

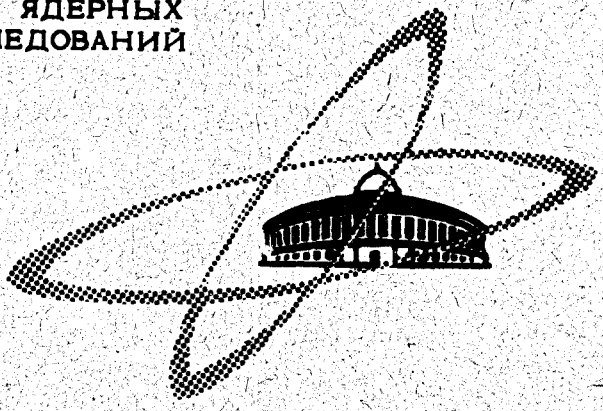
23/x-69

Г-521

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 4699



В.В.Глаголев, И.А.Елисеева, Р.М.Лебедев,  
Л.А.Леонов, Б.Д.Омельченко, И.С.Саитов,  
В.Ф.Сиколенко

СИСТЕМА ИНДИКАЦИИ  
И АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ПУЧКА  
ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ

1969

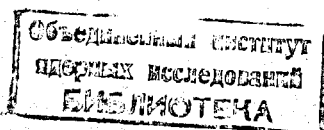
НАУКА  
СЕРИЯ ФИЗИКА  
И МАТЕМАТИКА

13 - 4699

2017/2 чр  
В.В.Глаголев, И.А.Елисева, Р.М.Лебедев,  
Л.А.Леонов, Б.Д.Омельченко, И.С.Саитов,  
В.Ф.Сиколенко

**СИСТЕМА ИНДИКАЦИИ  
И АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ПУЧКА  
ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ**

Направлено в ПТЭ



При проведении экспериментов на канале вторичных частиц большой протяженности (около 100 м) наблюдается дрейф пространственного положения пучка, обусловленный нестабильностью некоторых систем ускорителя или систем формирования пучка.

В некоторых случаях величина такого дрейфа недопустима, и возникает необходимость стабилизации пространственного положения пучка вторичных частиц.

В частности, такой дрейф систематически наблюдался при экспозициях метровой жидководородной пузырьковой камеры ОИЯИ. Эта камера имеет входные окна для пучка частиц в кожухе и корпусе. Пучок на входе в камеру специально растянут в горизонтальном направлении для уменьшения случаев наложения треков на фотографиях. Для оптимального прохождения по объему камеры, находящейся в магнитном поле, пучок входит в нее под углом к оси окон. Все это накладывает достаточно жесткие ограничения на дрейф пучка (в горизонтальном направлении).

Наличие частиц, прошедших вне окон, увеличивает неопределенность в импульсе, а их исключение при помощи математических программ на ЭВМ увеличивает трудоемкость ряда операций при обработке и уменьшает статистическое обеспечение физических результатов.

Еще одним аргументом в пользу применения системы автоматической коррекции пучка является возможность учета систематических иска-

жений (например, оптических) в случае, когда пучок постоянно проходит через одну и ту же зону камеры.

### Принцип работы системы

Упрощенная функциональная схема системы стабилизации положения пучка, отличающаяся от известных /1,2/, приведена на рис. 1. Четыре системы счетчиков (Сч 1, Сч 2, Сч 3 и Сч 4) определяют контролируемые пределы возможных перемещений пучка вторичных частиц по горизонтали. Число зарегистрированных частиц в каждом счетчике фиксируется стандартными декадными пересчетными схемами  $N_1$ ;  $N_2$ ;  $N_3$  и  $N_4$  соответственно. Суммарное количество частиц, прошедшее через контролируемую область, фиксируется декадной пересчетной схемой  $\Sigma N$ . При наборе определенной статистики, т.е. при достижении заданного числа  $\Sigma N$ , включается схема электронного коммутатора, который определяет дальнейшую работу системы по заданной программе:

1. Прекращает поступление информации в счетчики  $N_1 + N_4$  и  $\Sigma N$ .
2. Осуществляет последовательный опрос пересчетных схем  $N_1 + N_4$  с выводом числовой информации через аналоговые преобразователи на самописец. В результате на диаграммной ленте самописца вычерчивается гистограмма распределения интенсивности между счетчиками Сч 1+Сч 4 за время набора статистики из числа  $\Sigma N$  - частиц.
3. Включает систему выработки сигналов на корректирующий магнит.

Для определения величины и направления коррекции с помощью схемы вычитания находится разность между числами  $N_2$  и  $N_3$ , соответствующими числу частиц, зарегистрированных двумя средними счетчиками. Если эта разность не превышает 10% от общей суммы зарегистри-

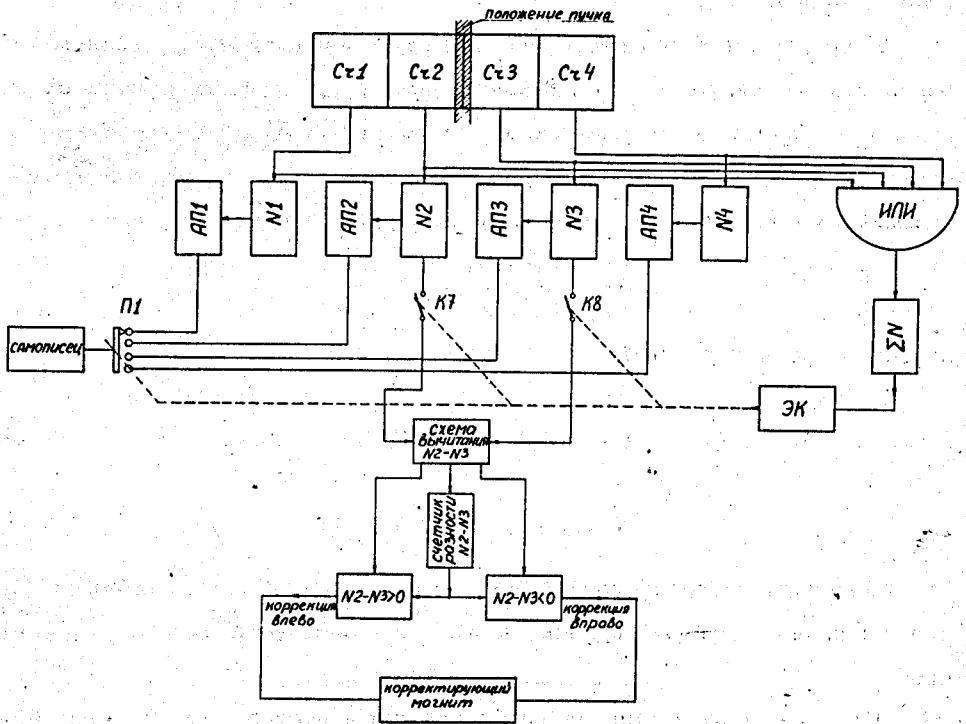


Рис.1. Упрощенная функциональная схема системы индикации и автоматической коррекции пространственного положения пучка вторичных частиц. Сч. - счетчик частиц, N - декадный счетчик, АП - аналоговый преобразователь числа в напряжение, ЭК - электронный переключатель, K7, K8 - электронные ключи.

рированных частиц  $\Sigma N$ , то коррекция не производится. Введение такой зоны нечувствительности значительно уменьшает неоправданные коррекции по причине статистических флуктуаций числа частиц, прошедших через счетчики Сч 2 и Сч 3, и других причин (флуктуации эффективности регистрирующих схем, малые дрейфы пространственного положения пучка и т.п.).

Коррекция производится дискретным изменением тока в одном из поворотных магнитов канала. Количество корректирующих импульсов определяется процентным отношением разности  $N_2 - N_3$  к общей сумме счета  $\Sigma N$ : каждые полные 10% разбаланса вызывают один корректирующий импульс, т.е. при относительном разбалансе

$$\Delta n = \frac{N_2 - N_3}{\Sigma N}$$

делается число коррекций:

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

$$K = 2 \quad \text{при} \quad 0,2 \leq \Delta n < 0,3 \quad \text{и т.д.}$$

Величина дискретного изменения тока за один корректирующий импульс подобрана таким образом, чтобы не происходило перерегулирования.

После завершения цикла коррекций вся регистрирующая схема возвращается в исходное состояние, и начинается новый набор статистики для определения пространственного положения пучка.

#### Основные параметры системы

На основании описанного выше принципа действия системы была разработана аппаратура индикации и автоматической коррекции положе-

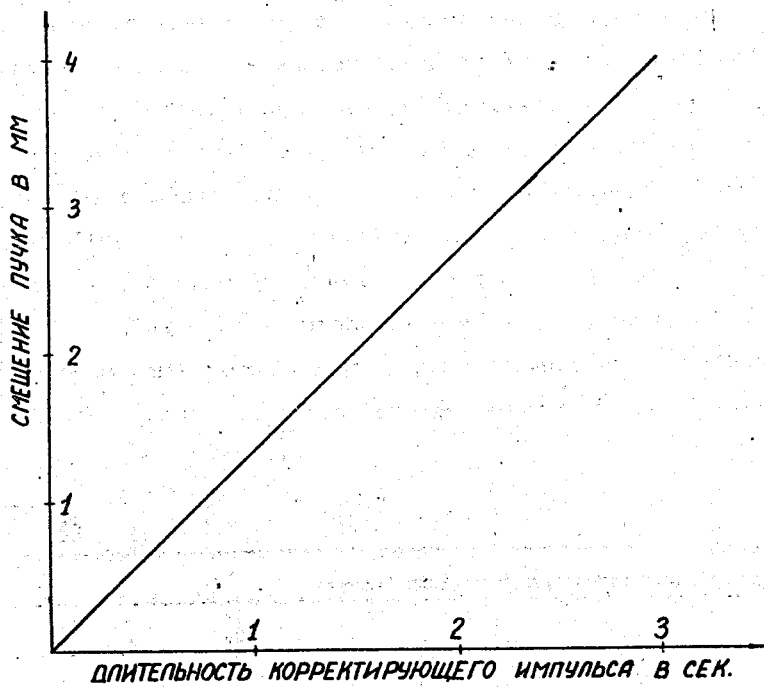


Рис.3. Зависимость смещения пучка вторичных частиц по горизонтали от длительности корректирующего импульса.

Единичная коррекция соответствует перемещению оси пучка на 2 мм возле пузырьковой камеры (что соответствует изменению тока в поворотном магните на 0,06%). Максимальная зона регулирования соответствует изменению тока в поворотном магните на  $\pm 2\%$  от номинального значения. Величина перемещения пучка определяется длительностью корректирующего импульса (в нашем случае длительность импульса равна 1,5 сек). Зависимость между длительностью импульса и смещением пучка линейна (рис. 3).

### Результаты испытания системы

Результаты работы системы приводятся по данным двухнедельного сеанса облучения метровой жидководородной пузырьковой камеры.

На рис. 4а приведена кривая дрейфа пучка вторичных частиц за 25 часов, который имел бы место при отсутствии коррекции. Кривая построена по результатам измерений тока в корректирующем магните. Как следует из этого графика, максимальный дрейф пучка составил бы 106 мм.

На рис. 4б приведены действительные отклонения пучка от заданного положения в тех же условиях при работе коррекции. Максимальный уход пучка не превышает  $\pm 6$  мм.

Как следует из сопоставления графиков, система коррекции имеет динамическую ошибку в зонах максимальной производной кривой положения нескорректированного пучка. Однако значение этой ошибки редко превышает  $\pm 6$  мм.

Таким образом, результаты испытаний показали, что выполненная система автоматической коррекции удовлетворяет предъявленным требованиям.



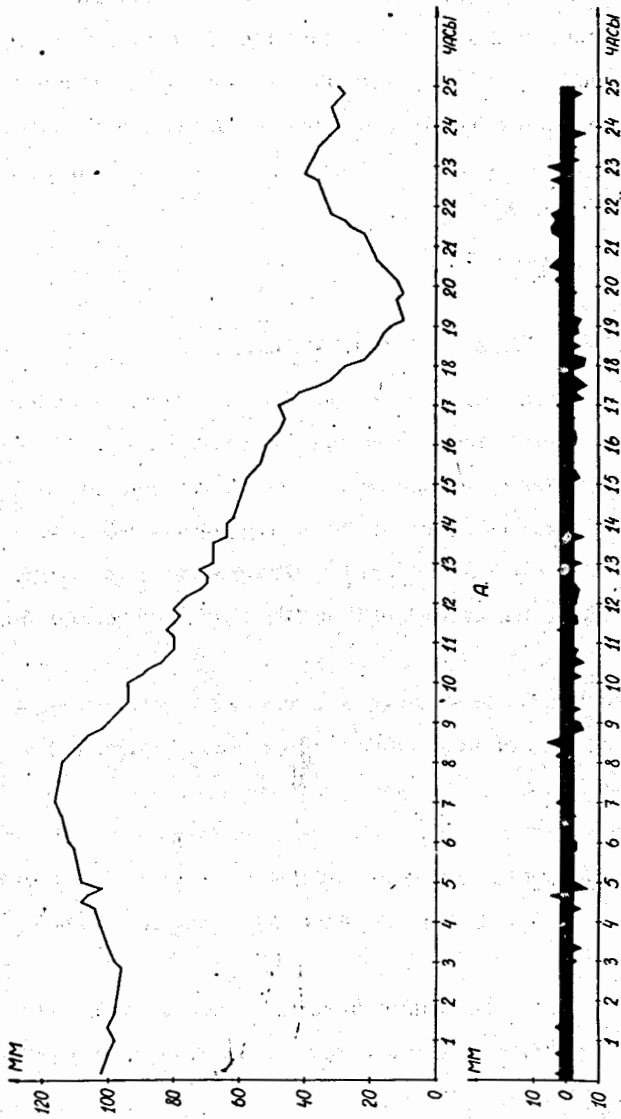


Рис.4. а - дрейф пучка вторичных частиц, восстановленный по изменению тока в магните в результате работы автоматической коррекции. б - действительное пространственное положение пучка в результате компенсации дрейфа автоматической коррекцией. Показаны только отклонения пучка, выходящие за зону нечувствительности ( $+2$  мм). Допустимые уходы пучка на данной камере составляли  $\pm 10$  мм.

## Заключение

1. Результаты испытаний системы автоматической коррекции пространственного положения пучка во время двухнедельного сеанса экспозиции метровой жидководородной пузырьковой камеры показали высокую эффективность ее применения. В предыдущих облучениях камеры для коррекции вручную требовалось каждый раз снимать пространственное распределение пучка с помощью сканирующего счетчика. Работа эта была трудоемкой и малоэффективной.

2. Положение оси пучка легко изменяется путем перемещения системы счетчиков.

3. Предложенная система может быть использована также в опытах с электроникой для удержания пучка в пределах мишени.

4. Подробное описание электронной аппаратуры системы индикации и автоматической коррекции пространственного положения пучка приведено в работе /3/, а исполнительной системы - в работе /4/.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность А.М. Балдину, И.Н. Семенюшкину, Н.М. Вирясову, К.В. Чехлову за внимание и поддержку, С.В. Федукову, Н.И. Малашкевичу за полезные обсуждения, В.П. Сергееву, О.И. Блинову за монтаж и помощь в наладке аппаратуры.

## 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. Л.А. Леонов, И.А. Елисеева, В.Ф. Сиколенко. Препринт ОИЯИ №13-4700, Дубна 1969.

4. Б.Д. Омельченко. Препринт ОИЯИ 13-4222, Дубна, 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел  
9 сентября 1969 года.