

49/2-77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



10/1-74

Б-694

9 - 10064

Н.Н.Блинников, Г.С.Казанский, Т.М.Савенкова,  
В.А.Штырляев, А.А.Хошенко

ИНФОРМАЦИОННАЯ И УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА  
НА БАЗЕ ЭВМ ТРА-1001 ДЛЯ СИНХРОФАЗОТРОНА

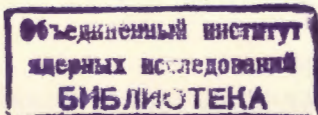
**1976**

9 - 10064

Н.Н.Блинников, Г.С.Казанский, Т.М.Савенкова,  
В.А.Штырляев, А.А.Хошенко

**ИНФОРМАЦИОННАЯ И УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА  
НА БАЗЕ ЭВМ ТРА-1001 ДЛЯ СИНХРОФАЗОТРОНА**

Направлено на I Всесоюзное совещание по  
автоматизации научных исследований  
в ядерной физике (Киев, 1976)



Блинников Н.Н. и др.

9 - 10064

Информационная и управляющая система на базе ЭВМ ТРА-1001  
для синхрофазотрона

В работе излагается ряд задач, связанных с управлением синхрофазотрона ОИЯИ и решаемых при помощи информационной и управляющей системы на базе ЭВМ ТРА-1001. Приводятся результаты реализации программ контроля параметров, измерения динамических функций, организации режимов автокоррекции параметров и выдачи информации потребителям.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

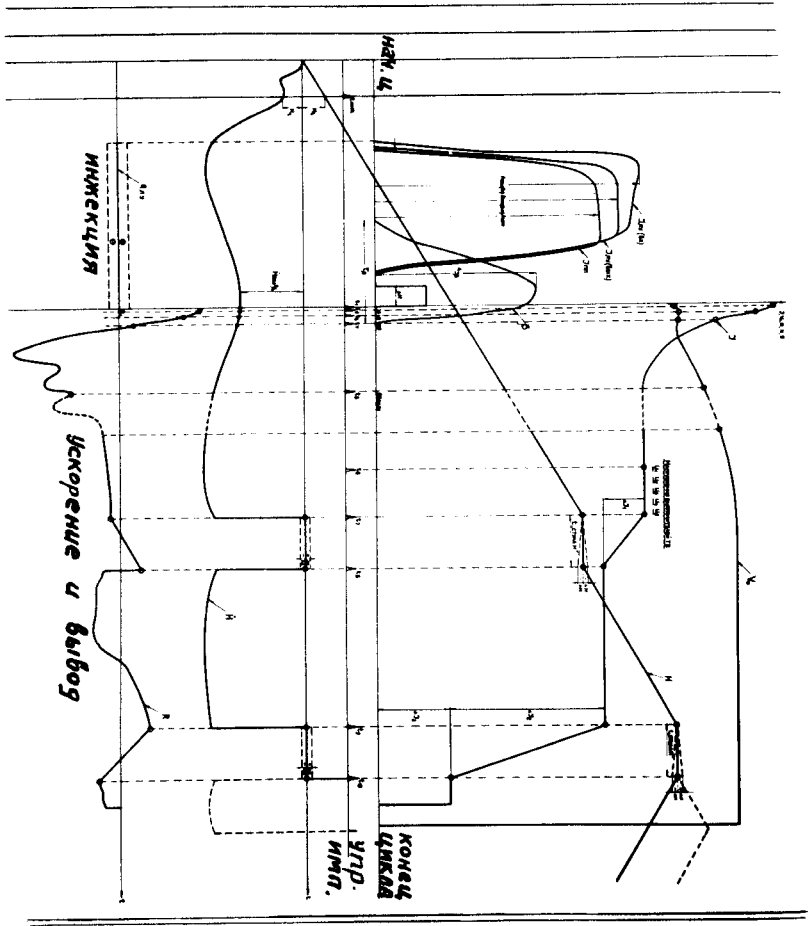
Препринт Объединенного института ядерных исследований  
Дубна 1976

Для правильной настройки режимов синхрофазотрона оператору приходится иметь дело с большим объемом информации в течение всего цикла ускорения, о чем свидетельствует, например, *рис. 1*, на котором представлены временные зависимости ряда параметров синхрофазотрона в режимах инжекции, синхротронного ускорения и вывода частиц. Эта информация на разных этапах преобразования контролируется с помощью ЭВМ ТРА-1001 /"информационная система"/ и может быть использована для создания программ управления пучком, частотой и амплитудой ускоряющего напряжения. Трудности создания "управляющей системы" заключены в некоторых особенностях информационных сигналов, главными из которых являются:

- 1/ сигналы имеют различные амплитуды и длительности;
- 2/ импульсные сигналы имеют переменную скважность,
- 3/ динамический диапазон частоты синусоидальных сигналов лежит в широкой полосе /150 кГц ÷ 1,5 МГц/,
- 4/ время существования сигналов составляет от 0,7 мкс до 4 с,
- 5/ амплитуда одного и того же сигнала изменяется в течение цикла измерения в 1000 и более раз.

На базе ЭВМ ТРА-1001 создан экспериментальный модуль информационной и управляющей системы, блок-схема которого представлена на *рис. 2*. ЭВМ располагает оперативной памятью на 12 К, расширенной арифметикой и внешним накопителем /магнитофон/ ZMB-51. Средства представления информации - телетайп и дисплей /"Видеотон"/. На модуле реализована двухкрейтовая система в стандарте КАМАК, включающая преобразователи амплитуды, времени, чисел; входные и выходные устройства и электронику сопряжения с ЭВМ /1-3/.

Рис. 1. Временные зависимости ряда параметров синхронизатора в режиме операционного контроля:  $I_{пу}$ ,  $I_{в}$  - ток линейного ускорителя и бештавройного пучка,  $H$  и  $H_{н}$  - значение магнитного поля синхрофазотрона и скорость его изменения,  $I$  и  $R$  - интенсивность и радиальное положение центра ускоряемого пучка.



КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

- $I, R, H$
- $I_{пу}, U_m$
- $\Delta Z$
- уск. напряжен
- В-серия
- $V_0$  - программное
- Золотых ист. лит.
- $A$  - инжекции
- $A$  - выкл. в/ч
- $k$  - выкл. в/ч
- $\Delta Z, \Delta R$

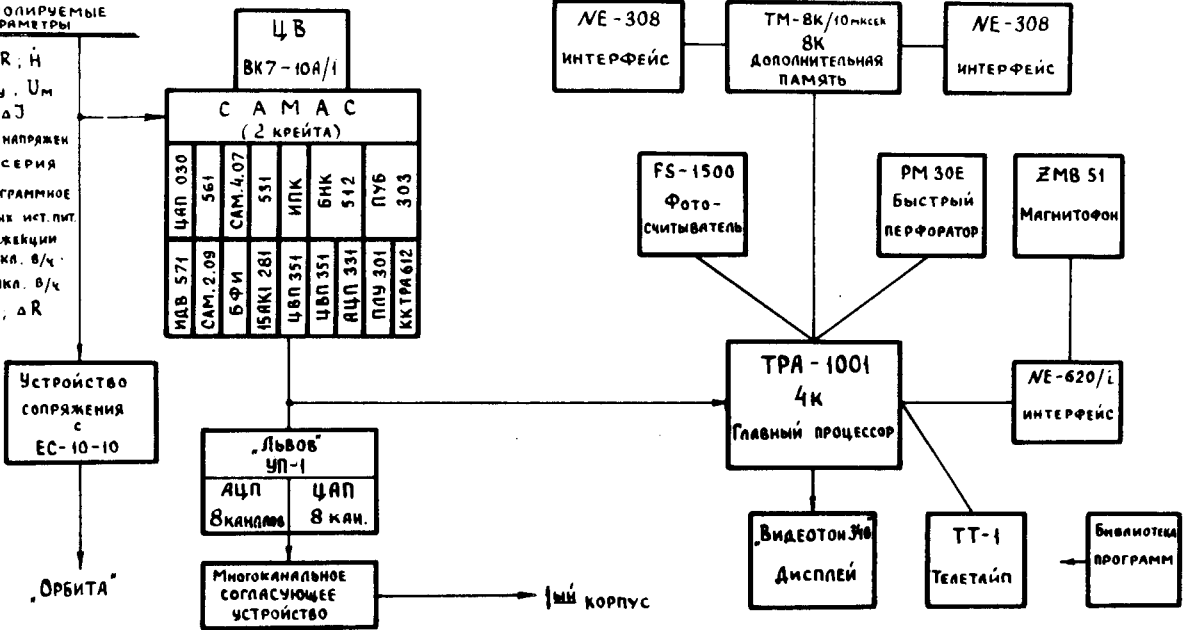


Рис. 2. Блок-схема экспериментального модуля информационной и управляющей системы.

На базе экспериментального модуля была решена задача по коррекции систем медленного вывода и измерению профиля выводимого пучка\*/2/.

Реализована также задача по сбору информации об опорных уставках и их контролю в полосе допуска. Программа организована таким образом, что информация оператору выдается только в случае выхода какого-либо параметра за полосу допуска. На рис. 3 представлен оперативный документ, на котором указывается номер цикла и звездочкой отмечается параметр, величина которого вышла за полосу допуска.

```

*ON,6
*CALL,CONTROL
*D1(7400,9709)
*D2(7400,9709)
*D3(7400,9709)
*D4(7400,9709)
*D5(7400,9709)
*D6(7400,9709)
*GO
  1  7817  9675  9698  9697  9701  9697
  2  7768  9672  9698  8008  9693  9698
  3  9704  7903  9696  * 7366  9699  9698
  4  7643  9671  9697  7860  9696  9699
  5  7880  9672  9701  7804  9698  9694
  6  7713  7958  9700  7690  7829  9701
  7  8070  9674  9700  7578  9696  9698
  8  7871  9675  9699  7809  9698  9695
  9  9700  9672  9699  7433  9693  9699
 10  7680  9676  9699  7573  9698  9703
 18  9698  * 7337  9700  9699  9700  9696
 19 * 7161  9671  9698  7725  9694  9699
 22  9696  * 7376  9697  9694  9698  9797
 32 * 7391  9700  9695  9695  9696  9696
 42 * 7379  9701  9693  9692  9696  9698
 62  9675  9693  * 7348  9698  9699  9697
 87  7944  9675  9695  * 7381  9699  9696
107  9674  9695  * 7329  9696  9697  9697

  1  9700  9696  7705  7997  9694  7703
  2  7961  9673  9697  7591  9693  9693
  3  7906  9670  9696  8059  9696  9697

```

Рис. 3. Оперативный документ программы контроля.

\*В настоящее время эта задача выведена на ЭВМ ЕС-1010.

Реализована информационная система выдачи данных физику-экспериментатору о максимальной интенсивности в ускорителе, об уровне интенсивности, выводимой на физический эксперимент на "столе" магнитного поля ускорителя. На рис. 4 представлена блок-схема такой информационной системы. Датчиками системы являются индукционные электроды, регистрирующие величину циркулирующего пучка частиц, и датчик магнитного поля /В-таймер/, который одновременно служит синхронизатором измерения интенсивности. Сигнал интенсивности стробируется в заданных точках магнитного поля /программа стробирования задается через ЭВМ/. Данные измерений обрабатываются в ЭВМ и выдаются на систему цифровременных преобразователей, один из которых выработывает временной интервал  $\Delta t(N)$ , а второй служит генератором стандартных импульсов, число которых за заданный интервал пропорционально величине измеряемой интенсивности. Далее информация через аналоговый коммутатор поступает на многоканальное выходное устройство и транслируется потребителю.

Интересен управляющий элемент в системе измерения интенсивности. Так как интенсивность пучка частиц может в режиме "раздачи" изменяться от  $10^{12}$  до  $10^8$  ч/и, то возникла необходимость в автоматическом изменении масштаба отсчета, что обеспечивается применением элементов логики и автоматического аттенюатора. При переключении аттенюатора на ЭВМ выдается кодовый сигнал, по которому происходит изменение масштаба.

Измерение сигнала интенсивности может, в принципе, осуществляться в режиме стробирования через  $\Delta H = 10$  Э, что эквивалентно временному интервалу - 2,5 мс. Практический интерес представляют начальный участок /для исследовательских работ по повышению эффективности захвата в синхротронный режим/ до 100 мс от начала ускорения и участок непосредственной дозировки интенсивности в режиме физического эксперимента.

На рис. 5 показана фотография дисплея с оперативной информацией о потерях частиц на начальном этапе ускорения /до 100 мс/. Для более четкой подстройки опти-

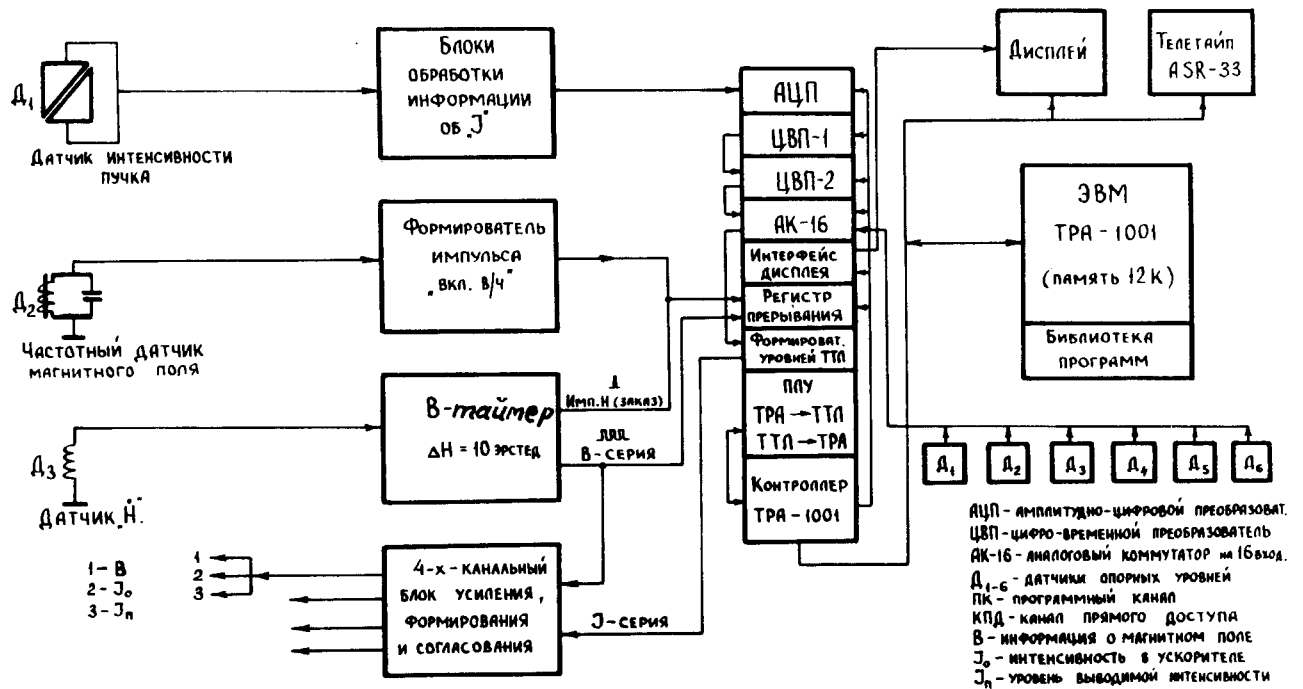


Рис. 4. Блок-схема информационной системы.



Рис. 5. Дисплей с оперативной информацией о потерях частиц.

мального режима ускорения на экран выведена шкала магнитного поля. Информация об интенсивности в режиме дозирования регистрируется при помощи пересчетных устройств.

Одной из важных задач контроля и управления является прецизионное измерение частоты ускоряющего напряжения при заданном значении магнитного поля. Измерение частоты, изменяющейся со скоростью до 5 МГц/с, представляет определенные трудности. Нами осуществлено измерение частоты ускоряющего напряжения с помощью ЭВМ. Используется принцип точного измерения одного или нескольких периодов бегущей частоты в заданной окрестности точки магнитного поля.

На рис. 6 представлена блок-схема управления частотой ускоряющего напряжения в режиме автокоррекции. Измерение частоты осуществляется счетчиком кварцовой тактовой частоты. Отсчет частоты осуществляется в интервале времени, определяемом целым числом периодов рабочей частоты, причем это число периодов задается программным образом через ЭВМ в зависимости от точки цикла ускорения. Далее осуществляется арифметическая операция:

$$f_{\text{раб}} = \frac{n_{\text{зад}}}{n_{\text{изм}}} \cdot f_{\text{изм}}$$

где  $n_{\text{зад}}$  - заданное число периодов рабочей частоты в течение цикла ускорения;  $n_{\text{изм}}$  - измеренное число периодов;  $f_{\text{изм}}$  - тактовая частота /50 МГц/.

Настоящая методика позволяет делать отсчет частоты с точностью не ниже  $4 \cdot 10^{-4}$ . Частота в этой системе может быть измерена с шагом по полю  $\Delta H = 10 \text{ Э}$ , т.е. практически в 1000 точках ускорительного цикла.

Измеренная частота по сигналам с В-таймера в заданном цикле ускорения поступает в память машины и по сигналам того же В-таймера сравнивается со значением частоты в текущем цикле ускорения. Ошибка ( $\Delta f$ ) преобразуется при помощи ЦАП в аналоговый сигнал и через согласующее устройство выдается в тракт автокоррекции задающего генератора. Документ измерения частоты в заданных точках магнитного поля выдается оператору на дисплей или на телетайп.

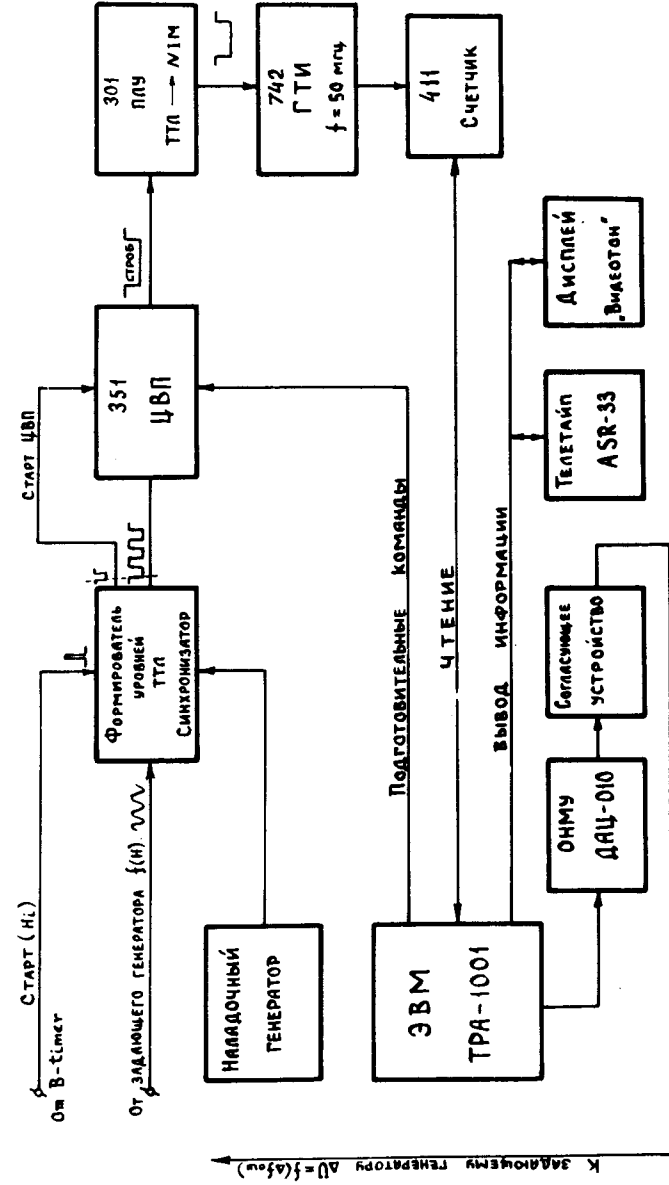


Рис. 6. Блок-схема системы измерения и управления частотой ускоряющего напряжения в режиме автокоррекции.

Аналогичным образом ошибка ( $\Delta f$ ) может быть выдана в виде гистограммы в функции магнитного поля. Достоверный контроль частоты ускоряющего напряжения чрезвычайно важен в режиме информационной недостаточности /малые уровни интенсивности/.

Нами разработана программа статистического анализа данных о работе синхрофазотрона и его функциональных узлов /минимальный вариант/. Анализ данных с 13 датчиков дает возможность определить ряд коэффициентов, позволяющих судить об эффективности работы ускорителя в режиме физического эксперимента.

В дальнейшем предполагается решить ряд задач по управлению частотой ускоряющего напряжения и автоматической настройке режима ускорения в начале синхротронного режима с помощью ЭВМ, а также по статистическому анализу данных, что позволит выдавать оптимальные рекомендации для настройки режимов синхрофазотрона.

#### *Литература*

1. В.А.Арефьев, М.П.Белякова и др. Сообщение ОИЯИ, Р10-7326, Дубна, 1973.
2. В.Н.Булдаковский, Б.В.Василишин и др. "Улучшение параметров системы вывода пучка на синхрофазотроне ОИЯИ". Труды IV Всесоюзного совещания по ускорителям, М., "Наука", 1975, т. 1, стр. 363.
3. Г.С.Казанский, И.Ф.Колпаков, Н.М.Никитюк и др. Сообщение ОИЯИ, Р9-7407, Дубна, 1972.

*Рукопись поступила в издательский отдел  
26 августа 1976 года.*