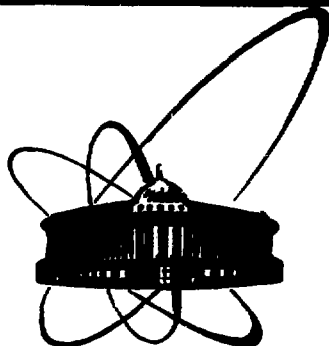


*SI 200328*



**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

11-81-818

**Ю.Г.Аленицкий, С.Б.Ворожцов**

**СИСТЕМА ПРОГРАММ  
ДЛЯ РАСЧЕТА ДВУМЕРНЫХ  
МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ**

**1981**



При разработке ускорителей с пространственной вариацией поля одним из наиболее сложных и трудоемких процессов является формирование требуемого магнитного поля.

Прогресс в создании различных программ для расчета магнито-статических полей привел к тому, что в настоящее время можно с высокой точностью / ~ 1% / производить расчет систем с ферромагнитными и токовыми элементами, что позволяет значительно сократить объем экспериментальных работ по моделированию полей. Магнитные поля ускорителей циклотронного типа с пространственной вариацией могут быть сформированы элементами, конфигурация которых отличается сложностью и несоизмеримостью масштабов мелких деталей и всей магнитной системы. По этой причине не удастся провести расчет в целом магнитной системы с требуемой для ускорителя точностью. Разработано много приемов<sup>/1-3/</sup>, с помощью которых, используя имеющиеся программы расчета двумерных конфигураций магнито-статических полей, можно проанализировать влияние различных параметров магнитной системы на распределение и величину магнитного поля.

В ОИЯИ на ЭВМ CDC-6500 поставлены разработанные в Беркли /США/ и в Резерфордской лаборатории /Англия/ программы POISSON<sup>/4/</sup> для расчета двумерных конфигураций, и GFUN3D<sup>/5/</sup> для расчета трехмерных магнито-статических полей, в основе которых лежат методы расчета дифференциальных и интегральных уравнений. Аналогичные программы были разработаны в ОИЯИ<sup>/6,7/</sup>.

В настоящей работе приводится описание системы программ TRIMA, созданной в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Эта система применяется для расчета и анализа магнитных полей ускорителей, и поэтому не имеет таких широких возможностей, как аналогичная система программ POISSON. Однако уменьшение универсальности позволило увеличить количество точек сетки до 1600 /без использования внешней памяти/ по сравнению с 1100 для POISSON - ОИЯИ, нет ограничения на число точек в области ферромагнетика и т.д.

#### СИСТЕМА ПРОГРАММ TRIMA

Система программ включает в себя три основные программы: АХМА2, АХТРИ1, TRIMA и программы обработки результатов: PICTU3, CALE /рис.1/.

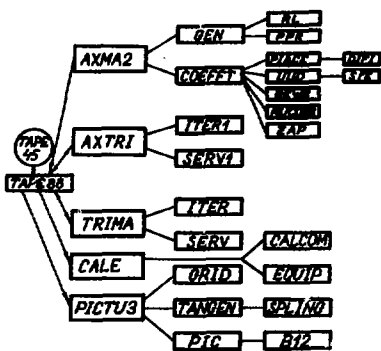


Рис.1. Блок-схема системы программ TRIMA.

Программа подготовки начальных данных (AXMA2)

Эта программа по исходным данным, порядок и формат задания которых описан в приложении, рассчитывает координаты узлов нерегулярной треугольной сетки (GEN) по алгоритму, предложенному в работе [8], и подготавливает другие начальные данные, записывающие-

ся на числовой файл с математическим номером 45.

Пример логической диаграммы и геометрии с нанесенной сеткой приведен на рис.2,3. Для упрощения процесса задания граничных значений логическая диаграмма всегда представляется в виде прямоугольника с зигзагообразными боковыми сторонами, на горизонтальных линиях располагается одинаковое количество узлов регулярной сетки. Координаты вершин треугольников логической диаграммы - всегда целые числа. Узлы сетки нумеруются по горизонтальным линиям слева направо и снизу вверх. Для взаимозначного отображения границ заданной геометрии /рис.3/ на границы логической диаграммы /рис.2/ ставятся в соответствие специфицируемые точки, соединенные между собой на рис.3 прямыми линиями, а на рис.2 - с помощью линий, тип и соответствующие индексы которых показаны на рис.4. Индекс означает тип

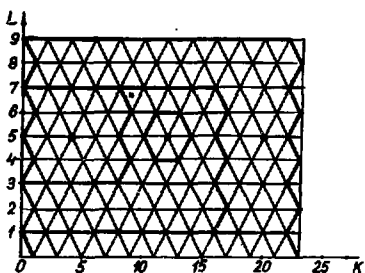


Рис.2. Логическая диаграмма области расчета.

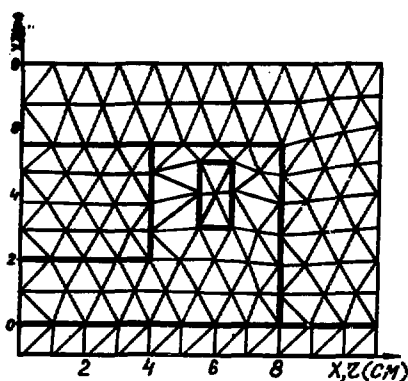
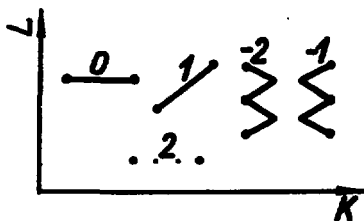


Рис.3. Пример геометрии области расчета.

**Рис.4.** Типы и индексы линий соединения точек.



связи текущей точки с последующей, причем индекс 2 означает, что две последовательные точки не связаны. В соответствии с заданной спецификацией вычисляются координаты всех гравичных точек, количество их на каждом

отрезке, заданном специфицируемыми точками, определяется количеством узлов логической диаграммы между соответствующими точками, а распределение равномерно. Подпрограмма COEFFT вычисляет постоянные коэффициенты для итерационной схемы и устанавливает заданные начальные и граничные условия. В программе предусмотрена возможность коррекции начальных и граничных распределений:  $\gamma$  - величины, обратной магнитной проницаемости ( $\gamma=1/\mu$ ),  $S$  - источника тока и  $U$  - потенциала в заданных точках  $M$ . Для этой цели служит подпрограмма MUCORR. Коррекция начального распределения  $\gamma$  может понадобиться в следующих случаях:

а/ треугольник точки  $M$ , не относящийся к ферромагнетику, всеми тремя вершинами лежит на границе воздух - ферромагнетик. В этом случае нужно задать  $MU1(M) = -1$  для верхнего треугольника, или  $MU2(M) = -1$  для нижнего;

б/ для изменения величины  $\gamma$  в небольшой области, геометрия которой задана;

в/ для задания небольших областей с коэффициентом заполнения надо треугольникам, соединяющим заданные точки  $M$ , присвоить значения  $MU1(M) = -\gamma$ ,  $S(M) = -K$ , где  $K$  - значение коэффициента заполнения. Токовые нити можно вводить в расчет в воздушных и ферромагнитных областях с коэффициентом заполнения  $K=1$ . Для этого в точке  $M$  нужно задать значение  $S(M) = I/j$ , где  $I$  - требуемый ток в нити,  $j$  - его плотность в заданной области /см. п.17 приложения/.

Возможные варианты граничных условий показаны на рис.5. Для обычно используемых граничных условий /рис.5а/ на всех границах задается однородное условие Дирихле. В случае, если линия  $y=0$  есть ось симметрии ( $NPROG \neq 0$ ), на этой границе задается однородное условие Неймана и она должна проходить по линии логической диаграммы  $L=1$ . Для цилиндрической системы координат при  $r \rightarrow 0$  скалярный потенциал вычисляется из условия  $A(r, z) = rU(r, z) = a(z)r^2$ , которое следует из того факта, что на оси  $r=0$  поле является четной функцией /9/.

Для расчета выделенных областей магнитной системы возможно задавать граничные условия в виде, показанном на рис.5б. В этом

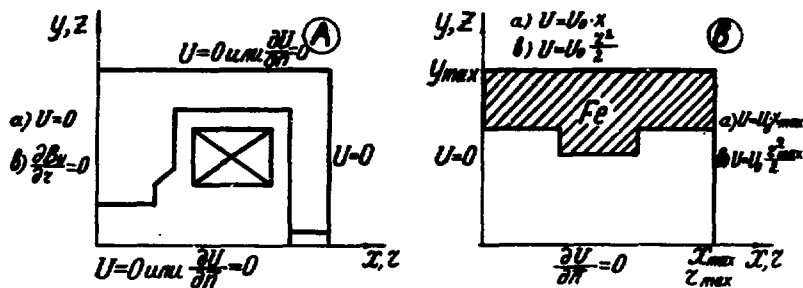


Рис.5. Возможные граничные условия.

случае в подпрограмме MUCORR задаем  $RKY = r_{\max}$  /или  $RKY = X_{\max}$  /,  $UZERO = U_0$ . Граничные условия также можно задавать, выделяя область из проведенных ранее расчетов, в этом случае задаются номера точек /п.14 приложения/, между которыми проводится линейная интерполяция скалярного потенциала по осям X или Y соответственно. Точки NP1, NP2, NP3, NP4 соединяются прямыми линиями, параллельными соответствующей оси, поэтому в первоначальной геометрии соединение между этими точками необходимо задавать требуемым образом.

Начальные условия могут быть нулевыми ( $U=0, y=AMU_0$ ) или полученными с предварительно рассчитанного числового файла /см. п.15 приложения/.

Коэффициент заполнения ферромагнетиком в заданной области может быть постоянным или переменным, и вычисляется в подпрограмме функции  $ZAP(X, Y)$  /см. приложение/. Если коэффициент заполнения равен нулю, то эта область считается областью с постоянной магнитной проницаемостью, величина которой задается параметром AMI /см. п.11 приложения/.

Перед генерированием сетки печатается массив условных чисел. Нулями в этом массиве обозначены точки, координаты которых фиксируются начальными условиями /п.4 приложения/. После идентификации точек, относящихся к многоугольникам токов или ферромагнетиков, печатается массив условных чисел, в котором единица определяет внутренние точки многоугольника, нули - внешние точки, и минус единица - граничные точки. Заполнение всей области задачи единицами означает, что нет соответствия между начальными условиями /п.4 приложения/ и описанием многоугольников ферромагнетика /п.п. 7,13 приложения/ или тока /п.п. 8,9 приложения/.

### Программа расчета конечно-разностных уравнений (АХМА2, TRIMA)

Алгоритм вычисления конечно-разностных уравнений описан в работах /4,8/. Используемая в программе зависимость магнитной проницаемости от индукции магнитного поля соответствует материалу СТ-3 и вычисляется по аналитическим формулам /10/.

Возможны четыре выхода из итерационного процесса:

1. По достижении заданной точности  $E = \frac{\sum \Delta U^n}{\sum U^n} < 2 \cdot 10^{-6}$ .

2. По достижении максимального количества итераций MITEP

3. По управлению с пульта.

4. За 2,5 мин. до конца времени, заданного перфокартой

\* TIME:...

По окончании счета на числовой файл записывается полученное распределение  $U, y$  в узлах сетки, а также вычисляется поле по формуле  $B_y = \partial U / \partial x$  на линии  $L=1$  с помощью четырехточечной формулы Лагранжа.

### Программа обработки результатов расчета (PICTU3)

В программу включены три подпрограммы, вызов их осуществляется перфокартой, в которой пробивается соответствующее название с первой позиции. Для отказа от работы подпрограммы нужно подложить перфокарту с любой информацией.

а/ Подпрограмма GRID печатает узлы сетки на цифropечатающем устройстве.

б/ Подпрограмма TANGEN вычисляет первую и вторую производные от скалярного потенциала с использованием SPLINE - алгоритма на линиях, определяемых входными параметрами. Шаг выдачи определяется как  $[X(2) - X(1)]/4$ , количество точек не более 300. В этих же точках вычисляется и печатается относительная величина поля  $B(r)/B(0)$ .

в/ Подпрограмма PIC заполняет и печатает массив условных чисел CN по следующим правилам:

для источников

$$S(I) < 0 \quad -CN(I) = -1,$$

$$S(I) = 0 \quad -CN(I) = 0,$$

$$S(I) > 0 \quad -CN(I) = 1,$$

для потенциалов

$$U(I) < 10^9 \quad -CN(I) = \text{порядок } U(I),$$

$$U(I) < -10^9 \quad -CN(I) = 10,$$

$$U(I) > 10^9 \quad -CN(I) = 11.$$

Для магнитной проницаемости печатается сначала массив верхних треугольников

$$MU_1(I) = -1 \quad -CN(I) = -1,$$

$1 < MU1(I) < 10^9$  - CN(I) = порядок  $\mu$ .

$MU1(I) > 10^9$  - CN(I) = 10,

затем - для нижних треугольников (MU2(I)).

Задавая начальные параметры I1, I2, I3, I4, можно напечатать массивы координат узлов сетки X(I), Y(I); величины потенциала и источников в узлах сетки U(I), S(I), распределение магнитной проницаемости MU1(I), MU2(I) в области задачи и распределение магнитной индукции |B|.

### Программа построения результатов расчета на CALCOMPe

Программа состоит из двух подпрограмм, вызов их осуществляется перфокартой, в которой с первой позиции пробито название подпрограммы:

а/. CALCOM - рисует на CALCOMPe сетку /пример построения на рис. 2/.

б/. EQUIP - строит точки на эквипотенциальных линиях.

Система программ TRIMA поставлена на ЭВМ БЭСМ-6, написана на языке ФОРТРАН и записана в виде библиотеки на личном диске №61.

В приложении показан пакет перфокарт, необходимый для вызова библиотечного файла TRIMLB. Для работы программы необходим числовой файл, который должен быть зарезервирован пользователем.

### ПРИЛОЖЕНИЕ

#### Пакет перфокарт для вызова программы

```
*NAME ALENITCKIY
*TIME:
*PASS *****
*DISC:61- ALEN81, MASC3
*FILE:TRIMFO,43,R
*FILE:TRIMLB,42,R
*FILE: 45,W (ФАЙЛ ЧИСЛОВЫХ ДАННЫХ)
*PERSO:42
PROGRAMMA
CALL LOADGO(5HAXMA2)
CALL LOADGO(6HAXTRI1)
CALL LOADGO(6HPICU3)
END
```



```

SUBROUTINE MUCORR
COMMON/UZERO/UZERO,RKY,ZKY
COMMON/CTG/AMU1(1600),AMU2(1600),A(1600),
*B(1600),S(1600),C(1600)/U/U(1600)
C   КОРРЕКЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА, ИСТОЧНИКОВ, МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ
C   AMU1 - 1/M-ВЕРХНЕГО ТРЕУГОЛЬНИКА
C   AMU2 - 1/M-НИЖНЕГО ТРЕУГОЛЬНИКА
C   S - ИСТОЧНИКИ, U - ПОТЕНЦИАЛ
UZERO=0.0RKY=1.E+05ZKY=RKY
RETURN
END
FUNCTION ZAP(NPO,X,Y,M)
COMMON/CTG/AMU1(1600),AMU2(1600),A(1600),
*B(1600),S(1600),C(1600)
DIMENSION X(NPO),Y(NPO)
C   РАСЧЕТ КОЭФИЦИЕНТА ЗАПОЛНЕНИЯ
C   NPO-КОЛИЧЕСТВО ТОЧЕК, X,Y-КООРДИНАТЫ,
C   M-НОМЕР ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ТОЧКИ
ZAP=0.5
RETURN
END
*EXECUTE
  ДАННЫЕ
*END FILE

```

#### Формат и порядок задания данных

В скобках указан формат информации на перфокартах. Параметры, величины которых указаны слева, можно не задавать, если нет необходимости изменять указанные значения.

1. /9A6/ - заголовок.

2. /30X, i5/ - порядковый номер конфигурации, записанный /или будет записан/ в числовом файле.

3. /2I3, 8F14.7/ AC, AK, OMX, OMY, EO.

AC - количество точек спецификации для построения сетки;

AK - индекс, характеризующий левую линию логической диаграммы сетки. Если индекс линии - 1 /см. рис.4/, то AK=1; если индекс левой линии -2, то AK=2.

1.375=OMX.

1.375=OMY - нулевое приближение фактора верхней релаксации по осям X и Y соответственно.

0.1=EO - относительная точность первого приближения генерирования сетки.

4. / 2F14. 7, 813 / UC, VC, XC, YC, IN.

UC, VC - координаты точек на рис.3.

XC, YC - целочисленные координаты рис.2.

IN - индекс, характеризующий тип соединения данной точки со следующей /рис.4/. Всего таких AC перфокарт.

5. /2I3/ NPROG, NPR2

NPROG  $\begin{cases} =0 & \text{несимметричный магнит (U|}_{y=0} = 0) \\ \neq 0 & \text{симметричный магнит (}\partial U/\partial x|_{y=0} = 0) \end{cases}$

NPR2  $\begin{cases} =0 & U|_{y=y_{\max}} = 0 \\ \neq 0 & \partial U/\partial x|_{y=y_{\max}} = 0 \end{cases}$

6. /4I3, F14.7/ AF, AP, AM, AX, AMUO. Количество точек, описывающих многоугольники железа, AF, положительного тока-AP, отрицательного тока-AM.

AX  $\begin{cases} =0 & \text{цилиндрическая система координат.} \\ \neq 0 & \text{декартова система координат.} \end{cases}$   
0.002= AMUO - начальное значение y.

7. /2 F14.7/ XF, YF - координаты узлов многоугольника, заполненного ферромагнетиком, AF перфокарт.

8. /2 F14.7/ XP, YP - координаты узлов многоугольника положительного тока, AP перфокарт.

9. /2 F14.7/ XM, YM - координаты узлов многоугольника отрицательного тока, AM перфокарт.

10. /3I10/ IXS1, IXS2, IXS3 - номера точек, принадлежащих многоугольникам ферромагнетика положительного и отрицательного тока соответственно.

11. /2I10, 2 F14.7/ NFD, INDA, ZAPP, AMI.  
NFD - количество областей ферромагнетика, координаты которых будут заданы ниже. Для области ферромагнетика, координаты которой заданы выше /K<sub>3</sub> - коэффициент заполнения/,

INDA  $\begin{cases} \neq 0 & - K_3 < 1. \\ = 0 & - K_3 = 1. \end{cases}$

При  $0 < K_3 < 1$  ZAPP  $\begin{cases} = K_3 \\ = 0 - K_3 \end{cases}$  вычисляется подпрограммой-

функцией ZAP /см. пример/.

AMI - значение y для области с постоянным y /если ZAPP = 0 и ZAP=0/.

12. /3I10, 2 F14.7/ IXS5, AF, INDA, ZAPP, AMI.

IXS5 - номер точки, принадлежащей области, координаты вершин которой будут заданы ниже.

AF - количество точек описания этой области.  
INDA, ZAPP, AMI - аналогично предыдущему заданию.

12. /2 F 14.7/ XF, YF - координаты узлов вершин многоугольника ферромагнетика, AF перфокарт.

\* задание 12/, 13/ - повторяется NFD раз.

14. /5I10/ NP1, NP2, NP3, NP4, NOL.

С числового файла номер NOL, математический номер 46, формируются граничные условия.

Номера точек выделенной зоны: 0 = NP1 - левая нижняя; NP2 - левая верхняя; NP3 - правая верхняя; NP4 - правая нижняя. Если NP1 = 0, граничные условия не изменяются.

15. /30X, 2I5/ NMN, NML.

NMN - номер конфигурации на числовом файле, с которой считаются начальные условия. NMN < NMAP. Если NMN = 0 - начальные условия не изменяются.

5 = NML = 6 - номер числового файла.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ИТЕРАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ (AXTRI, TRIMA):**

16. /30X, I5/ NMAP - номер зоны на числовом файле 45.

17. /F20.10/ R - плотность тока в заданной токовой области.

18. /I8/ MITER - максимальное число итераций.

**Задание для программы обработки результатов (PICTU3):**

19. /30X, I5/ NMAP - номер зоны на числовом файле.

20. /A6/ A.  $\left\{ \begin{array}{l} = \text{GRID} - \text{печать сетки на АЦПУ.} \\ \neq \text{GRID} - \text{нет обращения к этой подпрограмме.} \end{array} \right.$

21. /A6, 4X, 4I10/ A, KOLIN, KOPOI, KDL, IKP.

A  $\left\{ \begin{array}{l} = \text{TANGEN} - \text{проводится обработка} \\ \neq \text{TANGEN} - \text{нет обращения к этой программе.} \end{array} \right.$

1 = KOLIN - количество линий сетки, по которым проводится обработка потенциала.

IX = KOPOI - количество точек на каждой линии для обработки.

1 = KDL - шаг, показывающий, через сколько линий проводится обработка.

1 = IKP - количество точек на левой стороне линии, которые не обрабатываются.

22. /A6, 4X, 4I10/ A, I1, I2, I3, I4.

A  $\left\{ \begin{array}{l} = \text{PIC} - \text{проводится обработка.} \\ \neq \text{PIC} - \text{нет обращения к этой подпрограмме.} \end{array} \right.$

-1 - I1 ≥ 0 - печатать координаты узлов сетки.

-1 - I2 ≥ 0 - печатать потенциал и источники в каждой точке сетки.

0 - I3 ≥ 0 - печатать потенциал и источники в каждой точке сетки.

0 - I8 ≥ 0 - печатать распределение магнитной проницаемости в треугольниках сетки.

0 - I4 ≥ 0 - печатать распределение |B| во всей области расчета.

При значении параметров меньше нуля не печатаются соответствующие массивы.

### Задание для программы построения графиков (CALE)

23. /30 X, I5/ NMAP - номер зоны на числовом файле.

24. (A6) A, A { = CALCOM - построение сетки.  
A { ≠ CALCOM - не вызывается.

25. (A6, 4X, I10) A, P

A { = EQUIP - построение эквипотенциал.  
A { ≠ EQUIP - не вызывается.

P = { = P - количество эквипотенциальных линий.  
P = 0 - P=10.

Ограничения в параметрах программы следующие:

1. Количество узлов в сетке для аксиально-симметричной геометрии (AXTRI)  $AN \leq 1500$ , для плоской-параллельной геометрии (TRIMA)  $AN \leq 1600$ , причем число горизонтальных линий сетки не более 44.

$$AN = (XC_{\max} + 1) * (YC_{\max} + 1) / 2.$$

2. Количество многоугольников железа не ограничено, токов - один положительный и один отрицательный. Имеется возможность задавать любое количество токовых нитей в воздушных областях.

3. Количество точек построения сетки  $AC \leq 100$ .

4. Количество точек описания многоугольника железа  $AF \leq 100$ , многоугольника тока  $AP, AM \leq 40$ .

Единицы измерения: размеры - [l], плотность тока [R] =  $A/l^2$ , поле - [B] кГс.

Пример числовых данных /для конфигурации рис.2,3/

23	2			
0.0		0.0	0	I
0.0		5.2	0	U
0.0		5.5	0	U
0.0		8.0	0	U
II.0		8.0	22	9
II.0		0.0	22	1
II.0		-1.0	23	0
0.0		-1.0	I	0
0.0		0.0	0	I
8.0		0.0	16	I
II.0		0.0	22	I
0.0		5.5	0	7
4.0		5.5	8	2
8.0		0.0	16	I
8.0		5.5	16	7
4.0		5.5	8	2
4.0		2.0	0	3
0.0		2.0	0	3
5.5		3.0	II	4
5.5		5.0	III	6
6.5		0.0	III	6
6.5		0.0	III	4
5.5		3.0	II	4

I	0			
8	5	0	0	
0.0		5.5		
0.0		8.0		
II.0		8.0		
II.0		0.0		
8.0		0.0		
8.0		5.5		
4.0		5.5		
0.0		5.5		
5.5		0.0		
5.5		0.0		
6.5		0.0		
6.5		0.0		
5.5		0.0		

70		67		
I				
62		5		I
0.0		2.0		
0.0		5.5		
4.0		5.5		
4.0		2.0		
0.0		2.0		
0				

I  
I

100.0  
2000

I

GRID  
TANGEN  
PIC

I

CALCOM  
EQUIP

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Alenitckiy Ju.G. et al. Proceed. of Conf. on the Comput. of Magn. Fields, Oxford, March, 1976, p. 75-80.
2. Ворожцов С.Б. ОИЯИ, Р9-9216, Дубна, 1975.
3. Заплатин Н.Л., Морозов Н.А. ОИЯИ, Р9-12587, Дубна, 1979; ОИЯИ, Р9-81-476, Дубна, 1981.
4. Ворожцов С.Б. и др. ОИЯИ, Б1-11-12070, Дубна, 1978.
5. Борисовская З.В. и др. ОИЯИ, 9-81-304, Дубна, 1981.
6. Ворожцов С.Б. и др. ОИЯИ, Р9-5013, Дубна, 1970.
7. Akishin P.G. et al. JINR, E9-11859, Dubna, 1978.
8. Winslow A.M. Journ. of Comp. Phys., 1966, v.1, No.2, p. 149.
9. Diserens N.T. RMEL/R, 1969, p. 171.
10. Дерендяев Ю.С. и др. ОИЯИ, Р11-6579, Дубна, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел  
23 декабря 1981 года.



Аленицкий Ю.Г., Ворожцов С.В. Система программ для 11-81-818  
расчета двумерных магнитостатических полей

Программа TRIMA для расчета двумерных магнитостатических полей методом нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных эллиптического типа, созданная в ЛЯП ОИЯИ, написана на языке ФОРТРАН и применяется в ЭВМ БЭСМ-6 в виде частной библиотеки на диске.

Представлено краткое описание программы, а также показан пример расчета электромагнита по программе TRIMA. Опыт формирования магнитных полей ускорителей с пространственной вариацией поля /установка "Ф", У-120М/ показывает, что, используя имеющиеся программы расчета двумерных магнитостатических полей, можно проанализировать влияние различных параметров магнитной системы на распределение и величину магнитного поля и тем самым значительно сократить объем экспериментальных работ по моделированию полей.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1981

Alenitskij Yu.G., Vorozhtsov S.B. Programs Set 11-81-818  
for Calculating Two-Dimensional Magnetostatic Fields

TRIMA program for calculating two-dimensional magnetostatic fields by the nonlinear differential equation elliptic type method is described. It was created in LNP (JINR), is written in FORTRAN language, adopted on the BESM-6 computer and arranged as a program library at a separate disc. An example of electromagnet calculating is given. The experience of using programs of two-dimensional field magnetostatic calculation enables one to analyse the effect of different parameters of magnetic system upon the distribution and value of magnetic fields and thus to diminish significantly the effort needed for magnetic field experimental shaping.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1981

Перевод О.С.Виноградовой.

Редактор Б.Б.Колесова. Макет Т.Е.Хильцовой.  
Набор Н.П.Сергеевой, Н.И.Коротковой.

Подписано в печать 20.01.82.  
Формат 60х90/16. Офсетная печать. Уч.-изд.листов 1,01.  
Тираж 460. Заказ 30676.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна Московской области.