

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВМ ЕС-1010  
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ И СБОРА ИНФОРМАЦИИ  
НА УСКОРИТЕЛЕ ИФВЭ

В.Л.Брук, А.П.Ломов, Н.Г.Мамучашили, И.Г.Морозов,  
Э.А.Мяэ, Э.В.Осипов, В.Е.Писаревский, В.Г.Тишин, Е.Ф.Троянов

Институт физики высоких энергий, Серпухов

Уже в настоящее время использование ускорителя ИФВЭ на уровне интенсивности, близкой к максимально достигнутой ( $5 \cdot 10^{12}$  протонов/цикл), требует программирования работы ряда систем ускорителя – в первую очередь систем коррекции магнитного поля  $/I/$ , и оперативного анализа состояния комплекса в целом, включая получение информации об основных динамических характеристиках ускорителя. Дальнейшее развитие ускорительного комплекса и, в частности, создание нового кольцевого инжектора, ставит эти проблемы еще более остро. Наиболее полно поставленные задачи решаются созданием автоматизированных систем на базе современных ЭВМ. В нашем случае для этих целей использована машина ЕС-1010 производства венгерской фирмы "Видеотон", в конфигурации которой входят устройства связи с объектом (УСО) для работы в режиме реального времени. Реализация систем, описанных ниже, базировалась на стандартной операционной системе DBMVU.

Для управления такими системами, как, например, системы коррекции магнитного поля, необходимы опорные напряжения с определенной временной зависимостью. Как правило, для "чистой" регулировки физических параметров ускорителя (например, бетатронных

частот  $\omega_1$  и  $\omega_2$ , полос бетатронных резонансов и т.д.) требуется взаимозависимое изменение ряда опорных напряжений, задаваемое определенной матрицей. Это обстоятельство, а также большое число требуемых каналов управления делают целесообразным создание генератора функций, управляемого от ЭВМ в режиме реального времени. Блок-схема разработанного генератора функций представлена на рис. I. Для получения аналоговых зависимостей использована кусочно-линейная аппроксимация отдельными – максимально тридцать, векторами.

Конструктивной и функциональной единицей генератора функций является корзина, содержащая модуль управления "К" (контроллер) и 16 модулей терминалов  $T_1 + T_{16}$ , представляющих собой источники аналоговых функций. Связь между контроллером и терминалами осуществляется по стандартной магистрали корзины. Связь между каждым контроллером и ЭВМ осуществляется через закрепленные цифровые входные и выходные линии (16 скрученных пар) и через блок обработки прерываний (БОП) (две скрученные пары). Генератор рассчитан на 128 функций и всего использует 8 корзин и соответственно 8 цифровых входов и выходов (на рис. I условно показаны только две корзины).

Контроллер осуществляет:

- передачу информации от УСО к терминалам;
- отсчет заданной длительности вектора;
- синхронизацию работы ЭВМ с помощью сигналов запроса и ответа,
- преобразование формата.

Терминал содержит:

- буферную память на 1 вектор (23 бит);
- активную память;
- генератор вектора;
- цифро-аналоговый преобразователь (терминал первого типа) или драйвер цифровой линии для передачи 10-разрядного двоичного кода (терминал второго типа).

Каждая корзина может быть отнесена от ЭВМ на расстояние в несколько сот метров и приближена к управляемым устройствам. Терминалы второго типа используются в отдельных случаях, когда управляемое устройство связано с терминалом длинной линией или требует изолированного от "земли" опорного напряжения. Для связи контроллера с ЭВМ используются телефонные кабели.

Управление генератором функций будет осуществляться с кон-

сами, аналогичной описанной в /2/. Управление готовой частью генератора функций ведется в настоящее время с помощью дисплея в диалоговом режиме.

Основное отличие описываемого устройства от генератора функций, созданного в ЦЭРНе, заключается в том, что моменты перехода от вектора к вектору сделаны общими для всех генерируемых функций, поскольку практически все процессы в ускорителе связаны с изменением ведущего магнитного поля. Это даёт следующие преимущества:

- а) количество прерываний ЭВМ за цикл ускорителя равно числу векторов вместо произведения числа векторов на число функций;
- б) используется только один уровень прерывания;
- в) передача данных от ЭВМ на терминалы может быть осуществлена блоком в ~ 300 слов.

Кроме того, объединение терминалов в группы по 16 штук с одним общим контроллером и наличие магистральной интерфейсной связи внутри корзины значительно упростили схему терминала.

Математическое обеспечение генератора функций состоит из следующих рабочих программ:

- а) программы раздачи векторов;
- б) программы работы с консолью управления;
- в) программы модификации с помощью дисплея VT-340;
- г) программы тестирования аппаратуры.

Основные технические данные устройства:

Диапазон выходных аналоговых напряжений - 0 + 5 В  
или - -5 + 5 В

Дискретность аналоговых напряжений - 5 мВ

Минимальная длительность вектора (при использовании канала прямого доступа) - 0,5 мс

Максимальная длительность вектора - 1,3 с

Устройства связи с объектами, в состав которых входят блоки цифровых входных и выходных линий, интегрирующие аналого-цифровые преобразователи, аналоговые мультиплексоры и блоки обработки внешних прерываний, позволяют осуществить связь ЭВМ ЕС-1010 с системами ускорителя и управлять ими в режиме реального времени. С помощью этих устройств был организован сбор информации о работе ускорителя. Блок-схема системы представлена на рис. 2. Аналоговые сигналы постоянного тока, несущие информацию о системах ускорителя (системы коррекции магнитного поля, магнитная оптика

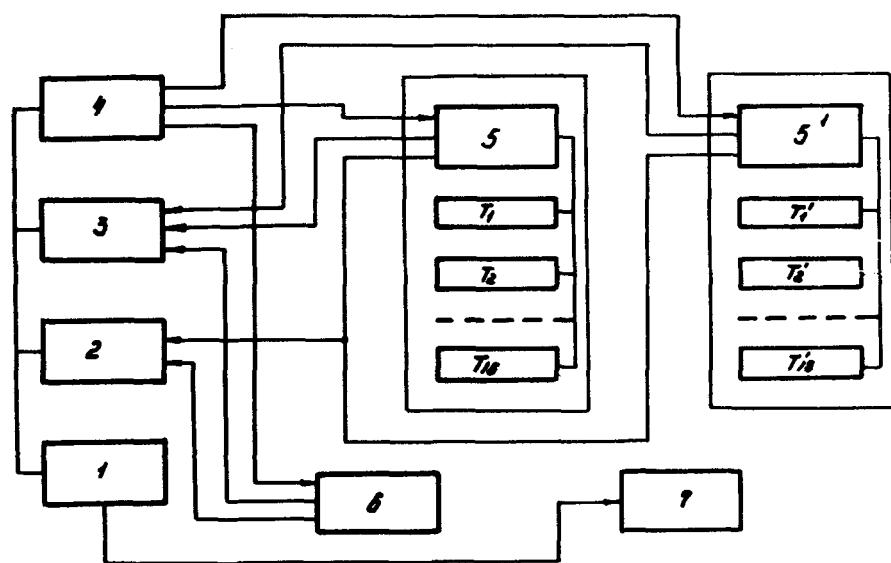


Рис. I. Блок-схема генератора функций:  
 I - ЭВМ; 2 - блок обработки прерываний; 3 - блок цифровых входных линий; 4 - блок цифровых выходных линий; 5 - контроллер первой корзины;  $T_1+T_{16}$  - выходные терминалы первой корзины;  $5'$  и  $T_1'+T_{16}'$  - контроллер и терминалы второй корзины; 6 - консоль управления; 7 - дисплей.

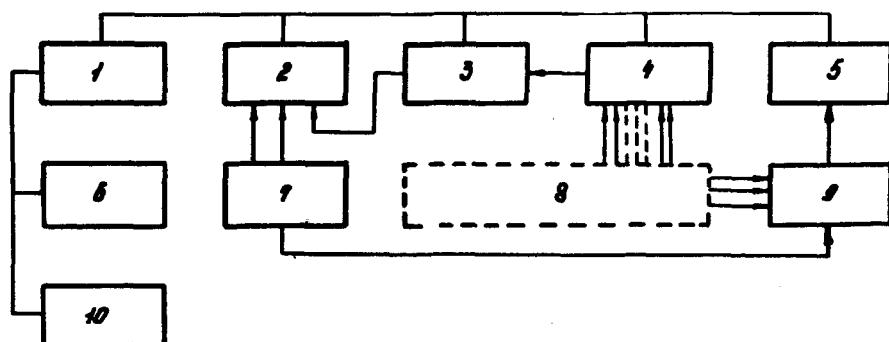


Рис.2. Блок-схема сбора информации:  
 1 - ЭВМ ЕС-1010; 2 - блок обработки прерываний; 3 - АЦП,  
 4 - аналоговый мультиплексор; 5 - блок цифровых входов;  
 6 - дисплей ВТ-340; 7 - таймеры ускорителя; 8 - системы  
 ускорителя; 9 - импульсный цифровой вольтметр; 10 - АЦПу.

канала инъекции, инфекторная система, линейный ускоритель и т.д.), поступают на вход аналогового мультиплексора, обеспечивающего коммутацию одной линии за 5 мс; АЦП производит измерение аналогового сигнала за время периода промышленной частоты (20 мс) с приведенной погрешностью 0,1%. Полное время, затрачиваемое на измерение одного сигнала, составляет около 30 мс. Оба устройства имеют гальваническую развязку от "земли" и от цепей ЭВМ, что позволяет коммутировать и измерять сигналы, имеющие синфазные напряжения относительно "земли" и между собой в сотни вольт.

Для измерения переменной во времени величины, например сигнала интенсивности, может быть использован стандартный импульсный цифровой вольтметр с соответствующей точностью и временным разрешением, цифровой выход которого соединен с блоком цифровых входных линий УСО. Момент измерения задаётся таймерным импульсом ускорителя.

Синхронизация измерений с циклом ускорителя осуществляется таймерными импульсами, которые через блок обработки прерываний запускают соответствующие приоритетные программы. Программы написаны на языке "АССЕМБЛЕР" и обеспечивают управление УСО и измерение сигналов в заданной последовательности. Результаты измерений заносятся в "общую зону" оперативной памяти. На измерение 64 сигналов в каждом цикле затрачивается не более 10 мс процессорного времени.

В каждом цикле ускорителя производится обработка результатов измерений всех параметров для получения значений арифметического среднего, величины дисперсии и коэффициента корреляции с интенсивностью пучка. Кроме того, накапливаются данные для построения гистограмм и усредненных зависимостей интенсивности ускорителя от выбранных оператором десяти параметров. Отображение результатов и связь с оператором осуществляются с помощью дисплея VT-340. Для получения твердых копий используется АЦПУ. Программа обработки и связи с оператором работает в фоновой зоне и написана на Фортране.

Результаты измерений и обработки могут быть представлены в виде:

- таблицы средних величин, отклонений и коэффициентов корреляции по всем 64 параметрам (журнал режимов);
- таблицы результатов измерений в текущем цикле;
- гистограмм стабильности значений выбранного параметра (за за-

данное количество циклов ускорителя) и усредненной зависимости интенсивности ускорителя от этого параметра. Пример такого представления показан на рис. 3.

#### Литература

1. Д.М.Адо и др. Труды ІУ Всесоюзного совещания по ускорителям, стр. 141, т. II (1975).
2. J.Bosser, L.Burnod. CERN/MPS-CO 71-2, 1971.

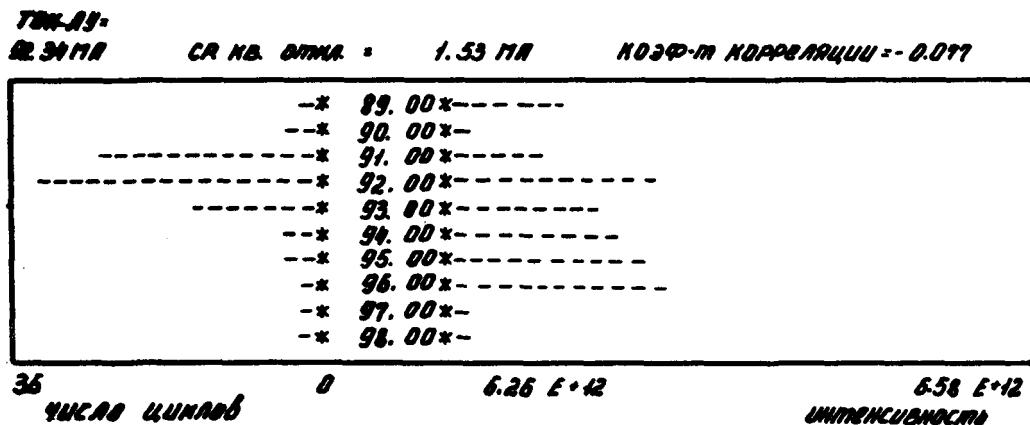


Рис. 3.

#### ДИСКУССИЯ

В.И.Нифонтов: Является ли контроллер универсальным?

В.Г.Тишин: Нет, это специализированный для данной задачи контроллер.