

Л-476

23/8-69

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 4700



Л.А.Леонов, И.А.Елисеева, В.Ф.Сиколенко

АППАРАТУРА ИНДИКАЦИИ  
И АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ПУЧКА  
ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1969

13 - 4700

Л.А.Леонов, И.А.Елисева, В.Ф.Сиколенко

АППАРАТУРА ИНДИКАЦИИ  
И АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ПУЧКА  
ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ

Направлено в ПТЭ

8019/2 кр

### Введение

В работе <sup>/3/</sup> обоснована необходимость индикации и пространственной коррекции пучка вторичных частиц. Там же приведены подробные результаты испытаний разработанной системы и показана эффективность ее использования. В <sup>/4/</sup> описано устройство управления и стабилизации тока корректирующего магнита.

Ниже приводится описание электронной аппаратуры, вырабатывающей корректирующие сигналы и обеспечивающей необходимые преобразования для вывода информации на одноточечный стандартный самописец.

В работах <sup>/1,2/</sup> описаны устройства индикации пространственного положения пучка, использующие аналоговые схемы обработки и запоминания информации, поступающей с ускорителя. Поскольку информация о параметрах пучка ускорителя поступает в виде дискретных сигналов, неизбежны накопления некоторых погрешностей при преобразовании дискретных величин в аналоговые, а также появление искажений информации при обработке аналоговых сигналов вследствие нелинейности и нестабильности электронных схем, работающих в режиме постоянного тока.

Наибольшие потери информации могут появиться в схемах запоминания, особенно при сравнительно низкой частоте повторения циклов ускорения (около 8-10 сек).

Системы, построенные на принципе обработки дискретных сигналов, в значительной мере свободны от перечисленных выше недостатков и позволяют использовать стандартные элементы, применяемые в вычислительной технике, что намного сокращает время разработки аппаратуры.

#### Функциональная схема

Функциональная схема аппаратуры приведена на рис. 1. Выходные импульсы детекторов частиц (сч. 1 + сч.4) поступают на декадные счётчики N1 ÷ N4 через электронные ключи K1 ÷ K4, открываемые на время существования пучка стробирующим импульсом 1. Счётчики N1 ÷ N4 фиксируют количество частиц, попадающих в соответствующие детекторы, расположенные в контролируемом пространстве перед объектом облучения. Для обеспечения большей достоверности пространственное положение пучка определяется при наборе статистики в течение некоторого числа циклов, когда общее количество частиц, попавших во все детекторы, становится равным  $\Sigma N$ . Завершение набора статистики вызывает приход запрещающего сигнала на ключ K5, что прекращает поступление импульсов с детекторов частиц на счётчики N1 ÷ N4 и определяет начало работы электронного коммутатора. Электронный коммутатор управляет программой обработки результатов измерений, накопленных в декадных счётчиках. Коммутатор представляет собой регистр, состоящий из трех триггеров с диодной матрицей, образующих электронный переключатель на шесть положений. В первых

четырех положениях с частотой поступления импульса запуска физической аппаратуры (8 + 10) сек производится последовательный опрос аналоговых преобразователей каждого счётчика с помощью контактов герметичных реле P1-P4. Напряжения преобразователей, пропорциональные числам, зафиксированным на счётчиках, записываются на диаграмме самописца типа ЭПП-0,9МЗ (скорость пробега каретки 2 сек). В пятом положении переключателя включается схема вычитания, определяющая разность в показаниях счётчиков N2 и N3. Величина этой разности записывается на счётчике N2 - N3. Знак разности определяет направление воздействия коррекции (влево или вправо). Для исключения неоправданных коррекций при малых значениях разности N2 - N3, возникающих вследствие статистической флуктуации интенсивности облучения детекторов и изменений эффективности регистрирующей аппаратуры или малых изменений положения пучка, в систему выработки корректирующих сигналов введена зона нечувствительности. Корректирующие сигналы вырабатываются лишь в том случае, если разность N2 - N3 составляет 10% от суммы  $\Sigma N$ . Количество корректирующих шагов K после одного цикла измерений зависит от величины разности  $\Delta N = N2 - N3$ ; число коррекций равно:

$$K = 1 \quad \text{при} \quad 0,1 \leq \frac{\Delta N}{\Sigma N} < 0,2,$$

$$K = 2 \quad \text{при} \quad 0,2 \leq \frac{\Delta N}{\Sigma N} < 0,3$$

и т.д.

Корректирующие импульсы поступают на систему управления магнитом.

### Схема вычитания

Отличительной особенностью описываемой аппаратуры является то обстоятельство, что при ее разработке максимально использовались стандартные устройства. В качестве счётчиков  $N$  могут быть применены любые декадные счётчики, имеющие выход на цифропечать и соответствующие характеристикам применяемых детекторов. Нами использовались декадные счётчики, описанные в /5/. Для осуществления возможности использования стандартных декад без изменения их схем, была применена схема, выполняющая функции вычитания (см. рис. 2). В пятом положении электронного переключателя коммутатора открываются ключи  $K7$  и  $K8$ , и серии сдвинутых по фазе импульсов через ключи  $K9$  и  $K10$  поступают на счётчики  $N2$  и  $N3$ . Параллельно входам счётчиков подключены ключи  $K11$ ,  $K12$  и установочные входы триггера  $T3$  таким образом, что первый входящий импульс открывает ключ для последующих импульсов своей серии и закрывает ключ для серии импульсов, сдвинутых по фазе. Например, первый импульс с выхода ключа  $K9$  не может пройти через ключ  $K11$ , поскольку последний закрыт, но переводит триггер  $T3$  в такое положение, что  $K11$  открывается, а  $K12$  закрывается. В следующий момент с генератора  $\Gamma$  поступает импульс на ключ  $K10$ , но дальнейшему его прохождению препятствует закрытый ключ  $K12$ . Триггер  $T3$  вновь переходит в исходное состояние; ключ  $K12$  открывается, а  $K11$  закрывается. Так будет продолжаться до тех пор, пока один из счётчиков  $N2$  или  $N3$  не заполнится. Тогда выходной импульс заполненного счётчика закроет свой ключ ( $K9$  или  $K10$ ), и импульсы, поступающие на вход незаполненного счётчика, будут свободно проходить через ключ своей серии ( $K12$  или  $K11$ ), поступая на счётчик разности  $N2 - N3$ . Положение триггера  $T3$  будет определять знак разности. Емкость счётчика разности опре-

деляет величину зоны нечувствительности. После заполнения этого счётчика через схемы  $I1$  закрываются ключи  $K7$  и  $K8$ , прекращается поступление импульсов с генератора  $\Gamma$  на незаполненный счётчик и одновременно вырабатывается корректирующий импульс соответствующего направления. Корректирующий импульс через схему реле времени устанавливает в нуль счётчик разности, ключи  $K7$  и  $K8$  открываются, и процесс заполнения незаполненного счётчика продолжается. Если счётчик разности опять заполнится, процесс выработки корректирующего импульса повторится. Так будет продолжаться до заполнения второго счётчика  $N$ , после чего соответствующий ключ ( $K10$  или  $K9$ ) закроется и поступление импульсов на счётчики с генератора  $\Gamma$  будет прекращено. Шестое положение переключателя устанавливает все счётчики в исходное состояние, и процесс набора статистики возобновляется. В рассматриваемом случае емкость счётчиков  $N2$  и  $N3$  - два десятичных разряда, емкость счётчика разности - один десятичный разряд.

Недостатком предлагаемой схемы вычитаний является возможность появления ошибки в одну единицу счёта при определении разности. Причиной этой ошибки служит отсутствие корреляции между начальным положением триггера знака и последовательностью заполнения счётчиков импульсами генератора  $\Gamma$ . Однако применительно к рассматриваемому случаю наличие такой ошибки не существенно.

### Реле времени

Длительность корректирующего импульса определяет изменение тока в магните и контролируется реле времени. Для получения стабильной длительности импульса в пределах нескольких секунд была разработана схема, приведенная на рис. 3. Диод  $D1$  заперт положительным напряжением  $+26$  в. После срабатывания перекидного контакта  $1P$  про-

исходит изменение знака на емкости  $C1$ . Таким приемом обеспечивается большая крутизна экспоненты в области порога отпираания диода  $D1$ . Для более четкого фиксирования момента отпираания диода через накопительную емкость подаются отрицательные импульсы, которые поступают на усилитель, выполненный на транзисторе  $PT1$ .

Усиленные и измененные по фазе импульсы поступают на запуск тиристорного генератора. Выдержка времени (длительность импульса) регулируется с помощью переменного резистора  $R3$ . При емкости  $C1$ , равной  $1$  мкф, выдержка времени регулируется в пределах от  $0,5$  до  $2$  сек. При необходимости получения больших значений выдержки времени необходимо увеличить емкость  $C1$ . Конденсатор  $C1$  должен иметь высокое значение сопротивления изоляции.

#### Аналоговый преобразователь

На самописце записывается напряжение, пропорциональное двухразрядному числу на декадных счётчиках. Для управления аналоговым преобразователем использованы выходы на цифропечать с декадных счётчиков, характеризующихся тем, что на выходах, соответствующих цифрам "1", "2", "4", "8", появляются напряжения  $-10$  в<sup>/5/</sup>. Эти напряжения управляют через эмиттерные повторители  $PT1$ - $PT4$  (рис. 4) диодными ключами  $D5$ - $D12$ . Токи через диодные ключи изменяются по закону  $2^n$ . Суммирование токов происходит на резисторах  $R17$  и  $R18$ . Падение напряжения на резисторе  $R18$  от одной единицы счёта соответствует  $0,1$  мв при использовании самописца, дающего отклонение на всю шкалу при  $10$  мв входного напряжения (ЭПП-0,9). На резистор  $R17$  подается выходной ток ключей аналогового преобразователя, выполненного по схеме рис. 4, но подключенного к декаде старшего разряда.

Установка необходимых соотношений токов через ключи достигается с помощью резисторов  $R10$ ,  $R12$ ,  $R14$ ,  $R16$ .

Пример записи на ленте самописца гистограммы распределения интенсивности между счётчиками  $N1$ - $N4$  приведен на рис. 5.

#### Заключение

1. Приведенная схема индикации и автоматической коррекции пространственного положения пучка разработана с применением типовых элементов вычислительной техники дискретного счёта. Вследствие этого появляется возможность максимального использования уже имеющегося оборудования мониторинга каналов (детекторов, схем пропускания, счётчиков ("пересчётных схем") и т.п.). Дополнительные схемы могут быть составлены из стандартных ячеек или модулей, применяемых в вычислительной технике (логические схемы ИЛИ, И, ключи, триггеры и т.п.).

2. В случаях регистрации пучков больших интенсивностей для индикации на самописце и управления положением пучка могут быть использованы лишь старшие разряды счётчиков.

#### Л и т е р а т у р а

1. G. Amato, G. Petrucci. CERN 68-33, August 1968.
2. В.А.Королев, Ю.В.Требуховский, ПТЭ, №2, 82-85 (1969).
3. В.В.Глаголев, И.А.Елисеева, Р.М.Лебедев, Л.А.Леонов, Б.Д.Омельченко, И.С.Саитов, В.Ф.Сиколенко. Препринт ОИЯИ, 13-4699, Дубна, 1969.
4. Б.Д.Омельченко. Препринт ОИЯИ, 13-4222, Дубна, 1969.
5. А.Г.Грачев, С.С.Кириллов. Препринт ОИЯИ, 1922, Дубна, 1964.

Рукопись поступила в издательский отдел  
9 сентября 1969 года.

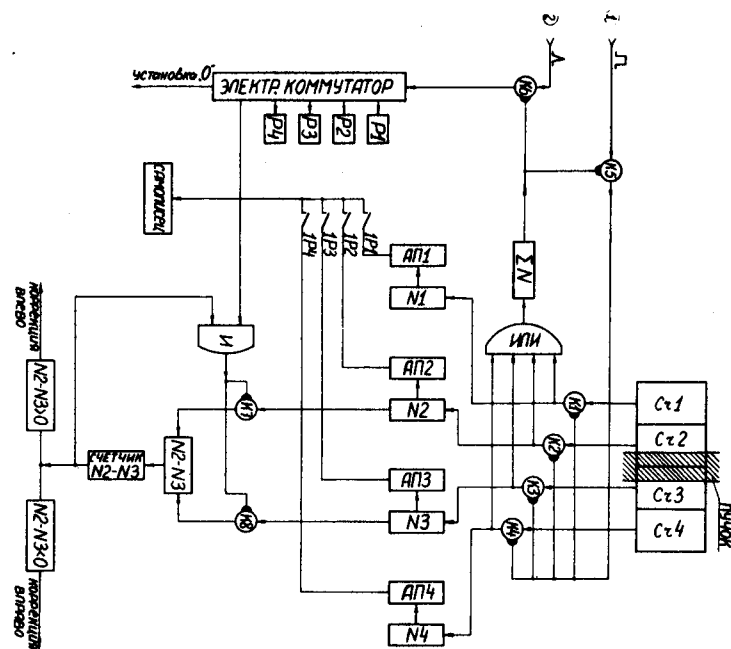


Рис. 1. Функциональная схема аппаратуры индикации и автоматической коррекции пространственного положения пучка вторичных частиц. Сч 1 - Сч 4 - детекторы частиц; К1 - К8 - электронные ключи; N1 - N4 - декадные счётчики; АП1 - АП4 - аналоговые преобразователи;  $\Sigma N$  - декадный счётчик общей интенсивности; N2 - N3 - схема вычитания; 1 - стробирующий импульс; 2 - импульс запуска физической аппаратуры.

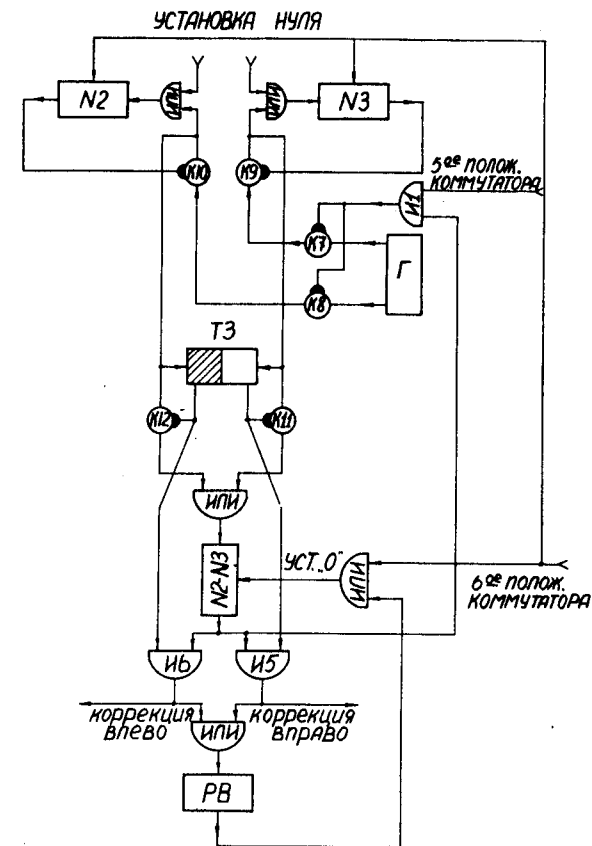


Рис. 2. Функциональная схема вычитающего устройства. ТЗ - триггер знака; Р.В. - реле времени; Г - генератор; N2, N3 - декадные счётчики; К7-К12 - электронные ключи.

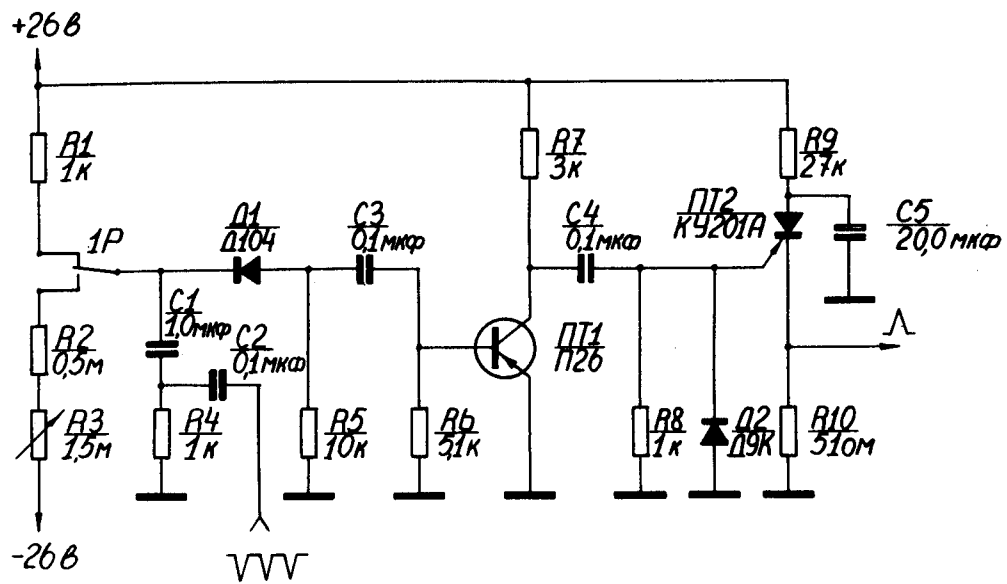


Рис. 3. Принципиальная схема реле времени.

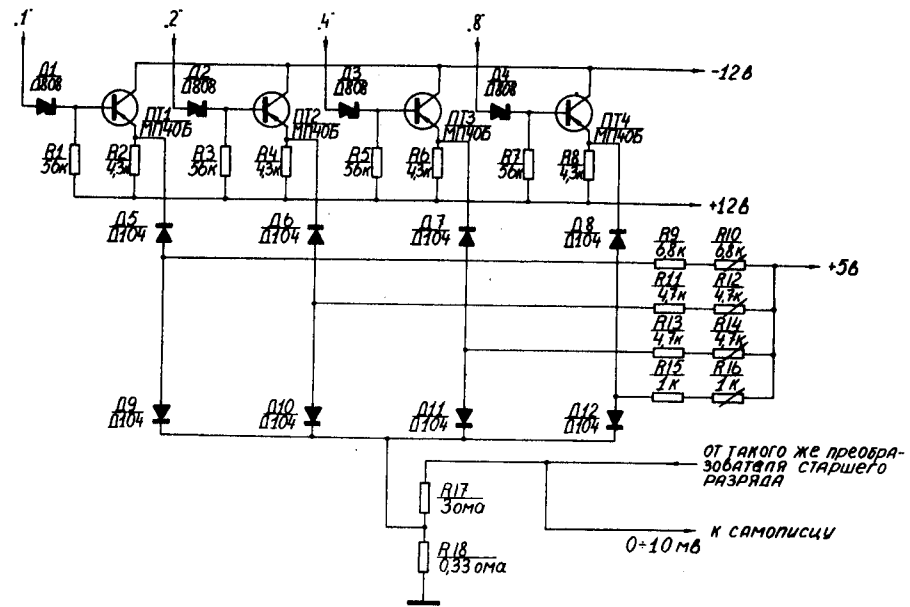


Рис. 4. Принципиальная схема аналогового преобразователя. "1", "2", "4", "8" - выходы на цифропечать с декадного счётчика.



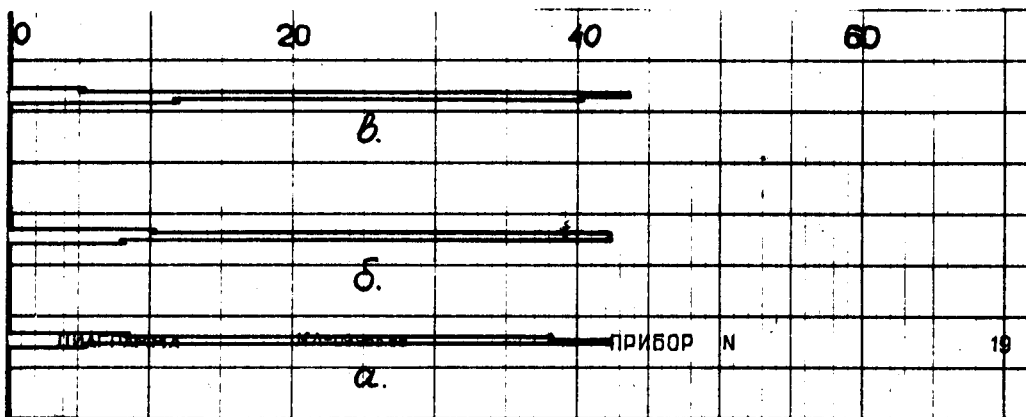


Рис. 5. Гистограмма распределения интенсивности между счётчиками, записанная самописцем; а) пучок смещен влево; б) пучок в центре; в) пучок смещен вправо.