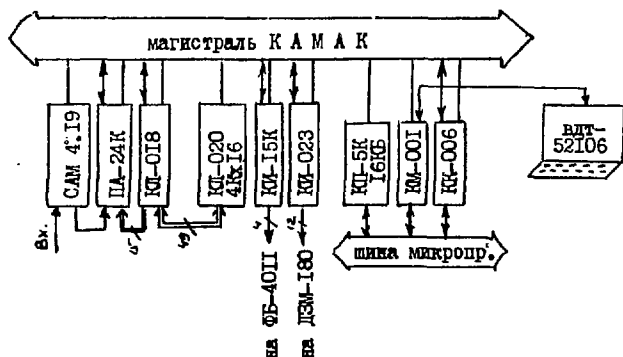


Рис.4. Крейт интеллектуального многоканального анализатора.

#### 5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

В соответствии со структурной схемой системы все программное обеспечение разбито на ряд модулей, индивидуальных для каждого логгера. За основу пакета программ взята программа "Монитор"<sup>111</sup>. Программные модули имеют как общие блоки (обработка прерываний по сигналам I из крейта, обработка прерываний по времени, организация ввода/вывода), так и блоки, обеспечивающие специфические функции (сбор, накопление и визуализация данных, интерфейсное взаимодействие с пультом оператора резидентной РС/ХТ).

Разработка и отладка программного обеспечения проводилась с помощью кросс-средств на ЭВМ ТРА-1140. Отлаженные программы записывались в ППЗУ (КП-26К).



## ЛИТЕРАТУРА

1. Фефилов Б.В. и др. — В кн.: XI Международный симпозиум по ядерной электронике, ОИЯИ, Д13-84-53, Дубна, 1984, с.376.
2. Современное состояние зарубежных систем сбора и обработки данных (обзорная информация), ТС-5, вып.1, М.: ИНФОРМПРИБОР, 1988.
3. Антюхов В.А. и др. — ОИЯИ, Р10-87-928, Дубна, 1987.
4. Антюхов В.А. и др. — ОИЯИ, 10-80-650, Дубна, 1980.
5. Kutner V.V. et al. — RSI, 1990, т.61, №1, р.647.
6. Семенов Ю.Б. и др. — ОИЯИ, 13-81-271, Дубна, 1981.
7. Вьонг Дао Ви и др. — ОИЯИ, 10-81-755, Дубна, 1981.
8. Журавлев Н.И. и др. — ОИЯИ, 10-8114, Дубна, 1974.
9. Бирулев М.С., Фефилов Б.В. — ПТЭ, 1979, №3, с.133.
10. Антюхов В.А. и др. — ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.
11. Сидоров В.Г. — ОИЯИ, 10-80-567, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел  
29 октября 1990 года.