

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

1966 / 83

18/4-83

P9-82-926

Н.А.Морозов, П.Т.Шишлянников

МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
СРЕДНЕЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
РАДИАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ
МАГНИТНОГО ПОЛЯ ФАЗОТРОНА ОИЯИ

1982

1. ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ СРЕДНЕЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РАДИАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

В сильноточном фазотроне ОИЯИ - ускорителе с пространственной вариацией магнитного поля - определение средней составляющей радиальной компоненты поля основывалось на способе, описанном в работе /1/. Суть его заключается в определении $\Delta \bar{B}_z$ - разницы между значениями средней составляющей вертикальной компоненты магнитного поля в плоскостях, отстоящих от средней на величину $\pm a$; B_r рассчитывается как

$$B_r(R) = - \frac{1}{2aR} \int_0^R \Delta \bar{B}_z(r) r dr. \quad /1/$$

В /1/ показана правомерность использования выражения /1/ для перехода от $\Delta \bar{B}_z$ к \bar{B}_r и возможность дискриминации ΔB_z индукционным методом при помощи двух соосных, параллельных друг другу, включенных встречно катушек. В данной работе описывается модификация способа дискриминации ΔB_z для случая фазотрона с пространственной вариацией магнитного поля. Модификация выражается в замене одной из двух неподвижных катушек на подвижную в вертикальном направлении, что дало возможность перейти от относительных измерений $\delta(\Delta B_z)$ непосредственно к независимым измерениям ΔB_z на каждом радиусе и тем самым избавиться от систематических ошибок при получении распределения $\Delta \bar{B}_z(r)$. Фактически измерения при этом проводятся одной подвижной катушкой, а неподвижной катушкой /в вертикальном направлении/ нейтрализуется чрезвычайно большой сигнал, пропорциональный B_z , без ослабления чувствительности к разностному сигналу ΔB_z . При этом достигается более высокая разрешающая способность измерительной аппаратуры, так как можно без перегрузки использовать наиболее чувствительную шкалу вольтметра и, что самое главное, при этом значительная временная нестабильность магнитного поля практически не влияет на точность измерений.

Если магнитное поле фазотрона представить в виде

$$B_z(r, \phi) = \bar{B}_z(r) + \sum_{i=1}^{\infty} B_{zi}(r) \cos i[\phi - \phi_{zi}(r)], \quad /2/$$

то при азимутальном перемещении в таком поле катушки /начиная с азимута $\phi = 0$ / интегрирование наведенного сигнала b_k с его регистрацией в N точках дает возможность определить величины

$$A_{-a} = \left(\int_0^{2\pi} \frac{d B_z}{d \phi} d \phi \right)_{-a} = - \left[\sum_{i=1}^{\infty} B_{zi} \cos(i \phi_{zi}) \right]_{-a} \approx \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N b_{k_{-a}}, \quad /3/$$

$$A_{+a} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N b_{k_{+a}},$$

где $-a$ и $+a$ соответствуют положению подвижной катушки ниже и выше средней плоскости зазора магнита. Вертикальное перемещение подвижной катушки из положения $(-a)$ в положение $(+a)$ на исходном азимуте определяет

$$A = \bar{B}_{z_{+a}} - \bar{B}_{z_{-a}} + \left[\sum_{i=1}^{\infty} B_{zi} \cos(i \phi_{zi}) \right]_{+a} - \left[\sum_{i=1}^{\infty} B_{zi} \cos(i \phi_{zi}) \right]_{-a}. \quad /4/$$

Используя /3/ и вводя обозначения $\Delta \bar{B}_z = \bar{B}_{z_{+a}} - \bar{B}_{z_{-a}}$, получим

$$\Delta \bar{B}_z = A + A_{+a} - A_{-a}. \quad /5/$$

2. ОШИБКИ ИЗМЕРЕНИЙ $\Delta \bar{B}_z$

А. Дрейф сигнала электронного интегратора

Несмотря на использование температурной стабилизации для электронного интегратора, происходит постоянный дрейф выходного сигнала интегратора при нулевом сигнале на входе. Зависимость дрейфа от времени, как правило, в основном линейная /рис.1, кривая 1/, но может быть и существенно нелинейной /кривые 2 и 3/. Как видно из рис.1, определение A_{-a} и A_{+a} по выражениям /3/ при чувствительности прибора $0,032 \text{ В/мТл}$ приводит к ошибкам до $0,1 \text{ мТл}$. Так как после поворота штанги с измерительной катушкой на 360° изменение полезного сигнала должно равняться нулю, то линейная часть дрейфа легко может быть учтена при расчетах и при дрейфе с малой нелинейностью /кривая 1/, ошибка определения не превышает $\pm 0,01 \text{ мТл}$. Однако при существенной нелинейности дрейфа ошибка определения A остается значительной, поэтому остается задача анализа поведения дрейфа интегратора на нелинейность.

На рис.2а представлен гармонический анализ нелинейной части дрейфа интегратора за время, равное азимутальному измерению $\Delta B_z(\phi)$. Видно, что наибольший вклад в ошибку измерений дает первая гармоника нелинейности дрейфа. Поэтому в качестве критерия малости нелинейной части дрейфа интегратора использовалось выражение $|A_{c1}| \leq 0,01 \text{ мТл}$, где A_{c1} - косинусная составляющая не-

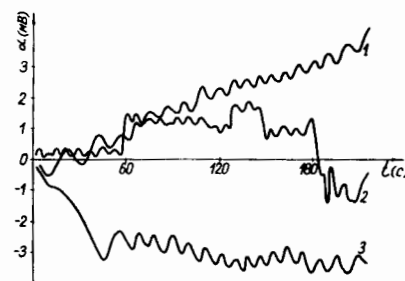


Рис.1. Дрейф показаний электронного интегратора: 1 - малая нелинейность, 2,3 - большая нелинейность.

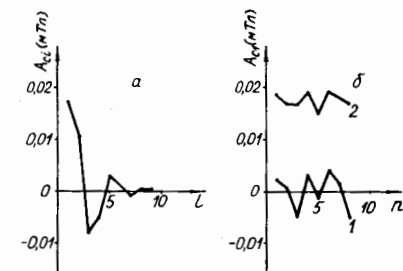


Рис.2. Гармонический состав дрейфа показаний интегратора за 4 мин /а/; изменение первой гармоники разложения $\Delta B_z(\phi)$ при многократном измерении $\gamma = 205$ см /б/: 1 - подвижная катушка вниз, 2 - подвижная катушка вверх.

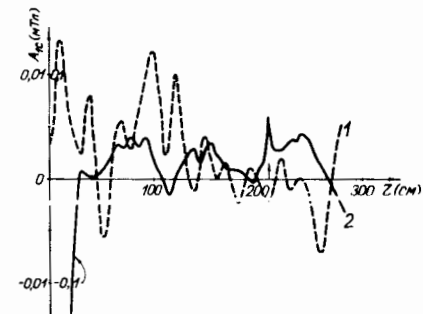


Рис.3. Зависимость первой гармоники разложения $\Delta B_z(\phi)$ от радиуса: 1 - катушка вниз, 2 - катушка вверх, 1 - большая нелинейность дрейфа.

линейной части дрейфа интегратора. При азимутальных измерениях $\Delta B_z(\phi)$ для нижнего положения подвижной катушки величина амплитуды первой гармоники полезного сигнала находится вблизи нуля, поэтому идентифицировать первую гармонику дрейфа можно без каких-либо затруднений /рис.3, кривая 1/. При верхнем положении подвижной катушки амплитуда первой гармоники полезного сигнала не превышает $0,05 \text{ мТл}$, поэтому идентификация первой гармоники дрейфа также возможна /рис.3, кривая 2/.

Этот вывод подтверждается также рис.2б, где представлены амплитуды первой гармоники, полученные при многократном измерении одного и того же радиуса. Также с целью уменьшения влияния нелинейности дрейфа на точность измерения ΔB_z было уменьшено число измеряемых точек на азимуте до 24, что дало возможность проводить азимутальный проход за 1,5 мин. При этих условиях число ненадежных измерений радиусов не превышало десяти для одной полной карты поля.

Б. Ошибки, связанные с датчиком и координатным устройством

В цилиндрической системе координат магнитное поле вблизи медианной плоскости может быть представлено в виде

$$B_z(r, \phi, z) = B_z(r, \phi, 0) - \frac{1}{2} \nabla_p^2 B_z(r, \phi, 0), \quad /6/$$

где ∇_p^2 - плоская часть оператора Лапласа:

$$\nabla_p^2 = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2}. \quad /7/$$

Если медианная плоскость смещена на Δ_m относительно средней плоскости ускорительной камеры, то для плоскостей, отстоящих на $\pm a$ от средней, получим

$$\frac{\Delta B_z}{2a} = \Delta_m \left[\frac{1}{r} \frac{\partial B_z}{\partial r} + \frac{\partial^2 B_z}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 B_z}{\partial \phi^2} \right]. \quad /8/$$

Записывая B_z в виде

$$B_z = \bar{B}_z + B_{z4} \cos 4(\phi - \phi_{z4}), \quad /9/$$

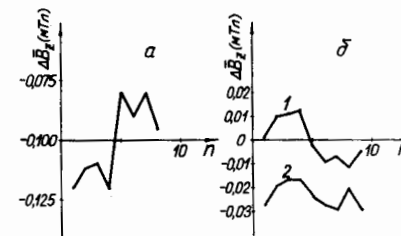
получим

$$\begin{aligned} \frac{\Delta B_z}{2a} = \Delta_m \left\{ \frac{1}{r} \frac{\partial \bar{B}_z}{\partial r} + \frac{\partial^2 \bar{B}_z}{\partial r^2} + \left[\frac{1}{r} \frac{\partial B_{z4}}{\partial r} + \frac{\partial^2 B_{z4}}{\partial r^2} - \right. \right. \\ \left. \left. - 16 B_{z4} \left(\frac{\partial \phi_{z4}}{\partial r} \right)^2 - \frac{16 B_{z4}}{r^2} \right] \cos 4(\phi - \phi_{z4}) + \right. \\ \left. + \left[\frac{4}{r} B_{z4} \frac{\partial \phi_{z4}}{\partial r} + 8 \frac{\partial B_{z4}}{\partial r} + 4 B_{z4} \frac{\partial^2 \phi_{z4}}{\partial r^2} \right] \sin 4(\phi - \phi_{z4}) \right\}. \quad /10/ \end{aligned}$$

Используя /10/ и реальные характеристики вертикальной компоненты магнитного поля, можно оценить ошибки измерения, связанные с датчиком и координатным устройством, при этом полагаем $\Delta_m = 1$ см.

При ошибке азимутальной или радиальной установки датчика $\sim 0,2$ мм ошибка измерения ΔB_z в точке не превышает 0,003 мТл. Более существенно на точности измерения ΔB_z сказывается колебание датчика по высоте, которое в выражении /10/ можно трактовать как ошибку в Δ_m . При $\delta(\Delta_m) = 0,1$ мм ошибка в измерении ΔB_z может достигать 0,01 мТл.

Рис.4. Изменение $\Delta \bar{B}_z$ при многократном измерении $r = 205$ см /а/; многократные измерения ΔB_z для $r = 115$ см /б/: 1 - до перестановки датчика, 2 - после перестановки датчика.



Условие $\delta(\Delta_m) \leq 0,1$ мм накладывает довольно жесткие требования на допустимые вертикальные колебания подвижной каретки штанги в процессе ее азимутального перемещения. Это требование не выполнялось в основном лишь при измерении диапазона радиусов $r \geq 200$ см, что приводило к возрастанию случайной ошибки и влекло за собой необходимость более частого измерения одного и того же радиуса.

Ошибки, связанные с неточностью установки датчика, при определении величин A по формулам /3/ усредняются и по крайней мере в \sqrt{N} раз меньше ошибки измерений ΔB_z в точке, где N - число точек измерения на азимуте ($N=24$). Исключение составляет последняя точка, значение ΔB_z в которой используется для вычитания линейной части дрейфа показаний интегратора, что приводит к ошибке определения величин A по /3/, равной половине ошибки измерения ΔB_z в точке.

Источником случайной ошибки служит также люфт подвижного керна в корпусе датчика при вертикальном перемещении катушки, что приводит к ошибке определения

$$\Delta A = \frac{\delta}{2} B_z, \quad /11/$$

где δ - случайный угол поворота подвижной катушки, обусловленный люфтом подвижного керна. При зазоре между корпусом датчика и подвижным керном 0,05 мм ошибка $\Delta A = 0,005$ мТл. Суммируя все ошибки, можно утверждать, что случайная ошибка определения $\Delta \bar{B}_z$ составляет $\pm 0,02$ мТл. Этот вывод подтверждается экспериментальными данными. На рис.4а,б показан разброс ΔB_z при многократном измерении одного радиуса.

В. Систематическая ошибка измерения $\Delta \bar{B}_z$

Единственная систематическая ошибка измерения $\Delta \bar{B}_z$ возникает из-за наличия наклона датчика относительно вертикали к средней плоскости зазора ускорительной камеры в радиальном направлении δ_z , она пропорциональна градиенту средней составляющей верти-

кальной компоненты магнитного поля:

$$\delta_c (\Delta \bar{B}_z) = 2a \frac{dB_z(r)}{dr} \delta_r \quad /12/$$

На рис.5 приведены зависимость от радиуса градиента сформированного среднего магнитного поля установки "Ф" /кривая 1/ и соответствующая этому градиенту систематическая ошибка измерения средней радиальной компоненты магнитного поля для постоянного вдоль радиуса наклона измерительной катушки $\delta_r = 6 \cdot 10^{-3}$ рад.

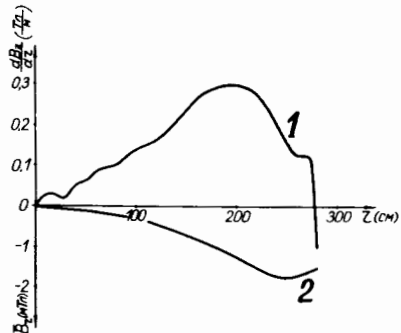


Рис.5. Зависимость градиента среднего магнитного поля от радиуса /1/; радиальная компонента магнитного поля, измеряемая при постоянном наклоне измерительной катушки /2/.

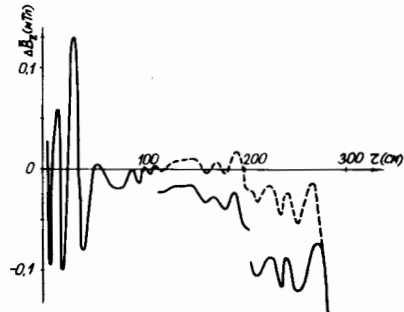


Рис.6. Распределение ΔB_z в зависимости от радиуса: — — — экспериментальные результаты, - - - - расчетное изменение угла поворота датчика на радиусах его перестановки.

Координатное устройство для проведения магнитных измерений на установке "Ф" было спроектировано так, что диапазон радиального перемещения подвижной каретки составлял не более 115 см, поэтому для измерения ΔB_z во всем диапазоне рабочих радиусов ускорителя необходимо было дважды переставлять измерительную катушку на $r = 155$ и 205 см. Из /10/ следует, что

$$\frac{\Delta \bar{B}_z}{2a} = \Delta_m \left(\frac{1}{r} \frac{dB_z}{dr} + \frac{d^2 \bar{B}_z}{dr^2} \right) \quad /13/$$

Видно, что несовпадение положений датчиков до и после перестановки по радиусу и высоте на величину ~ 1 мм не приводит к существенной ошибке определения ΔB_z . Лишь изменение угла радиального наклона датчика δ_r /12/ приводит к изменению систематической ошибки измерения ΔB_z . Для определения изменения угла наклона проводилось многократное измерение ΔB_z на радиусах перестановки

до и после перестановки датчика /рис.4б/. Разница между средними значениями этих измерений позволила по формуле /12/ определять изменение угла наклона при перестановке датчика и корректировать ΔB_z в соответствии с величиной градиента среднего магнитного поля. На рис.6 приведены результаты измерения ΔB_z в зависимости от радиуса. Отчетливо видны скачки ΔB_z на радиусах перестановки датчика из-за изменения угла наклона датчика в радиальном направлении. На этом же рисунке показано распределение ΔB_z после расчетного изменения угла наклона датчика, при этом угол наклона датчика в диапазоне радиусов $\Delta r = 0-115$ см становится общим для всего диапазона рабочих радиусов. Для определения этого общего угла наклона датчика использовался тот

факт, что $\bar{B}_r = 0$ для $r = 275$ см, так как $\frac{d\bar{B}_z}{dr} = 0$ на этом радиусе

/рис.5, кривая 1/. Как правило, этот угол равнялся нулю. Условие сохранения угла наклона датчика в радиальном направлении при перемещении по радиусу подвижной каретки координатного устройства предъявляет также повышенные требования к жесткости этого устройства, которые при существующей конструкции штанги не всегда соблюдались.

Систематическая ошибка, связанная с приближенным вычислением $\Delta \bar{B}_z$, лежит за пределами чувствительности аппаратуры, поэтому ее не следует учитывать. При $N = 24$ $\Delta \bar{B}_z$ на фиксированном радиусе повторяется независимо от начального азимутального положения датчика.

Разумеется, вычисление $\bar{B}_r(r)$ по формуле /1/ также вносит погрешность в определение средней радиальной компоненты, так как численное интегрирование предполагает интерполяцию, не точно повторяющую реальный закон распределения $\Delta B_z(r)$. Чтобы свести эту погрешность до небольшой величины, в центральной области магнитной системы, где зависимость $\Delta B_z(r)$ далека от монотонности, радиальный шаг выбран равным 2,5 см, а на более дальних радиусах этот шаг составлял 5 см.

Таким образом, в качестве итога этого раздела необходимо отметить, что расчетные и экспериментальные оценки ошибок измерения ΔB_z , а также многочисленные эксперименты на повторяемость результатов измерений позволяют утверждать, что в области радиусов $\Delta r = 0-50$ см точность определения \bar{B}_z составляет $\pm 0,05$ мТл, в остальной области рабочих радиусов ускорителя - $\pm 0,2-0,3$ мТл.

3. КОНСТРУКЦИЯ ДАТЧИКА, СХЕМА ИНТЕГРАТОРА И БЛОК-СХЕМА АППАРАТУРЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Конструкция датчика, использованного для измерения ΔB_z , показана на рис.7. Для получения достаточного вертикального перемещения подвижного керна, ограничиваемого апертурой ускорительной

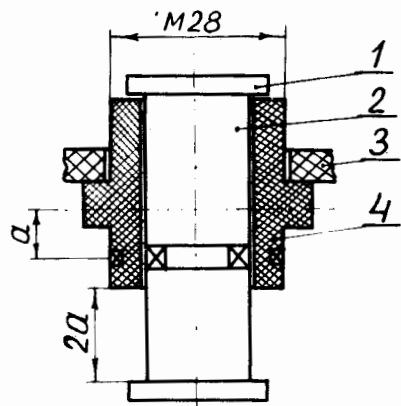


Рис.7. Конструкция датчика для измерения ΔB_z : 1 - съемный ограничитель керна; 2 - подвижный kern с измерительной катушкой; 3 - каретка координатного устройства; 4 - корпус с компенсирующей катушкой.

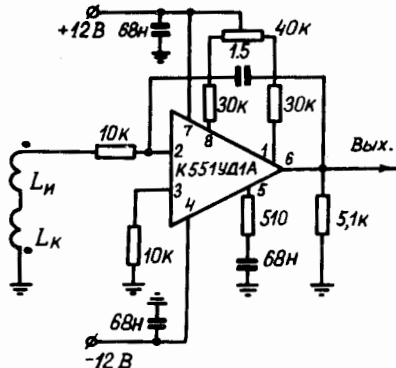


Рис.8. Схема электронного интегратора.

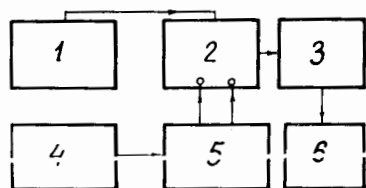


Рис.9. Функциональная схема измерительного стенда: 1 - генератор калиброванных интервалов; 2 - цифровой вольтметр; 3 - схема сопряжения вольтметра с ЭВМ; 4 - координатное устройство; 5 - электронный интегратор; 6 - ЭВМ ЕС-1010.

камеры и конструкцией координатного устройства, диаметр компенсирующей неподвижной катушки сделан больше диаметра измерительной подвижной катушки, что обеспечивало вертикальное перемещение подвижного керна на 16 мм. Для получения одинаковой чувствительности катушек число их витков подбиралось на основе решения уравнения

$$A_1 = A_2, \quad /14/$$

где

$$A_i = n_i^3 \frac{\Phi^2}{3} + n_i^2 (r_{bi} \Phi - \frac{\Phi^2}{2}) + n_i (r_{bi}^2 + r_{bi} \Phi + \frac{\Phi^2}{6}),$$

n_i - число витков в катушке, Φ - диаметр провода для намотки катушки, r_{bi} - внутренний радиус катушки.

При параметрах измерительной катушки $r_{b1} = 7$ мм, $\Phi = 0,05$ мм, $n_1 = 2700$ и компенсирующей катушки $r_{b2} = 14$ мм из /14/ было полу-

чено $n_2 = 0,371n_1$. При этом чувствительность датчика составила 0,032 В/мТл. Она определялась в результате помещения подвижной катушки в известное из расчета магнитное поле, равное 0,5 мТл, создаваемое concentрической обмоткой. Более точная настройка датчика для достижения одинаковой чувствительности обеих катушек осуществлялась путем подбора компенсационного сопротивления, включенного в схему электронного интегратора, после поворота датчика на 180° в однородном магнитном поле. Заметим, что неполная идентичность катушек /по чувствительности/ не влияет на точность измерений.

На рис.8 представлена схема электронного интегратора, а на рис.9 - функциональная схема измерительного стенда. Таймерное устройство задает темп измерений, запуская цифровой вольтметр через каждые 3,5 с. В промежутках между запусками вольтметра координатное устройство поворачивается на 15° и, таким образом, на каждом радиусе замеряется 24 значения поля.

4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

В связи с необходимостью постоянного контроля на качеством измерений ΔB_z был использован ввод измеренной информации непосредственно в ЭВМ ЕС-1010. Для приема, анализа и обработки информации нами была разработана программа DATBR, блок-схема которой приведена на рис.10. Ввод информации осуществлялся при помощи подпрограммы PRIEMM^{2/}. Признаком окончания ввода блока информации являлось отсутствие поступления информации в течение >5 с. Вмешательство оператора ЭВМ требовалось при измерении каждого радиуса дважды /рис.10, см. пункты 4 и 8/. Практическая скорость измерения составляла 6 минут на один радиус. Результаты измерения в виде γ , ΔB_z фиксировались на перфоленте и печатающем устройстве.

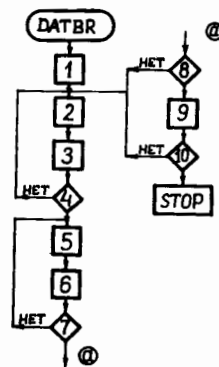


Рис.10. Блок-схема программы DATBR: 1 - ввод исходных данных; 2 - ввод азимутальных измерений ΔB_z при верхнем положении измерительной катушки; 3 - ввод ΔB_z при вертикальном перемещении катушки; 4 - проверка $N_1=25, N_2=4$; 5 - ввод азимутальных измерений ΔB_z при нижнем положении катушки; 6 - гармонический анализ азимутальных измерений и расчет ΔB_z ; 7 - проверка $N_3=25$; 8 - анализ результатов измерений; 9 - вывод ΔB_z на перфоленту; 10 - проверка окончания измерения.

Для дальнейшего анализа измеренной зависимости $\Delta \bar{B}_z(r)$ использовалась наша программа FBRS, которая позволяла осуществить при необходимости коррекцию выпавших значений ΔB_z , произвести пересчет ΔB_z в соответствии с измеренным изменением угла наклона датчика на радиусах перестановки, проинтегрировать распределение $\Delta \bar{B}_z$ для получения зависимости $B_r(r)$ и определить значение общего угла наклона датчика с пересчетом функции $\bar{B}_r(r)$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате комплекса работ по созданию аппаратуры измерений, разработке программного обеспечения и цикла экспериментальных исследований отработана методика определения средней составляющей радиальной компоненты магнитного поля установки "Ф" с точностью не хуже $\pm 0,05-0,3$ мТл.

Авторы благодарят профессора В.П.Дмитриевского за полезные дискуссии и постоянное внимание к данной работе, Н.Л.Заплатина за руководство исследованиями, А.Н.Кокарева за большой объем экспериментальных работ, С.А.Ивашкевича, С.И.Чеснову, Г.Н.Сайфулину, Ю.Г.Аленицкого за помощь в проведении измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов Н.А., Шишлянников П.Т. ОИЯИ, Р9-80-889, Дубна, 1980.
2. Аносов В.Н. и др. ОИЯИ, Р10-11972, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 декабря 1982 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

| | | |
|---------------|---|------------|
| ДЗ-11787 | Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978. | 3 р. 00 к. |
| Д13-11807 | Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978. | 6 р. 00 к. |
| Д1,2-12036 | Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/ | 7 р. 40 к. |
| Д1,2-12450 | Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978 | 5 р. 00 к. |
| Д11-80-13 | Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/ | 8 р. 00 к. |
| Д4-80-271 | Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979 | 3 р. 50 к. |
| Д4-80-385 | Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979. | 3 р. 00 к. |
| Д2 81-543 | Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980. | 5 р. 00 к. |
| Д10,11-81-622 | Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981 | 2 р. 50 к. |
| Д1,2-81-728 | Труды Международного семинара по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980 | 2 р. 50 к. |
| Д17-81-758 | Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981. | 3 р. 60 к. |
| Д1,2-82-27 | Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981. | 5 р. 40 к. |
| Р18-82-117 | Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981. | 3 р. 20 к. |
| Д2-82-568 | Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981. | 3 р. 80 к. |
| Д9-82-664 | Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982. | 1 р. 75 к. |
| Д3,4-82-704 | Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982. | 3 р. 30 к. |
| | Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982. | 5 р. 00 к. |

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**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 |

Морозов Н.А., Шишлянников П.Т. P9-82-926
Метод экспериментального определения средней составляющей радиальной компоненты магнитного поля фазотрона ОИЯИ

Рассматриваются вопросы измерения средней составляющей радиальной компоненты магнитного поля сильноточного фазотрона ОИЯИ. Для определения этой компоненты использовались измерения разности средних составляющих вертикальной компоненты магнитного поля в двух плоскостях, отстоящих от средней плоскости зазора ускорительной камеры на $\pm a$, при помощи двух встречно включенных индукционных катушек. На основе расчетных и экспериментальных методов подробно исследовано влияние различных ошибок на точность измерения B_r . Она оказалась равной $\pm 0,05$ мТл для центральной области ускорителя и $\pm 0,2-0,3$ мТл для остальной области рабочих радиусов. Приведены схемы датчика и регистрирующей аппаратуры. Измерения проводились в режиме он-лайн с ЭВМ ЕС-1010. Дано описание программного обеспечения измерений.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Morozov N.A., Shishlyannikov P.T. P9-82-926
The Method of Experimental Determination of the Mean Radial Magnetic Field Component for the JINR Phasotron

The mean radial component measurement of the magnetic field for the JINR high current phasotron is described. This component was measured by means of determination of the difference of the mean vertical magnetic field components in two planes at $\pm a$ distances from the median plane of the magnet gas using the two opposite coupled induction coils. Realising calculating and experimental methods various errors effect on the accuracy of B_r measurements was carefully investigated. This accuracy was ± 0.05 mT for the accelerator central region and $\pm(0.2-0.3)$ mT for other working radii. Schemes of the probe and of recording device are presented. The measurements were performed on-line with the EC-1010 computer. The computer codes are described.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.