

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ МОДЕЛЬНОГО СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО СИНХРОТРОНА

И.П.Базылева, Л.Г.Бримов, И.Ф.Колпаков, В.С.Королев, П.К.Маныков,
К.Ласевич, А.Н.Парфёнов, А.В.Пильяр, А.Е.Сеннер, В.М.Слепнев, В.Л.Смирнов,
Г.М.Сусова, Д.Энхболд, И.А.Шелаев

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

В Лаборатории высоких энергий ОИЯИ проходит комплексные испытания 1,5 - ГэВ модельный синхротрон со сверхпроводящей магнитной системой - установка СПИН, исследования на которой осуществляются в рамках реализации проекта ускорителя релятивистских ядер с широким спектром масс^{1/1}.

Неотъемлемой частью комплекса сверхпроводящего ускорителя является его автоматизированная система. Предварительный анализ данных показал, что в структуре автоматизированной системы ускорителя такого типа целесообразно иметь распределенное решение однотипных задач контроля и управления работой его элементов в ряде подсистем^{1/2}. При этом в качестве источников программного управления в подсистемах были выбраны микроЭВМ (МК) типа МЕРА - 60, совместимые программно между собой и с ведущей ЭВМ типа СМ-4, к которой МК подключаются радиально (рис. I). В настоящее время автономно эксплуатируются 2

подсистемы на линии с МК МЕРА - 60 - управления циклом ускорителя и его термометрии, в которых МК осуществляют как сбор, так и обработку данных. Кроме того, для отладки различных узлов ускорителя используются переносные стенды на базе разработанной в ЛВЭ ОИЯИ МК в стандарте КАМАК^{1/3}.

В подсистеме управления циклом, прошедшей длительную эксплуатацию в режиме теплых испытаний синхротрона, осуществляется выработка по заданному

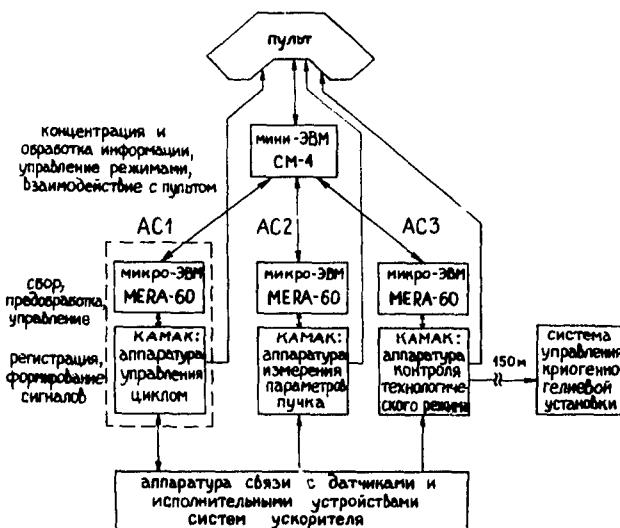


Рис. I. Общая структурная схема автоматизированной системы модельного сверхпроводящего синхротрона в проектном варианте.

AC - подсистема на базе микроЭВМ.

алгоритму аналоговых сигналов управления источниками питания магнитных элементов колыца синхротрона, контроль работоспособности источников питания магнитных элементов колыца и канала ввода пучка, а также генерация всех основных синхросигналов цикла ускорителя.

Поскольку для питания кольцевых магнитных элементов в теплом и сверхпроводящем режимах работы применяются разные по своей конструкции и алгоритмам управления источники, в рамках подсистемы соответственно созданы 2 варианта ее аппаратурных и программных средств. Во втором (холодном) варианте подсистемы осуществляется управление сильноточными промышленными источниками питания.

Этот вариант в настоящее время реализован и готов к эксплуатации.

Вывод ускорителя в режим многооборотной циркуляции пучка протонов на различных этапах его теплых испытаний стал возможным во многом благодаря созданным средствам автоматизированной диагностики пучка в канале инжектора и в камере синхротрона. Для пространственной индикации профиля пучка инжектора используется 16-канальный измерительный стенд с многоэлектродным датчиком коллекторного типа, управляемый от МК в стандарте КАМАК.

Для съема информации о положении пучка в камере синхротрона используется 72-канальная измерительная система. В эту систему входят: предуслители сигналов с пикап-электродов, размещаемые непосредственно над камерой синхротрона в криостате; усилители сигналов, размещаемые рядом с кольцом синхротрона для передачи аналоговых сигналов по коаксиальным кабелям в измерительную аппаратуру; многоканальные 10-разрядные аналого-цифровые преобразователи.

Для программной обработки и представления данных о положении пучка в 16 точках по азимуту синхротрона и во временном интервале, соответствующем длительности одного оборота пучка, была также создана автономная подсистема на базе МК в стандарте КАМАК. Программное обеспечение МК этого типа во всех стенах и подсистемах, где она применяется, создавалось на основе монитора "Intel MDS-8".

Аппаратурные и программные средства измерения замкнутой равновесной орбиты пучка находятся в стадии реализации.

В процессе испытаний криогенной системы синхротрона необходимо осуществлять непрерывный температурный контроль в различных точках кольца ускорителя. С этой целью был создан комплекс аппаратурных и программных компонентов 56-канальной измерительной подсистемы термометрии.

Программное обеспечение всех используемых в автоматизированной системе МК МЕРА-60 работает в рамках операционной системы реального времени РАФОС (RT-II).

Все программы подсистемы управления циклом синхротрона выполнены на языке Макроассемблер и занимают в оперативной памяти МК вместе с буферами данных 37 кбайт. В подсистеме термометрии используются возможности двухзадачного монитора, что позволяет осуществлять сбор данных с более высоким приоритетом по отношению к их обработке в фоновом режиме. Основная часть программного обеспечения термометрии выполнена на языке высокого уровня Фортран-IV. Суммарный объем программ этой подсистемы 15 кбайт.

В перспективе развития иерархической структуры системы автоматизации модельного сверхпроводящего синхротрона СПИН начата работа по включению в ее состав центральной ЭВМ СМ-4, имеющей по сравнению с используемыми МК большие вычислительные возможности процессора и более развитую периферию. На ЭВМ СМ-4 возлагаются задачи подготовки исходных данных для каналов управления узлами синхротрона, обработки информации в реальном времени, а также подготовки данных к представлению их на мониторах пульта ускорителя. В то же время МК будут по-прежнему заниматься управлением аппаратурой подсистем в процессе сбора данных. Такое распределение вычислительных мощностей позволяет не только высвободить ресурсы МК в процессе поэтапной реализации автоматизированной системы, но и повысить эффективность ее работы в целом. Так, по нашим оценкам,

не менее чем в 5 раз должны сократиться длительность цикла измерений и время перестройки режимов управления циклом ускорителя.

Вместе с тем в такой структуре большие требования предъявляются к организации надежной связи центральной ЭВМ с МК подсистем. В настоящее время на основании уже имеющихся и проводимых в ЛВЭ ОИЯИ разработок возможно несколько вариантов организации распределенного управления средствами автоматизированной системы. Традиционные варианты основаны на использовании стандартных мультиплексирующих устройств, подключаемых к общейшине ЭВМ СМ-4. Таким мультиплексором может быть, например, стандартное устройство СМ-3514, входящее в состав внешних устройств ЭВМ СМ-4 и организующее подключение до 16 каналов обмена информацией по последовательному протоколу.

Более широкие возможности предоставляет вариант с использованием в качестве мультиплексора каналов обмена информацией между ЭВМ универсального драйвера ветви КАМАК, разработанного в ЛВЭ ОИЯИ в 1975 г. и применяемого в системах автоматизации ряда спектрометров и базовых установок ОИЯИ^{4/}. В этом варианте имеются возможности управления аппаратурой стандартных 7-крайтных ветвей КАМАК от любой ЭВМ автоматизированной системы, а также разравнивания потоков информации и предварительной фильтрации данных при помощи автономных процессоров и модулей запоминающих устройств, входящих в состав универсального драйвера. Основными недостатками такой организации являются присущие стандарту КАМАК отсутствие возможности многопроцессорного управления магистралью драйвера - мультиплексора без введения в его состав специальных средств, трудности организации развитой обработки запросов прерывания, ограниченность поля адресации.

Этих недостатков лишен наиболее совершенный и современный вариант организации распределенного управления автоматизированной системы синхротрона, основанный на использовании крейта в стандарте VME^{5/}. В этом варианте (рис.2)

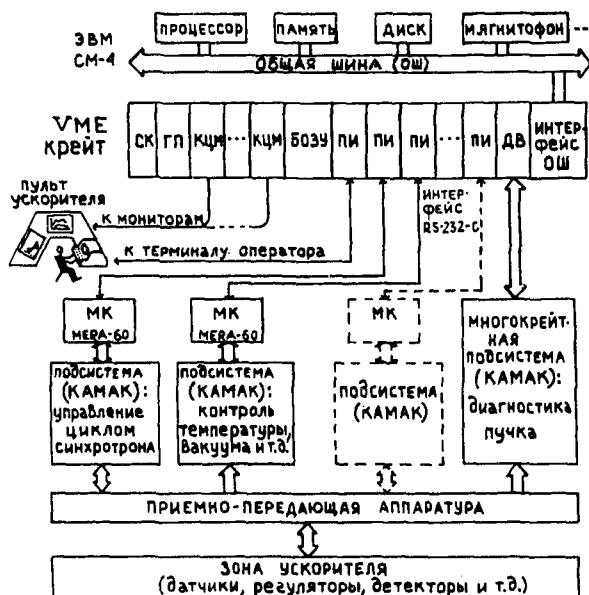


Рис.2. Организация распределенного управления средствами автоматизированной системы синхротрона на основе крейта VME.

СК – системный контроллер крейта VME;
БОЗУ – буферное запоминающее устройство в стандарте VME;
ДВ – драйвер ветви КАМАК в стандарте VME.

впервые появляется возможность организации эффективного квазиодновременного управления рядом процессов сбора и обработки массивов данных, поступающих от различных подсистем, а также возможность использования имеющихся в системе накопителей информации разными процессорами. ЭВМ СМ-4 подключается к шине VME через карту, являющуюся управляющим процессором шины. Коммуникации с отдельными подсистемами и с терминалом оператора ускорителя производятся через последовательные интерфейсы ввода-вывода (ПИ), а также через модуль VME - драйвер ветви КАМАК.

Для временного хранения массивов данных в крейте VME используются буферные запоминающие устройства, доступ к которым возможен от всех источников управления, в том числе и от модуля VME - специализированного графического процессора (ГП). Данные на цветные мониторы пульта ускорителя выводятся через видеоконтроллеры в стандарте VME (КИМ).

Л и т е р а т у р а

1. Шелаев И.А. и др. ОИЯИ, Р9-83-582, Дубна, 1983.
2. Ефимов Л.Г. и др. ОИЯИ, Г0-83-592, Дубна, 1983.
3. Немеш Т. ОИЯИ, Г0-II232, Дубна, 1978.
4. Нгуен Фук, Смирнов В.А., ПТЭ, 1976, № 3, с.67.
5. Altaber J. et al. In: Proc. I Conf. on VMEbus in Physics. Geneva, 1986, p. 216.