

С 3450

Б-202

+



БАЛАШОВА, В.С. и др.

Б1-9-6574.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б1-9-6574

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1972

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
Лаборатория высоких энергий

В.С.Балашова, С.В.Мухин, И.Н.Семенюшкин

Б1-9-6574

с 3450

Б-202

ПРОГРАММА РАСЧЕТА ИМПУЛЬСНОГО СПЕКТРА  
И ПРОФИЛЯ ПУЧКА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В  
МАГНИТООПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.

с.ф. 3369

Руководитель института  
В.С. Балашова  
6 июля 1972 г.

г. Дубна, 1972 г.

Объединенный институт  
ядерных исследований  
СНТД

Формируемый пучок заряженных частиц, как правило, должен удовлетворять целому ряду требований на выделенный импульс и импульсный спектр частиц, его геометрические размеры (эмиттанс пучка), интенсивность и т.д.

Это обуславливает в свою очередь выбор и расположение элементов магнитной оптики, их параметров, расположений и размеров коллиматоров. Расчёты на основе представления совокупности формируемых частиц в рассматриваемой плоскости в виде фазового эллипса позволяют определить такие важные характеристики как импульсный спектр и профиль пучка в любом месте канала. Однако часто используемый для этих целей графический метод <sup>/1/</sup> является довольно трудоемким.

В настоящем сообщении приводится описание программы, предназначенной для нахождения с помощью ЭВМ импульсного спектра и профиля пучка заряженных частиц.

Решение задачи сводится к следующему.

Для выбранной схемы формирования пучка с заданными параметрами элементов <sup>/2/</sup> последовательно проводится расчёт движения фазового эллипса для частиц с разными импульсами. Для каждого импульса частиц в рассматриваемой точке канала находится его аксептанс. Аксептанс определяется площадью криволинейного многоугольника, одна или несколько сторон которого могут быть образованы фазовым эллипсом, а другие стороны - прямыми, характеризующими коллиматоры (рис.1).

Для большей наглядности на рис.1 изображен случай, когда многоугольник *abcde* образован фазовым эллипсом и двумя парами прямых.

Уравнение фазового эллипса в канонической форме имеет вид:

$$\gamma x^2 + 2\alpha x x' + \beta x'^2 = \varepsilon, \quad (1)$$

(I)

где  $\alpha, \beta, \gamma$  - коэффициенты эллипса,  
 $\varepsilon = \frac{\pi F}{F}$  - эмиттанс, а  
 $F$  - площадь эллипса.

Коллиматор представляется в виде двух или более пар прямых, каждая из которых описывается уравнением /3/ вида:

$$x' - \frac{A_{22}}{A_{12}} - \frac{\pm B + a_{13} \frac{\Delta p}{p_0}}{A_{12}} = 0 \quad (2)$$

где  $B$  - полуширина коллиматора,  
 $p_0$  - импульс частиц,  
 $\Delta p = p_i - p_0$

$a_{13}$  - член результирующей матрицы, описывающей действие магнитооптической системы от её начала до данной точки коллиматора,

$A_{12}, A_{22}$  - члены результирующей матрицы, описывающей действие

последующей за данной точкой коллиматора части магнито-оптической системы.

Вычисление площади многоугольника  $abcde$  состоит в следующем. Находится интервал изменения  $X$ , удовлетворяющий уравнению эллипса (I) от  $X_{\min} = -\sqrt{\epsilon\beta}$  до  $X_{\max} = \sqrt{\epsilon\beta}$ . Этот интервал разбивается на  $m$  частей. Начиная с  $X_{\min}$  определяются значения  $X'$  для эллипса  $X'_{\epsilon 1i} \geq X'_{\epsilon 2i}$ . Для этого же значения  $X_i$  определяются значения  $X'$  для прямых I  $X'_{I 1i} > X'_{I 2i}$ . Далее проводится сравнение величин  $X'_{\epsilon 1i}$  и  $X'_{I 1i}$  и оставляется меньшая из этих величин. Затем сравниваются величины  $X'_{\epsilon 2i}$  и  $X'_{I 2i}$  и оставляется большая из этих величин. И, наконец, полученные результаты сравниваются между собой. Если при этом первая из двух сравниваемых величин больше второй, то для данного значения  $X$  остаются ранее найденные при сравнении величины  $X'$ . Если же первая величина равна второй или меньше, то для данного  $X$  значения  $X'$  принимаются равными нулю. Используя указанный алгоритм для  $X_j$  (рис. I) получим значения  $X'$  равные соответственно  $X'_{\epsilon 1j}$  и  $X'_{I 2j}$ . Таким образом, после наложения первой пары прямых на фазовый эллипс, получим в интервале  $X$  ( $X_{\min} \div X_{\max}$ ) совокупность новых значений  $X'$ , которые будут использоваться для дальнейших сравнений. Последовательно накладывая все пары прямых и проводя соответственно указанному алгоритму сравнения, получим для каждого значения  $X$  в выбранном интервале соответствующие значения  $X'$ , т.е. тем самым определили искомый многоугольник. Если теперь найти для каждого  $X$  модуль разности соответствующих значений  $X'$  и отнести его к эмиттансу, то эта величина будет пропорциональна интенсивности пучка в данной координате, а их сумма будет определять площадь

найденного многоугольника, т.е. вклад частиц с импульсом  $P_i$  в импульсный спектр пучка.

При нахождении профиля пучка в рассматриваемом месте канала проводятся аналогичные вычисления для всех наперед заданных импульсов выбранного интервала. Искомое распределение находится суммированием полученных при одних и тех же  $X$  результатов с учётом положения центра Эллипса относительно оси канала. Положение центра Эллипса частиц с импульсом  $P_0$  совпадает с осью канала.

На рис.2, 3, 4 приведены результаты расчёта импульсного спектра и профиля пучка в горизонтальной и вертикальной плоскостях для канала № 14 ЛВЭ ( перед магнитом СП-100).

#### Л И Т Е Р А Т У Р А:

1. С.В.Мухин, И.Н.Семеновкин, Сообщение ОИЯИ I-5430, 1970 г.
2. Р.Н.Федорова, А.И.Широкова. Препринт ОИЯИ II-338I, Дубна, 1967.
3. В.С.Балашова, С.В.Мухин, И.Н.Семеновкин. Сообщение ОИЯИ D-538D

Семенов  
Федорова  
Балашова

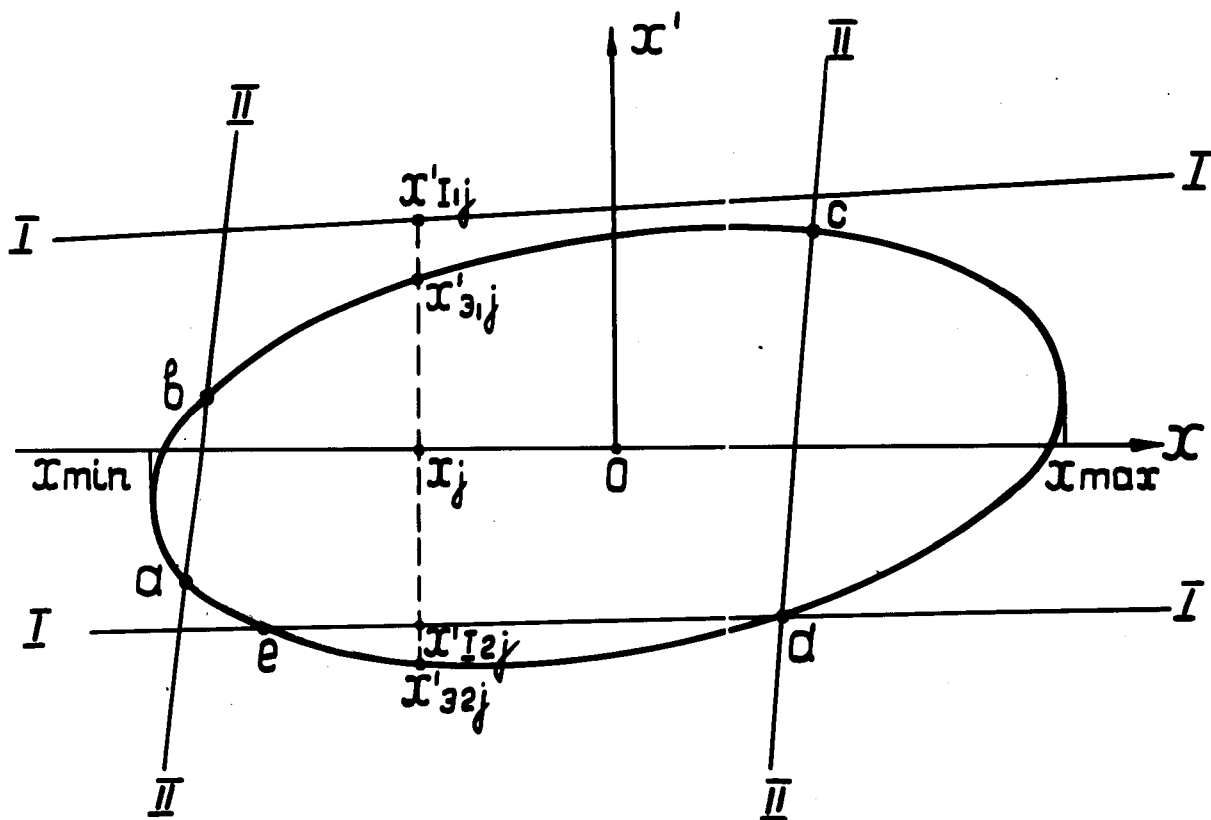


Рис. I. Схема нахождения акцептанса  $abcde$  для частиц с импульсом  $p_i$ , описываемых фазовым эллипсом.  $I, II$  - прямые коллиматоров.

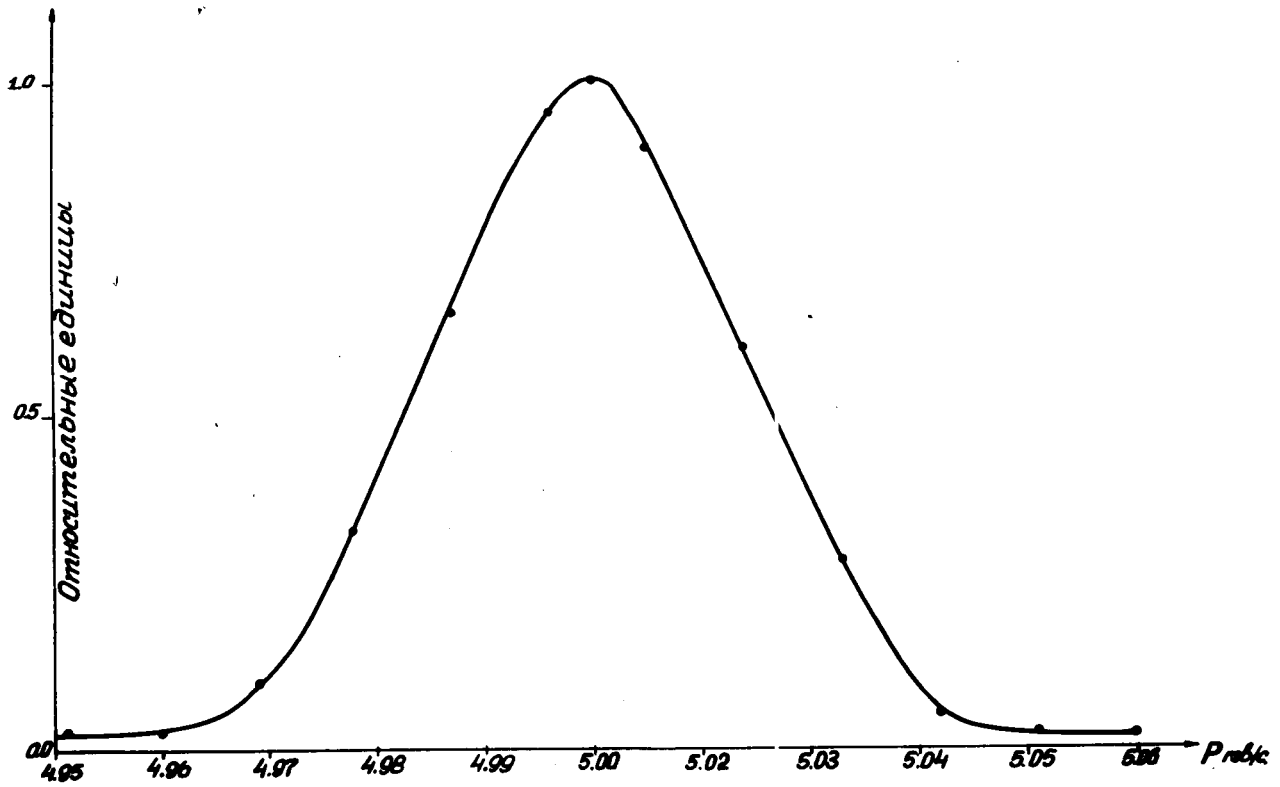


Рис.2. Расчётное импульсное распределение пучка.



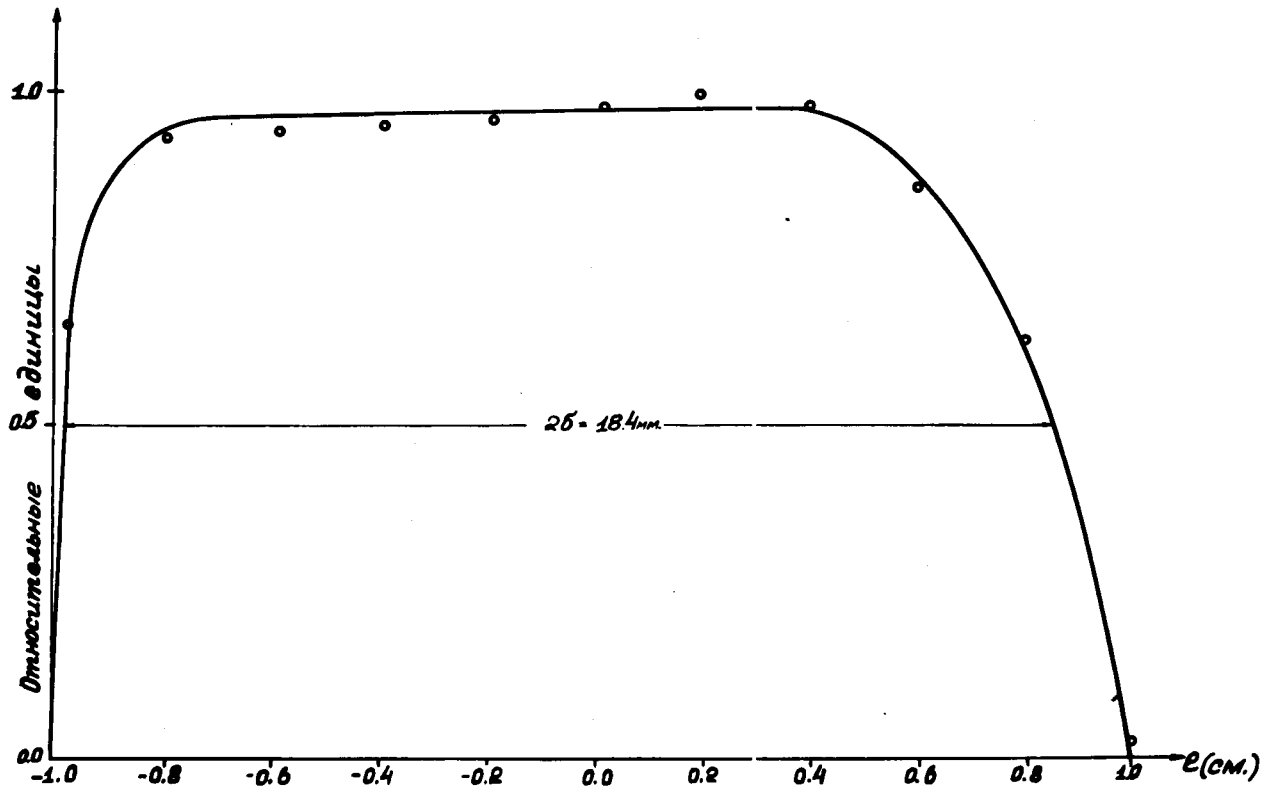


Рис. 3. Расчётный горизонтальный профиль пучка.

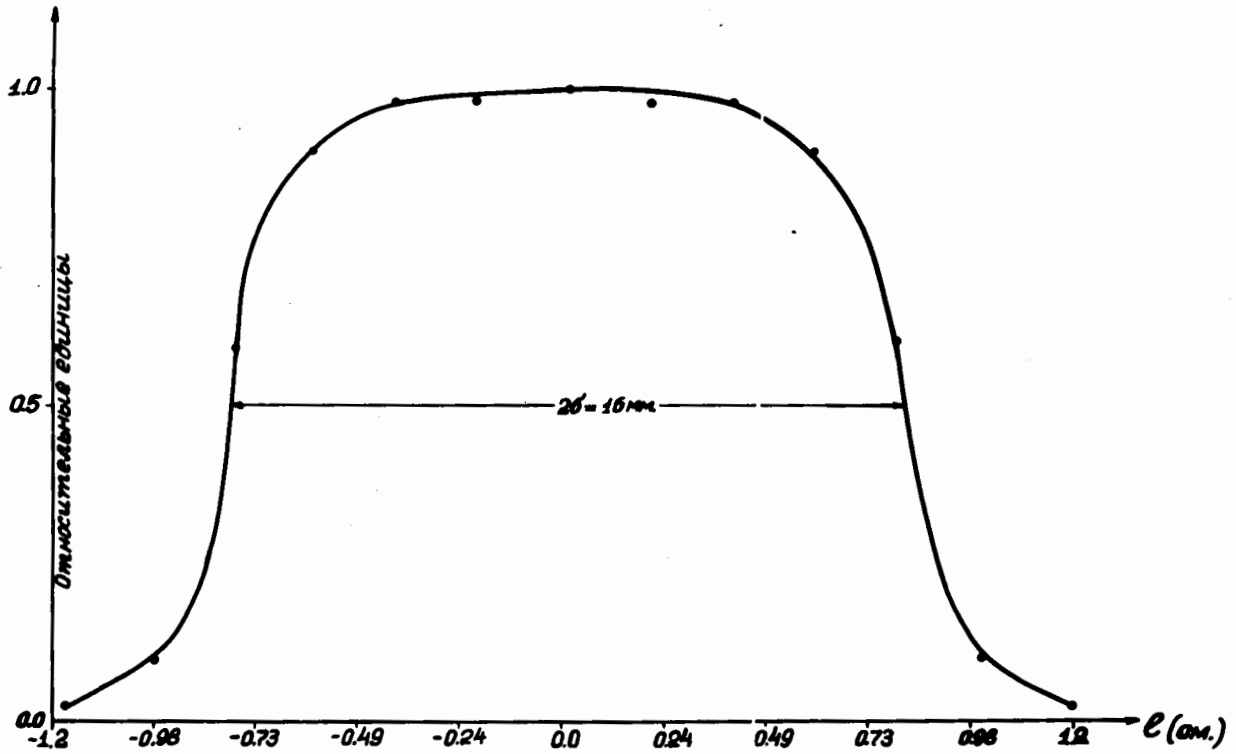


Рис. 4. Расчётный вертикальный профиль пучка.

## И Н С Т Р У К Ц И Я

к составлению массива перфокарт для  
счёта по программе "Профиль"

Чтобы вести счёт по программе "Профиль" нужно иметь:

- I. Массив перфокарт, содержащий программу
- II. Массив начальных условий.

Начальные условия вводятся в машину с перфокарт в следующем порядке:

- 1) Число считаемых импульсов частиц -  $\overline{IMP}$  ( $\overline{IMP} \leq 13$ )  
(Формат  $2x\overline{13}$ )
- 2) Число коллиматоров -  $KOL\overline{IM}$  горизонталь ( $KOL\overline{IM} \leq 6$ )  
(Формат  $2x\overline{13}$ ).
- 3) Число коллиматоров -  $KOL\overline{IMV}$  вертикаль ( $KOL\overline{IMV} \leq 6$ )  
(Формат  $2x\overline{13}$ )
- 4) Считаемые импульсы в Гэв/с от  $P_{min}$  до  $P_{max}$  по порядку (формат 5F7.4 по 5 чисел на перфокарту)
- 5) Величины матриц ( $A_{11}, A_{12}, A_{13}$ ) - члены результирующей матрицы от коллиматора до конца канала). Сначала проби-  
ваются значения  $A_{11}$  по 5 значений на одну перфокарту  
(формат 5F11.3), затем с новой карты аналогично значе-  
ния  $A_{12}$  (формат 5F11.8) и аналогично  $A_{13}$  (формат 5F12,6)
- 6) Величины матриц ( $a_{13}, a_{23}$  - члены результирующей  
матрицы от начала канала до коллиматора).  
Для всего интервала импульсов от  $P_{min}$  до  $P_{max}$ ,  
аналогично предыдущему. (форматы 5F11.8, 5F12.9).

- 7) Коэффициенты фазового эллипса для частиц с импульсом  $P_i$  ( $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  - горизонталь), ( $\alpha_{Vi}, \beta_{Vi}, \gamma_{Vi}$  - вертикаль). Для всего интервала импульсов от  $P_{min}$  до  $P_{max}$ , аналогично пункту 5 (форматы 5 I2.9, 5 II.5, 5 I2.9).
- 8) Величины матриц ( $A_{I2}, A_{I3}, A_{22}$  - горизонталь), ( $A_{VI2}, A_{V22}$  - вертикаль) от начала канала до коллиматора на отдельной перфокарте от  $P_{min}$  до  $P_{max}$ , начиная с первого коллиматора и т.д. по 6 значений на одной перфокарте (форматы 6 FII.5, 6 FII.6, 6 FII.9).
- 9) Полуширины коллиматоров в сантиметрах в горизонтальной плоскости -  $B$ , в вертикальной -  $B_{VV}$  в последовательности от начала канала по пучку (формат 6F5.2).
- I0) "Нулевой импульс  $P_0$  в Гэв/с" - ось канала (формат F7.4).
- II) Эмиттанс пучка в см.рад на входе в канал -  $\epsilon_{ps}$  горизонталь  
 $\epsilon_{psy}$  - вертикаль (формат FII.8).
- I2) Масштаб -  $MS$  (формат 2xI3).

Масштаб показывает во сколько раз при расчётах профиля пучка шаг изменения координаты будет меньше 1 см.

Все начальные данные печатаются в той же последовательности, как и вводятся.

Результаты расчётов импульсного распределения и профилей пучка в горизонтальной и вертикальной плоскостях печатаются в виде гистограмм.

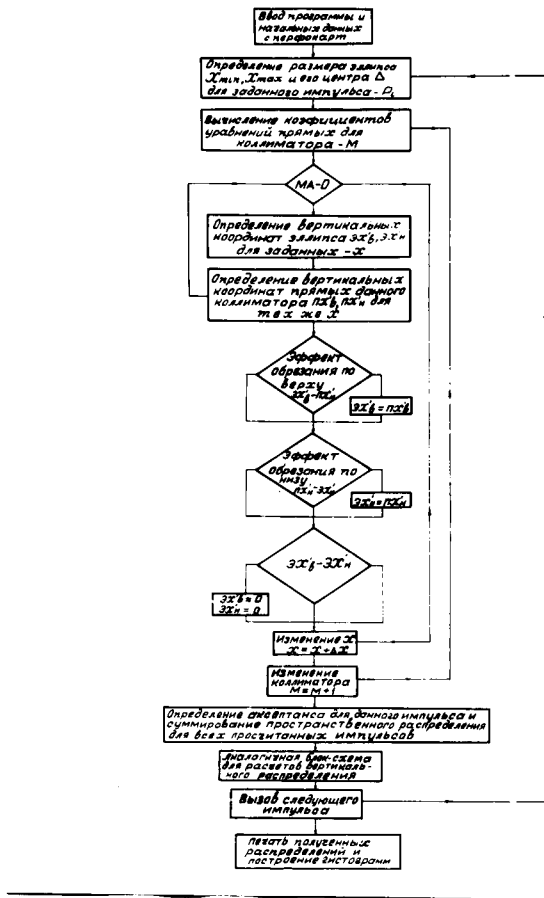


Рис.5. Блок-схема программы.