

JINR - D - 9 - 89 - 52

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Д9-89-52

**ТРУДЫ
XI ВСЕСОЮЗНОГО
СОВЕЩАНИЯ
ПО УСКОРИТЕЛЯМ
ЗАРЯЖЕННЫХ
ЧАСТИЦ**

Дубна, 25-27 октября 1988 года

Том I

ДУБНА 1989

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ВЭПП-3

А.Н.Алешаев, С.Д.Белов, А.Н.Дубровин, В.В.Каргалыцев, С.Е.Карнаев,
В.Р.Козак, С.И.Мяшнев, Ю.И.Ощепков, Е.А.Симонов, А.Б.Темных,
Ю.И.Эйдельман

Институт ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск

Система управления комплексом ВЭПП-3 представляет собой многопроцессорную распределенную сеть, организованную по функциональным признакам. Она построена на разработанных в ИИФ специализированных микроЭВМ "Одренок" [1]. Система включает в себя центральную ЭВМ (ЦМ) с винчестерским накопителем на 45 мбайт, 5 основных управляющих ЭВМ, 3 процессора для непрерывной диагностики и контроля и несколько ЭВМ для автоматизации ведущихся на комплексе экспериментов.

1. Структура системы управления

Комплекс ВЭПП-3 состоит из собственно накопителя ВЭПП-3, инжектора "Позитрон" и размещенных на накопителе экспериментальных установок.

Функционально ЭВМ, управляющие накопителем, делятся следующим образом: ЭВМ для управления магнитной системой (магниты, линзы, корректоры, всего около 400 каналов управления и контроля), ЭВМ для управления ВЧ-системой (40 каналов управления и контроля) и ЭВМ контроля за параметрами пучка в кольце ВЭПП-3. Инжектор ВЭПП-3 состоит из линейного ускорителя, его системы питания (ускорителя ЭМИГ-ЗА, импульсного ВЧ-генератора "Тирокон"), синхротрона Б-4 и каналов транспортировки пучка. Управление инжектором производится двумя ЭВМ: ЭВМ, выполняющей функции раздачи управляющих воздействий (около 400 каналов управления), и ЭВМ сбора информации. Для обеспечения надежности и безопасности работ на комплексе используются еще 3 вспомогательные системы: одна осуществляет контроль за состоянием вакуума на комплексе, другая - за радиационной обстановкой, третья система используется для связи с долговременным архивом. Кроме того, к сети управления подключены ЭВМ, управляющие экспериментальными установками, размещенными на ВЭПП-3.

Сеть организована по звездообразной схеме с помощью последовательной системы связи (скорость передачи данных 15-20 Кбайт/с), где ЦМ реализует для сети функции файловой машины, начального загрузчика периферийных машин (ЦМ) и коммуникационного узла для межпроцессорного обмена по принципу "почтового ящика".

Для организации быстрого обмена между процессорами используются интерфейсы локальной сети, позволяющие осуществлять дуплексный обмен со скоростью передачи данных до 200 Кбайт/с.

Система управления ВЭПП-3 выполнена по 2-уровневой схеме: на верхнем, "интеллектуальном", уровне размещены ЭВМ, периферия коммунального использования и частично аппаратура управления. Большая часть аппаратуры управления и контроля вынесена на 2-й, "аппаратный", уровень, в основе которого также лежит конструкция КАМАК. Связь между уровнями осуществляется через сопряжение типа "драйвер - контроллер" крейта [3] с последовательным способом передачи информации. Разработанные в ИИФ сопряжения позволяют выполнять КАМАК-цикл в крейте аппаратного уровня за 100-200 мкс.

2. Аппаратные средства

МикроЭВМ "Одренок" представляет собой 24-разрядный процессор со встроенным КАМАК-интерфейсом, оснащенный оперативной памятью 64 Кслов [1]. Имеет

дополнительные эффективные команды блочного обмена через КАМАК-магистраль. Тактовая частота процессора 5 МГц. Конструктивно выполнен в КАМАК-модуле шириной 2 М. В качестве универсальной ЭВМ "Одренок" комплектуется КАМАК-интерфейсом V-24 для подключения 4-х терминалов и электронным диском емкостью до 512 Кслов. К ЦМ через адаптер КАМАК-SASI подключены два диска типа BASF-6185 (по 22.4 мбайт). Диспетчер связи совместно с регистром спецпрерываний позволяет подключить к ЦМ до 16 периферийных микроЭВМ типа "Одренок". К каждой периферийной машине с помощью диспетчеров связи DS-24S и крейт-контроллеров CC-24 [3] может быть подключено до 3-х десятков крейтов аппаратного уровня.

Характеристика основных групп применяемых для управления приборов:

- для управления источниками постоянного питания используется семейство I6-20-разрядных ЦАПов; в дальнейшем планируется переход на семейство ЦАП со встроенными интерполяторами;
- для управления импульсными генераторами и генераторами слаботочной коррекции применяются I6-разрядные преобразователи код-скважность;
- синхронизация подсистем комплекса осуществляется с помощью управляемых генераторов задержки с дискретностью 100 нс.

Аппаратура контроля включает АЦП различных типов и быстродействия с диапазоном измеряемых сигналов I мкВ - I кВ, временами преобразования сигналов 50 нс - 80 мс [4,5], измерители временных интервалов, позволяющие проводить измерения с точностью I нс, различные устройства защиты, ввода-вывода.

Для обеспечения работоспособности комплекса кроме аппаратуры в стандарте КАМАК используется еще множество разработанных в ИИФ уникальных блоков: аппаратура синхронизации инъекции пучка, опроса пикап-станций для контроля орбиты в накопителе, блоки диагностики пучка, аппаратура контроля вакуума и др. Эти блоки выполнены в основном в стандарте "Вишня".

3. Программное обеспечение

Одной из основных компонент ЦО системы управления ВЭПП-3 является операционная система "Одренка", специально разработанный для построения управляющих систем. При ее создании учтен опыт управления комплексом ВЭПП-4 и разнообразные новые требования и пожелания, сформулированные разработчиками установки и ее управляющим персоналом.

Другой существенной системной компонентой ЦО ВЭПП-3, разработанной при переходе на распределенную структуру управления и стандарт КАМАК, является обеспечение ЦМ [2].

Одним из основных элементов прикладного уровня ЦО ВЭПП-3 является база данных (БД), включающая в себя описания всех блоков управления и контроля, элементов и каналов установок комплекса, режимов их работы (таблиц). Объем информации БД составляет около 100 Кбайт. Использование БД существенно упрощает программирование взаимодействия с используемой аппаратурой, унифицирует логикой цепой отдельных каналов. Оператору комплекса БД позволяет работать не с машинными адресами, а с конкретными названиями физических каналов элементов, запоминать какие-то нужные режимы подсистем. БД делится на две части: одна содержит описание аппаратуры и каналов, другая - режимов работы. Кроме того, БД разделена по функциональному признаку. Такая организация БД позволяет легко ориентироваться в большом объеме информации и при необходимости использовать лишь ее отдельные, нужные для работы части. Для составления и редакции базы данных используются программы-редакторы ED3S, ED3S, ED3T.

Основной программой в каждой управляющей ЭВМ, выполняющей функции взаи-

модействия с аппаратным уровнем, является программа *ВАНК*. Другие программы общаются с аппаратурой управления и контроля через межпрограммные каналы обмена с программой *ВАНК*. Этим достигается синхронизация межмашинных обменов, передачи управляющих воздействий, исключаются "столкновения" при работе двух или нескольких программ с одним и тем же устройством, эффективно решается задача синхронного управления многими подсистемами (например, подъем энергии пучка в накопителе, изменение бетатронных частот, коррекция орбиты и др.). В *ВАНК* содержится информация о состоянии всех каналов, обслуживаемых данной ЦМ.

Подъемом энергии пучка в накопителе управляет программа *PRJC*. Входными данными для этой программы являются таблицы, представляющие состояния элементов комплекса в конкретных режимах и времена перехода к ним. *PRJC* инициирует перестройку подсистем накопителя, участвующих в подъеме энергии, в нужные моменты времени передавая в *ВАНК* требуемые значения элементов и времена переходов к ним. После этого *ВАНК* осуществляет синхронный перевод элементов в конечные состояния. *PRJC* может функционировать без вмешательства оператора.

Оперативное вмешательство в работу установок со стороны оператора осуществляется посредством диалоговых программ *VEPP* и *ROLL*. *VEPP* выполняет основные функции управления накопителем ВЭП-3. Программа позволяет гибко управлять любыми каналами установки, описание которых содержится в базе данных.

ROLL выполняет те же функции, что и *VEPP*, но для импульсного источника "Позитрон" и учитывает его специфику (например, цикличность работы).

Одним из существенных аспектов управления установкой является необходимость динамической корректировки различных физических процессов. На комплексе в настоящее время работают 4 управляющие программы, построенные на принципе обратной связи. *STBO* - программа стабилизации орбиты пучка в накопителе в процессе подъема энергии, использующая сигнал с пикап-станции, пропорциональный уходу орбиты от среднего положения, и воздействующая на группу корректоров для компенсации этого ухода. *STOR* - программа, следящая за стабильностью токов в импульсных элементах и вносящая поправки в соответствующие каналы управления.

В систему управления включен также широкий набор программ контроля за состоянием элементов и параметров пучков. Наиболее употребительными являются программы типа *COAT*, осуществляющие контроль всех каналов, описанных в Бд.

Имеется множество программ тестирования аппаратуры, генераторов, сервисных программ учета, контроля и пр.

Объем только основных рабочих программ составляет около 1 Мбайта.

Перспективы развития системы управления ВЭП-3 видятся по нескольким направлениям:

- унификация межпрограммных интерфейсов как в рамках одной ЭВМ, так и на сетевом уровне, планирующаяся на интеграции в системное ПО ЦМ и ЦМ новых принципов обмена и базирующаяся на регулярном использовании ИИС;
- новые качества прикладному уровню системы управления позволят придать унификацию механизмов синхронизации программ с событиями внешнего мира;
- повышение удобства работы операторов установки и обслуживающего персонала послужит концентрация терминалов на ЦМ с виртуальным подключением их к любой из ЦМ [3];
- применение ЦАПов с интерполяцией выходного сигнала разгрузит "интеллектуальный" уровень системы и улучшит синхронизацию процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пискунов Г.С., Тарарышкин С.Е. Двадцатичетырехразрядная ЭВМ в стандарте КАМАК. Автометрия, 1986, № 4, с.32-38.
2. Алешаев А.Н., Козак В.Р. Программное обеспечение для микроЭВМ "Одренок". Центральная ЭВМ. Новосибирск, 1988. (Препринт ИЯФ, 88-48).
3. Козак В.Р. Драйвер и контроллер для ЭВМ "Одренок". Новосибирск, 1988. (Препринт ИЯФ, 88-24).
4. Батраков А.М., Козак В.Р. Регистраторы однократных импульсных сигналов серии "S". АЦП-101. Новосибирск, 1986. (Препринт ИЯФ).
5. Леденев А.В. Прецизионные измерительные и управляющие системы для ускорителей заряженных частиц. ИЯФ СО АН СССР. Новосибирск, 1988.
6. А.Н.Алешаев и др. Построение распределенных систем управления крупными электрофизическими установками на базе сетей специализированных микроЭВМ в ИЯФ СО АН СССР и их программное обеспечение. Автометрия, 1986, № 4, с.39-45.