

Коржабина И. А. и Ледницки Р.
БЗ-13-7354
С 344.19 + 48406
К-665



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

БЗ-13-7354

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1973

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

БЗ-13-7354

И.А.КОРЖАВИНА ^{х)}, Р.Л.ДЕНИЩИ

"АПРОКСИМАЦИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ УСТАНОВКИ "ЛЮЦИЛА"
ДЛЯ ПРОГРАММЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ"

с. р. 3717

Рукопись поступила
в издательский отдел
26. июля 1973

х). НИИЯФ МГУ.

Объединенный институт
ядерных исследований
Библиотека

А Н Н О Т А Ц И Я

Результаты измерений компонент магнитного поля в камере "ЛЮЦИЛА" (~ 3000 точек для каждой компоненты) аппроксимируются полиномом, содержащим 48 параметров.

Точность аппроксимации сравнима с ошибкой измерений поля во всем объеме камеры. Рассматривается связь координатных систем магнитных и оптических измерений.

Для определения импульсов заряженных частиц, регистрируемых в пузырьковых камерах, необходимо знать точное значение величины магнитного поля внутри объема камеры. В программе геометрического восстановления события "MOTRESH" /1/ предусмотрены два варианта описания магнитного поля:

1. Задание измеренных значений магнитного поля в виде таблицы.
2. Описание магнитного поля аппроксимирующей функцией.

Второй вариант экономнее в отношении объема памяти и скорости счета на ЭВМ.

Конструкция установки "Людмила" /2/ (рис.1) обуславливает некоторую несимметричность магнитного поля, особенно вдоль осей X и Z что видно из диаграмм линий уровня Z - компоненты поля \vec{H} в плоскостях $Z = -5$ (рис.2) и $X = 0$ (рис.3).

Характер неоднородности магнитного поля позволил описать все его компоненты H_i ; ($i = X, Y, Z$) полиномом степени не выше третьей по координатам X и Z и не выше второй по координате Y т.е.:

$$H_i = \sum_{I=0}^3 \sum_{J=0}^2 \sum_{K=0}^3 A(N) Z^I Y^J X^K \quad (1)$$

где $N = 12 \cdot J + 3 \cdot I + K + 1$.

(Об определении системы координат см. Приложение).

Параметры $A(N)$, число которых для каждой компоненты поля равно 48, определялись с помощью программы минимизации квадратичного функционала χ^2 "FUMILI" /3/. Полученные значения параметров $A(N)$ приведены в таблице I.

При подгонке параметров предполагалось, что ошибка в измерении поля не зависит от координаты точки измерения и является постоянной. В этом случае по полученным значениям функционала χ^2 можно определить теоретическую ошибку σ_{th} , используя условие равенства χ^2 числу степеней свободы n_f . Вычисленные таким образом значения ошибок σ_{th} можно сравнить с разбросом повторных измерений поля σ_{ex} , которые приведены в таблице 2. Это сравнение показывает, что формула (I) достаточно хорошо описывает распределение магнитного поля в камере. Кроме того, анализ отклонений, вычисленных по формуле (I), значений поля от измеренных показал, что соответствие между этими величинами имеет место по всему объему камеры, т.е. нигде не возникает систематического сдвига между теоретическим и экспериментальным распределениями поля, существенно большего ошибки

Обсчет событий по обоим вариантам программы "MATHRESH" дал хорошо совпадающие значения импульсов частиц в pp-столкновениях при $35 \text{ GeV}/c$. Относительная равность импульсов не превышает $0,2\%$ как для первичных, так и для вторичных треков.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

С камерой связаны две координатных системы, одна из которых (X', Y', Z') определяется оптическими измерениями, а вторая (X, Y, Z) - магнитными (рис.4).

Начало отсчета O' системы координат (X', Y', Z') задается относительно крестов на прижимных стеклах примерно в центре нижней плоскости водородного стекла. Ось $O'Z'$ перпендикулярна поверхности всех стекол на пути светового луча, что достигается юстировкой верхнего и прижимных стекол с помощью автоколлимационной трубы. Ось $O'X'$ фиксируется также относительно крестов на прижимных стеклах примерно вдоль направления пучка.

Система координат (X, Y, Z) жестко связана с магнитом. Ось OZ направлена вертикально вверх. Направления осей OY и начало отсчета O задаются системой двух ортогональных линеек l_x и l_y фиксированных относительно магнита в горизонтальной плоскости приблизительно на уровне прижимных стекол. Ось OX направляется также по пучку. При юстировке стекол следует добиваться совпадения направлений OX и $O'X'$, т.е. $\beta = \angle(OX, O'X') \approx 0$.

Расстояние \overline{OB} по вертикали начала отсчета O от плоскости линеек l_x и l_y равно $244,8 \pm 0,1$ см.

Перед началом каждого облучения камеры замеряется угол α между плоскостями линеек и прижимных стекол, который при условии $O'X' \parallel OX$ совпадает с углом между осями OZ и $O'Z'$

$$\alpha = \angle(O'Y', OY) = \angle(O'Z', OZ) \quad (2)$$

Замеряется также расстояние \overline{AB} и координаты ΔX и ΔY точки A относительно крестов на прижимных стеклах (рис.5).

Используя известные координаты крестов на прижимных стеклах в системе (X', Y', Z') можно определить координаты точки А в оптической системе:

$$\begin{aligned} X'_A &= -22.513 + \Delta X \\ Y'_A &= -40.078 + \Delta Y \end{aligned} \quad (3)$$

Из рис.4 определение координат точки О в системе (X', Y', Z') очевидно:

$$\begin{aligned} X'_O &= X'_A \\ Y'_O &= Y'_A + \overline{OA} \sin \alpha \end{aligned} \quad (4)$$

$$Z'_O = \overline{OA'} - \overline{OA} \cos \alpha, \quad \overline{OA} = \overline{OB} - \overline{AB}$$

Расстояние $\overline{OA'}$ между нижней плоскостью водородного стекла и верхней плоскостью прижимных стекол замерялось при комнатной температуре и оказалось равным 224,2 см. При охлаждении камеры водородное стекло сжимает уплотняющий элемент и поднимается приблизительно на 4 мм, а температурная усадка корпуса составляет 2÷3 мм. Поэтому на рис.4

$$\overline{OA'} = 224,2 - 0,4 - 0,2 = 223,6 \text{ см} \quad (5)$$

В качестве примера в таблице 3 приводим результаты привязки систем координат магнитных и оптических измерений для одного из облучений камеры "Людмила" (заливка IO2).

В программе "MDTHRESH" предусмотрено задание координат точки $O (X'_0, Y'_0, Z'_0)$ в информационных перфокартах. Поворот же системы координат не предусмотрен. Поэтому в подпрограммах XFIELD, YFIELD, ZFIELD и BXYZ к преобразованию сдвига необходимо добавить поворот на угол α вокруг оси X' :

$$X = X' - X'_0$$

$$Y = (Y' - Y'_0) \cdot \cos \alpha + (Z' - Z'_0) \cdot \sin \alpha \quad (6)$$

$$Z = (Z' - Z'_0) \cdot \cos \alpha - (Y' - Y'_0) \cdot \sin \alpha$$

С помощью таблицы магнитного поля или с помощью полинома (I) в подпрограммах XFIELD, YFIELD и ZFIELD находится вектор магнитного поля $\vec{H} = (H_x, H_y, H_z)$ в точке (X, Y, Z) , а затем определяются его компоненты в системе (X', Y', Z') :

$$H_{X'} = H_x$$

$$H_{Y'} = H_y \cdot \cos \alpha - H_z \cdot \sin \alpha \quad (7)$$

$$H_{Z'} = H_z \cdot \cos \alpha + H_y \cdot \sin \alpha$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.А.Буздавина, В.Г.Иванов. Препринт ОИЯИ 10-7191 (1973).
2. Д.Бетко и др. Препринт ОИЯИ 1-6769 (1972).
3. С.Н.Соколов, И.Н.Силин. Препринт ОИЯИ Д-810 (1961).

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ.

Рис.1. Схема координатного устройства для измерения магнитного поля установки "Людмила".

1. Место расположения механизма расширения.
2. Координатное устройство. 3. Дыра установки "Людмила".
4. Рабочий объем водородной камеры. 5. Катушки магнита МС-7. 6. Нижнее ярмо магнита МС-7. 7. Измерительные головки с датчиками Холла.

Рис.2. Линии уровня компоненты H_z магнитного поля установки "Людмила" в плоскости $z = -5$ см. Значения поля даны в килogaуссах.

Рис.3. Линии уровня компоненты H_z магнитного поля установки "Людмила" в плоскости $x = 0$.

Рис.4. Связь координатных систем (x, y, z) и (x', y', z') соответствующих магнитным и оптическим измерениям.

Рис.5. Расположение точки пересечения оси z системы магнитных измерений с плоскостью призмных стекол фотоаппаратов.

ТАБЛИЦА 1

КОЭФФИЦИЕНТЫ А(N) ДЛЯ КОМПОНЕНТ ПОЛЯ			
N	H _z	H _y	H _x
1	-24.675	-0.003	-0.088
2	0.345	-0.065	-1.025
3	0.174	-0.038	-0.124
4	0.331	0.007	-0.091
5	-0.259	-3.942	0.034
6	0.004	0.073	0.028
7	-0.065	0.759	-0.012
8	-0.007	-0.059	0.005
9	-6.544	-0.647	-0.013
10	-0.040	0.003	0.891
11	-0.047	0.079	0.092
12	-0.018	-0.072	-0.133
13	5.128	-0.047	0.349
14	-0.102	0.047	0.399
15	-0.837	-0.083	1.095
16	0.588	-0.015	0.033
17	-0.385	-13.236	0.084
18	0.308	-0.135	0.013
19	-0.020	-0.087	-0.006
20	-0.122	-0.164	-0.000
21	-14.665	-0.814	0.153
22	3.257	-0.807	-0.861
23	2.355	0.693	-0.792
24	-5.665	0.258	1.969
25	6.571	-0.720	0.268
26	-0.934	-0.005	1.140
27	0.026	0.116	0.138
28	-0.103	0.069	-3.293
29	-0.651	-13.919	0.145
30	0.375	-0.285	-0.101
31	0.224	-0.082	0.181
32	-0.432	0.729	0.278
33	-7.672	-0.026	0.536
34	-0.421	0.091	-3.077
35	-0.834	-1.582	-1.622
36	3.006	1.548	6.126
37	3.118	-2.691	-0.257
38	0.760	-0.575	-1.263
39	3.579	0.785	0.478
40	-1.649	0.507	1.599
41	-0.305	-8.424	1.175
42	-0.335	-0.233	-0.876
43	0.964	0.828	-0.418
44	-0.639	2.027	1.444
45	21.169	9.115	0.476
46	-5.636	8.171	-4.828
47	-2.898	-6.894	-0.407
48	7.209	-1.432	-6.000

1

2

3

ТАБЛИЦА 2.

		И	II	И ₂
σ_{th}	ГСС	39	92	28
σ_{ex}	ГСС	70	100	50

ТАБЛИЦА В 3.

\overline{OA} CM	ΔX CM	ΔY CM	α	β	X'_0 CM	Y'_0 CM	Z'_0 CM
237,7	32,1	24,8	3°53'	5'	9,6	-0,9	-13,4
$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 5'$	$\pm 5'$			

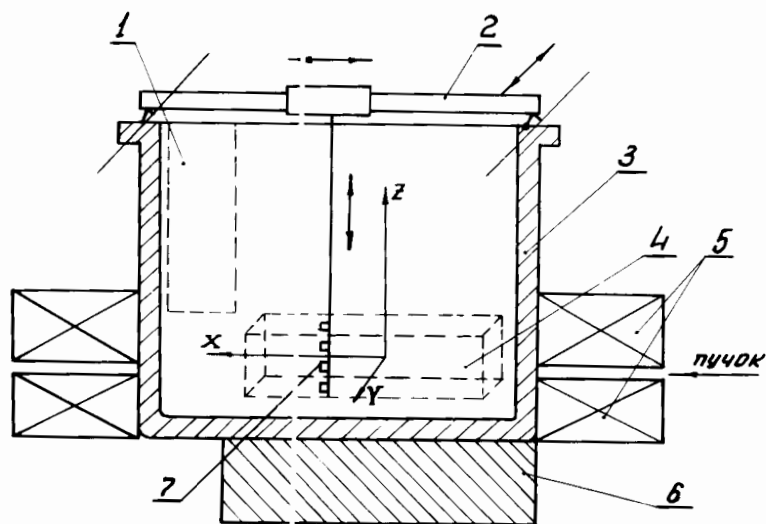


РИС. 1

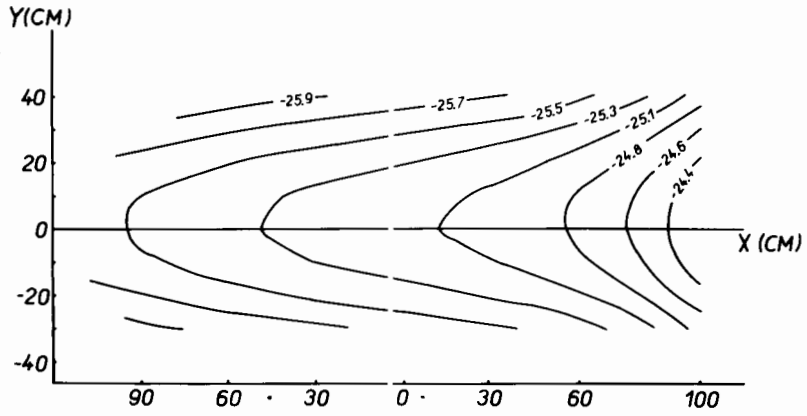


РИС. 2

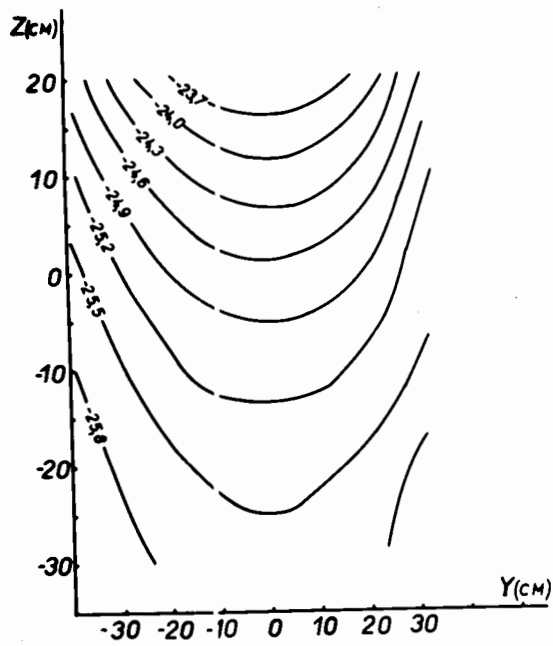


РИС. 3

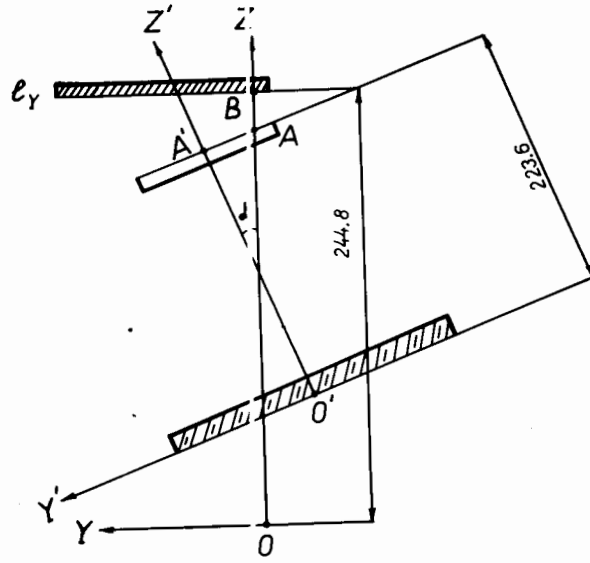


РИС. 4

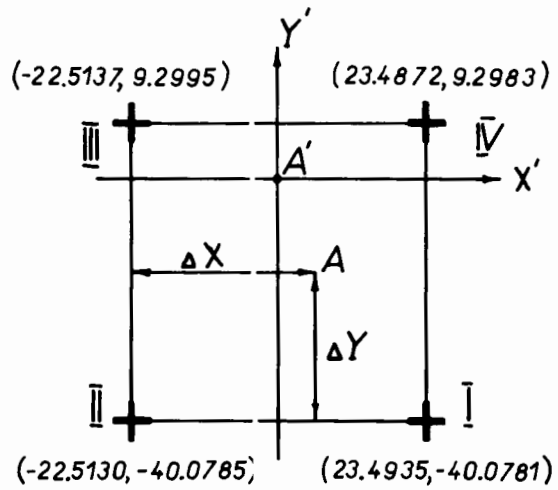


РИС. 5