

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



С 344.19

Б-448

661/2-78

6/II-78

P13 - 11045

В.А.Беляков, С.А.Долгий, А.Н.Зубарев,
Т.Канарек, А.Г.Кочуров, Н.А.Коржев,
А.А.Кукушкин, В.Б.Любимов, А.Г.Мурызин,
А.В.Никитин, А.М.Рождественский, Н.А.Смирнов,
В.П.Соколов, П.П.Темников, Б.А.Шахбазян

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДУКЦИИ
МАГНИТНОГО ПОЛЯ
И ОПТИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ
ДВУХМЕТРОВОЙ ПРОПАНОВОЙ
ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ

1977

P13 - 11045

В.А.Беляков, С.А.Долгий, А.Н.Зубарев,
Т.Канарек, А.Г.Кочуров, Н.А.Коржев,
А.А.Кукушкин, В.Б.Любимов, А.Г.Мурызин,
А.В.Никитин, А.М.Рождественский, Н.А.Смирнов,
В.П.Соколов, П.П.Темников, Б.А.Шахбазян

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДУКЦИИ
МАГНИТНОГО ПОЛЯ
И ОПТИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ
ДВУХМЕТРОВОЙ ПРОПАНОВОЙ
ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ



Таблица 1

Составляющая магнитного поля	Среднее значение показаний датчика Холла в мВ	Среднеквадратичная ошибка отдельного измерения
H_x	11,0413	0,0045
H_y	-3,8881	0,0607
H_z	180,6245	0,0225

Перевод показаний датчика Холла из мВ в Гс осуществлялся по формуле:

$$H(\text{Гс}) = Z_1 [U(\text{мВ}) + A]^B$$

Численные коэффициенты подбирались методом наименьших квадратов по результатам градуировки датчика Холла с помощью ядерного магнитометра.

Калибровочные характеристики датчика Холла представлены в табл. 2.

Поскольку камера выполнена из стали марки IX18H9T, магнитная проницаемость которой $\mu \approx 1$, то напряженность магнитного поля и магнитная индукция практически совпадают.

На рис. 1-6 приведены характерные картины распределения напряженности магнитного поля в объеме, занимаемом камерой.

Из этих кривых мы заключаем, что имеется хорошая симметрия относительно центра камеры. Максимальное отклонение для симметричных точек не превышает 400 Гс, а для большинства точек оно не более 100 Гс.

Поэтому мы, как и ранее, будем использовать измеренные значения напряженности магнитного поля только для четверти объема. По программе GEOFIT было обчислено около 200 треков, расположенных в разных частях рабочего объема и имеющих разные характеристики /длина трека, угол погружения и т.д./. Результаты обсчета этих треков показали, что замена измеренных значений поля во всем объеме на одну любую четверть приводит к изменениям в значениях импульсов

Беляков В.А. и др.

P13 - 11045

Распределение индукции магнитного поля и оптические константы двухметровой пропановой пузырьковой камеры

Приведены результаты новых измерений магнитного поля двухметровой пропановой камеры после ее сборки в канале пучка релятивистских ядер. Магнитное поле определялось с помощью датчика Холла с точностью 15 Гс. Показано, что оптические константы позволяют восстанавливать пространственные координаты точек в камере с точностью 10^{-2} см в горизонтальной плоскости и $5 \cdot 10^{-2}$ см по вертикали.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Belyakov V.A. et al.

P13 - 11045

Magnetic Field Induction Distribution and Optical Constants of a Two-Meter Propane Bubble Chamber

The results of magnetic field measurements in the 2m propane bubble chamber after its installation in the channel of a relativistic nuclear beam are given. The magnetic field was determined with the accuracy of 15 G. It is shown that the optical constants permit the reconstruction of point space co-ordinates in the chamber with the accuracy of 10^{-2} cm for a horizontal plane and $5 \cdot 10^{-2}$ cm - vertically.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

Таблица 2

Параметры	$H_{\text{фит}}$	$H_{\text{изм}}$	$U_{\text{Холла}}$ " - "	$U_{\text{Холла}}$ " + "	$H_{\text{изм}}$	$H_{\text{фит}}$	Параметры
$Z_1 = 132,84$ $B = 0,975$ $A = -0,24$	742 1247 2155 2480	740 1249 2155 2480	6,08 10,18 17,67 20,37	5,6 9,8 17,27 19,9	729 1249 2155 2475	731 1247 2156 2475	$Z_1 = 128,51$ $B = 0,985$ $A = 0,24$
$Z_1 = 151,55$ $B = 0,931$ $A = 0$	2921 3528 4141 4764 5285 5859 6321 7071	2909 3520 4147 4774 5295 5863 6321 7005	24,04 29,44 34,97 40,66 45,46 50,78 55,1 61,64	23,6 29,02 34,6 40,32 45,17 50,5 54,86 61,44	2908 3520 4147 4774 5295 5864 6322 7005	2917 3525 4143 4762 5290 5860 6322 7014	$Z_1 = 160,64$ $B = 0,917$ $A = 0$
$Z_1 = 158,69$ $B = 0,919$ $A = 0$	7941 8408 9020 9516 10014 10516 10998 11484 11958 12422 12903 13339 13835 15096	7950 8411 9022 9514 10014 10509 10997 11478 11955 12416 12907 13340 13835 15102	70,76 75,3 81,28 86,16 91,08 96,06 100,86 105,72 110,48 115,16 120,02 124,44 129,48 142,38	70,6 75,14 81,14 86,04 91,02 96 100,9 105,7 110,5 115,22 120,18 124,57 129,64 142,5	7950 8411 9022 9515 10014 10510 10997 11478 11955 12416 12907 13340 13835 15102	7941 8406 9017 9514 10015 10515 11004 11482 11957 12423 12911 13341 13837 15086	$Z_1 = 162,33$ $B = 0,914$ $A = 0$

При $H=0$, $U_{\text{Холла}} = -0,24 \text{ мВ}$.

$H_{\text{изм}}$ - заданные значения поля, а $H_{\text{фит}}$ - подобранные значения.

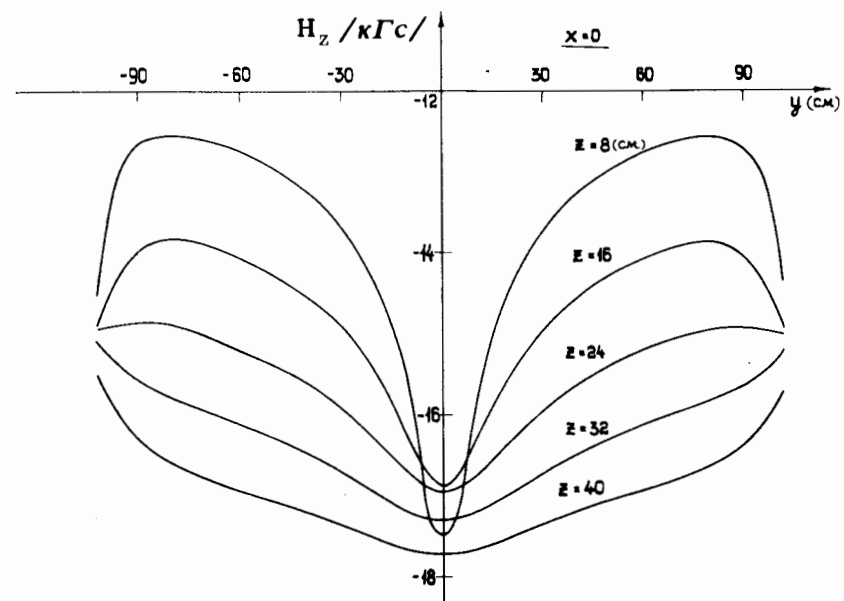


Рис. 1. Зависимость H_z от Y при $X = 0$ и $Z = 8, 16, 24, 32, 40$.

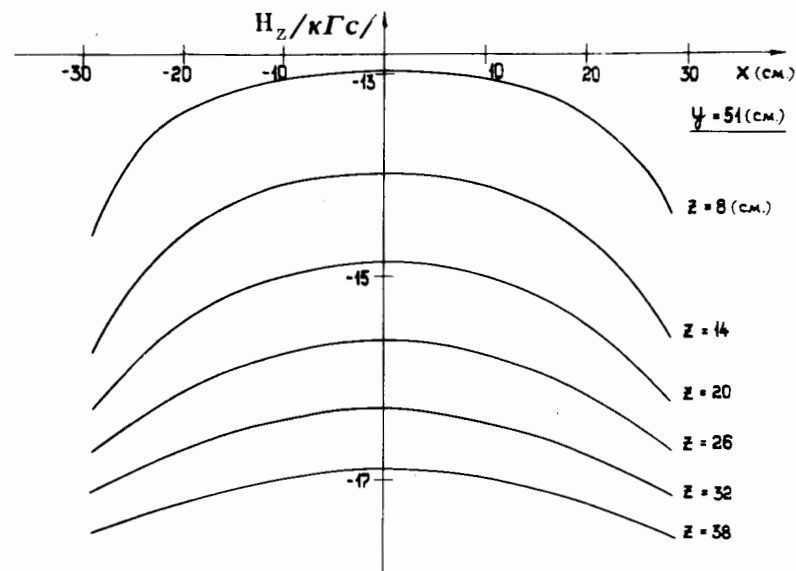


Рис. 2. Зависимость H_z от X при $Y = 51$ и $Z = 8, 14, 20, 26, 32, 38$.

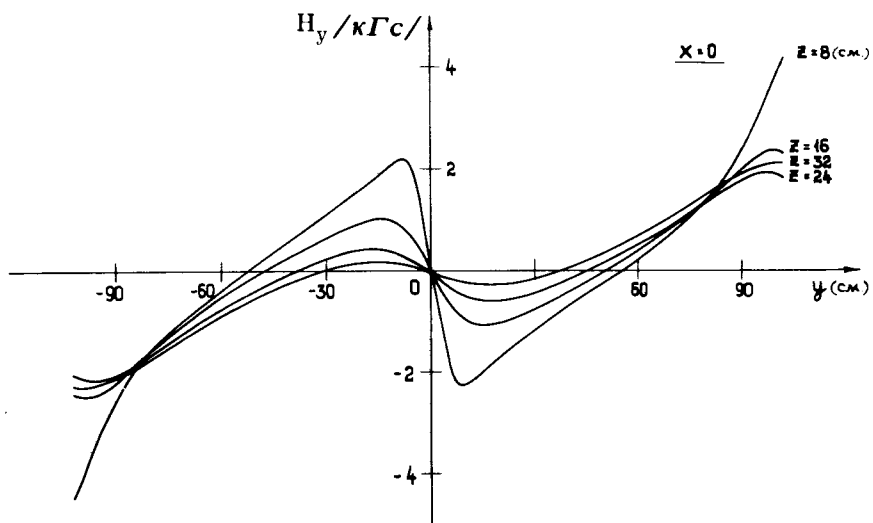


Рис. 3. Зависимость H_y от Y при $X = 0$ и $Z = 8, 16, 32, 24$.

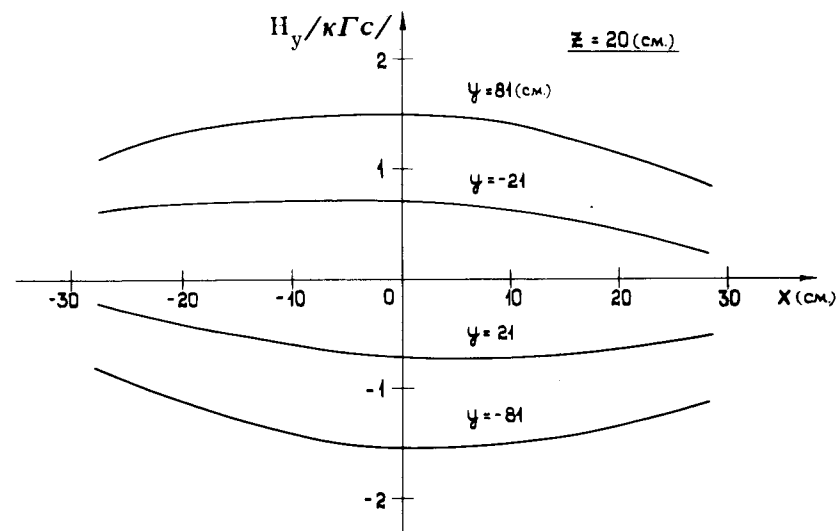


Рис. 4. Зависимость H_y от X при $Z = 20$ и $Y = \pm 21, \pm 81$.

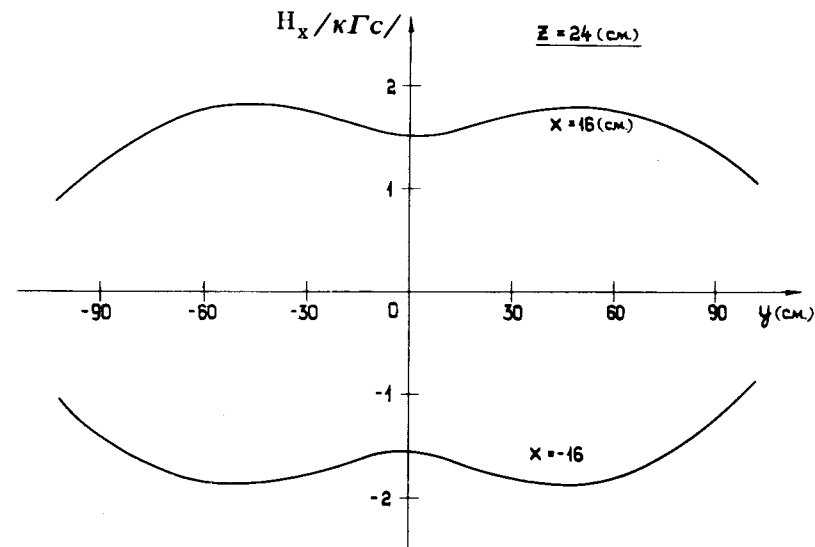


Рис. 5. Зависимость H_x от Y при $Z = 24$ и $X = \pm 16$.

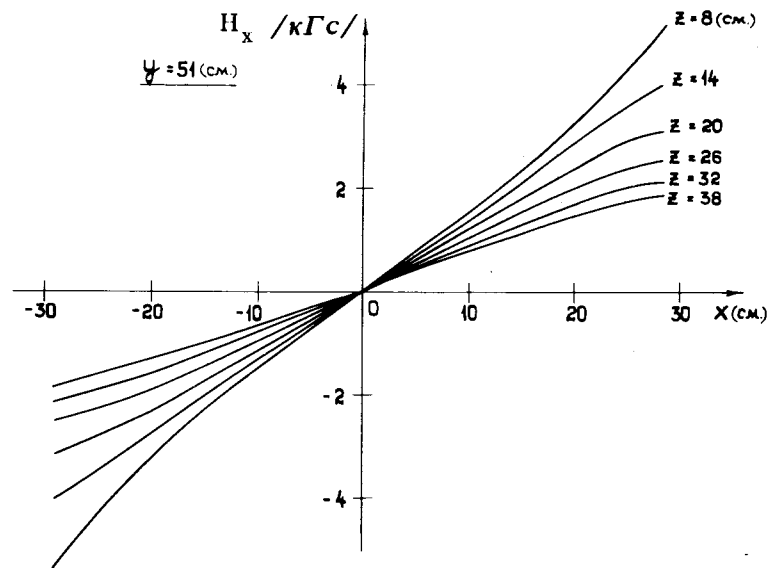


Рис. 6. Зависимость H_x от X при $Y = 51$; $Z = 8, 14, 20, 26, 32, 38$.

частиц всего на несколько $MэВ/c$ и изменению других характеристик не более чем на 3%.

Выводы

1. Замена основных деталей магнита не приводит к изменению средней магнитной индукции при том же токе питания магнита.

2. Изменения полярности тока питания магнита приводят к изменению направления составляющих вектора магнитной индукции.

3. Распределение магнитной индукции остается симметричным и допускает использование измеренных значений для одной четверти объема при расчетах для всего объема камеры.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ

Оптические константы определялись по программе, описанной в работе^{4/}. Исходными данными служили координаты реперных крестов, измеренные на трех наборах фотопластинок тремя лаборантами. Использование трех наборов фотопластинок имело целью устранить влияние неплотного прилегания фотоэмульсионного слоя к прижимному стеклу объектива фотокамеры. Для каждого набора фотографий определялись свои оптические константы; значения, полученные при фитировании, оказались близкими у всех трех наборов. В табл. 3 приведены усредненные по всем наборам значения оптических констант /смысл обозначений тот же, что и в^{4/}/. Анализ полученных констант проводился по измерениям изображений крестов на фотопластинках из второго набора.

Оценкой правильности подбора констант может служить величина радиуса кривизны релятивистских треков, сфотографированных при выключенном магнитном поле.

Таблица 3

№ объектива	X_0 (см.)	Y_0 (см.)	M_0	d_1 (см ⁻²)	N_0 (см ⁻¹)	β_1 (см ⁻³)
1	24,464 ± 0,004	-66,059 ± 0,006	10,650 ± 0,003	-0,00068 ± 0,00034	0,07552 ± 0,00095	-0,000116 ± 0,000098
2	-24,463 ± 0,004	-66,312 ± 0,005	10,649 ± 0,003	-0,00088 ± 0,00037	0,07459 ± 0,00097	-0,0000737 ± 0,000102
3	0,0947 ± 0,006	-59,218 ± 0,005	10,653 ± 0,005	-0,00027 ± 0,00095	0,07499 ± 0,00164	-0,000156 ± 0,000288
4	0,431 ± 0,007	59,160 ± 0,005	10,682 ± 0,005	-0,00254 ± 0,00101	0,07449 ± 0,00118	0,000162 ± 0,000276
5	23,753 ± 0,004	66,349 ± 0,005	10,676 ± 0,003	-0,00083 ± 0,00030	0,0755 ± 0,00098	-0,0000954 ± 0,0000895
6	25,031 ± 0,004	66,020 ± 0,006	10,693 ± 0,003	-0,00072 ± 0,00034	0,07548 ± 0,00087	-0,000115 ± 0,000089

Для этой цели было измерено около ста следов дейтонов с импульсом 7 ГэВ/с. После отбора по углам входа в камеру и качеству измерений для анализа использовался лишь 71 трек. Радиус ложной кривизны определялся по формуле

$$R = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{r_i} \right)^{-1},$$

где r_i - радиус кривизны i -го трека, взятый с его знаком, N - число треков. Величина $1/r_i$ пропорциональна углу отклонения трека, поэтому случайные отклонения от многократного рассеяния и ошибок измерения при усреднении по всем трекам не дают вклада в R . Средний радиус ложной кривизны получился равным $1,94 \pm 1,12 \cdot 10^3$ м, что примерно в четыре раза меньше радиуса кривизны из-за многократного рассеяния для дейтона с импульсом 7 ГэВ/с. Это значение ведет к ошибке в определении импульса меньше 1% для однозарядной частицы с импульсом 7 ГэВ/с.

В табл. 4 приведены средние разности восстановленных $\{x_B, y_B, z_B\}$ и истинных $\{x_I, y_I, z_I\}$ координат крестов и среднеквадратичные ошибки восстановления пространственных координат крестов в микронах для разных пар объективов. В последней строке находятся те же величины, усредненные по всем парам объективов.

Сравнение найденных оптических констант с ранее измеренными⁴ показывает, что они находятся в хорошем согласии.

В заключение нам приятно поблагодарить профессора М.И.Соловьева за консультации и интерес к этой работе, В.И.Мороза за полезные обсуждения, С.А.Аверичева, Ю.В.Куликова, И.М.Буланова - за содействие в измерении магнитного поля, Е.Н.Кладницкую, И.А.Ивановскую - за организацию измерений и обсуждения, а также лаборантов В.С.Ваксину, Л.И.Жукову и Л.Я.Иванову - за измерения.