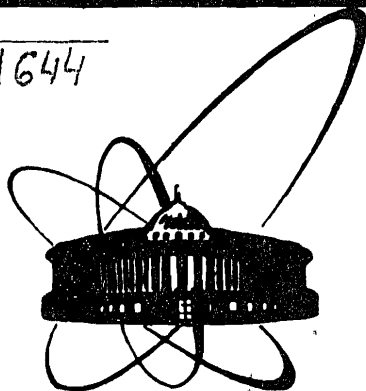


М644



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

С3450

9-87-321

И. В. Мирохин

**О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ
ПОЛНОЙ МАТРИЦЫ ПУЧКА
СПОСОБОМ НАХОЖДЕНИЯ
МИНИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ОГИБАЮЩЕЙ**

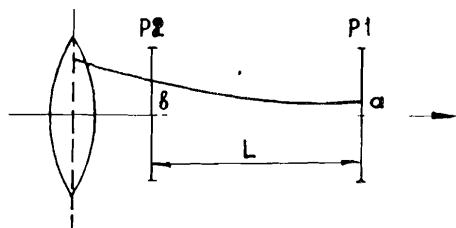
1987

Для корректного решения задачи транспортировки и формирования выведенного протонного пучка фазотрона ОИЯИ^{1/1} необходимо^{2/2} с достаточной точностью знать начальные условия:

- 1/ матрицу пучка на входе в ионно-оптическую систему,
- 2/ среднюю энергию и энергетический разброс пучка протонов.

Настоящая работа посвящена описанию метода восстановления всех элементов матрицы пучка способом получения минимального значения огибающей.

Гл. па-сть.



Рассмотрим систему, состоящую из квадрупольной линзы и дрейфового промежутка /см. рис. /. Пусть значения огибающей пучка, измеренные в сечениях p_1 и p_2 , равны a и b соответственно. Матричное уравнение, описывающее оптику между этими сечениями /в вакууме/

$$\mu^{p_1} = \sigma \mu^{p_2} \sigma^T, \quad /1/$$

где

$$\sigma = \begin{pmatrix} 1 & L \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

матрица дрейфового промежутка, а матрицы пучка μ^{p_1} , μ^{p_2} имеют вид^{2,3}

$$\mu = \begin{pmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} \\ \mu_{12} & \mu_{22} \end{pmatrix},$$

причем эмиттанс пучка

$$\epsilon = \sqrt{\det \mu}.$$

Соответствующие уравнения для элементов матриц образуют систему

$$\mu_{11}^{p_1} = \mu_{11}^{p_2} + 2L\mu_{12}^{p_2} + L^2\mu_{22}^{p_2}$$

$$\mu_{12}^{p_1} = \mu_{12}^{p_2} + L\mu_{22}^{p_2}$$

$$\mu_{22}^{p_1} = \mu_{22}^{p_2},$$

/3/

где $\mu_{11}^{p1} = a^2$, $\mu_{11}^{p2} = b^2$.

Учитывая /2/, первое уравнение /3/ можно переписать в виде

$$a^2 = b^2 + 2L \mu_{12}^{p2} + L^2 \left(\frac{\epsilon^2 + \mu_{12}^{p2 2}}{b^2} \right). \quad /3.1/$$

Разрешая /3.1/ относительно μ_{12}^{p2} , получаем

$$\mu_{12}^{p2} = -\frac{b^2}{L} \pm \sqrt{\frac{a^2 b^2}{L^2} - \epsilon^2}. \quad /4/$$

Таким образом, из измерений значений огибающей пучка в двух произвольных сечениях дрейфового промежутка при произвольном режиме работы линзы можно получить оценку величины эмиттанса пучка сверху

$$\epsilon \leq \frac{ab}{L}. \quad /5/$$

Известно /4/, что /5/ превращается в точное равенство при минимальном значении огибающей в сечении r . Действительно, из условия экстремума

$$\frac{\partial \mu_{11}^{p1}}{\partial \mu_{12}^{p2}} = 0,$$

$$\text{следует } \mu_{12}^{p2} = -\frac{b^2}{L} \text{ и далее } \mu_{22}^{p2} = \frac{a^2 + b^2}{L^2}.$$

Таким образом оказывается, что способ измерения эмиттанса пучка, основанный на нахождении минимального значения огибающей на фиксированном расстоянии от квадрупольной линзы /4/, значительно информативней, и позволяет полностью восстановить матрицу пучка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмин Е.С. и др. ОИЯИ, 9-82-406, Дубна, 1982.
2. Brown K.H. et al. CERN 80-04, 1980.
3. Гаркуша В.И. и др. ИФВЭ, 79-24, Серпухов, 1979.
4. Бенфорд А. Транспортировка пучков заряженных частиц. М.: Атомиздат, 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел
8 мая 1987 года.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика