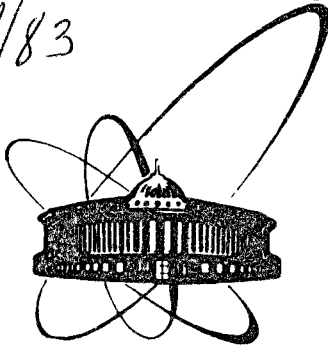


278/83



Объединенный
институт
ядерных
исследований
Дубна

10/1-83

P11-82-710

А.Д.Рогов

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ
ДЛЯ РАСЧЕТА РЕАКТОРОВ
В ТРЕХМЕРНОЙ X-Y-Z ГЕОМЕТРИИ
МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Направлено в сборник "Вопросы атомной
науки и техники", серия: физика и техника
ядерных реакторов

1982

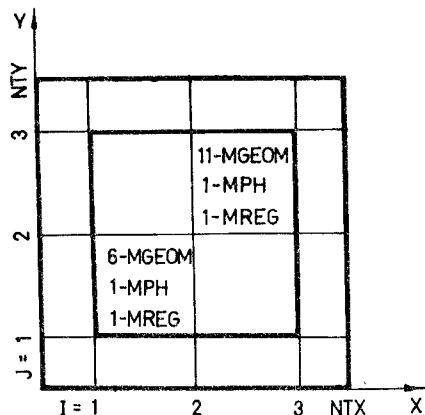
ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе приводится описание геометрического модуля для трехмерной X-Y-Z геометрии. Модуль написан на языке фортран согласно рекомендациям А.Д.Франк-Каменецкого^{/1,2/} и предназначен для работы с комплексом программ ММКФК^{/3/}. Данный геометрический блок расширяет библиотеку стандартных модулей, имеющих в настоящий момент в комплексе ММКФК.

Наряду с высоким быстродействием, геометрический модуль позволяет достаточно хорошо описывать геометрию реакторов и критических сборок со сложной структурой. Этот геометрический блок в течение ряда лет эксплуатируется в Дубне и используется для расчетов импульсных реакторов и бустеров^{/4/}.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Любой рассчитываемый реактор разбивается взаимно-перпендикулярными плоскостями по осям X, Y, и Z. На рисунке представлено схематическое изображение одного из слоев, вырезанного по высоте Z для простой модельной задачи. Таким образом, рассчитываемая система оказывается разделенной на $MT=NTX \cdot NTY \cdot NTZ$ геометрических зон. Предполагается, что физические свойства среды не могут изменяться в пределах одной геометрической зоны. В то же время физически однородная зона может быть разбита на несколько геометрических зон. Полное число физически различных сред может быть меньше числа геометрических зон. Всем физически различным средам присваиваются номера $MPH=1, \dots, MPRH$.



Положение частицы описывается в декартовых координатах (X, Y, Z), а направления ее движения - направляющими косинусами μ_x, μ_y, μ_z . При входе в геометрический блок делается преобразование из сферических координат, принятых в комплексе ММКФК, в декартовы по формулам: $\mu_x = \sin \theta \cdot \cos \phi$, $\mu_y = \sin \theta \cdot \sin \phi$, $\mu_z = \cos \theta$.

Рис. Конфигурация, описываемая модулем XYZ /проекция на плоскость XY/.

Затем, в зависимости от направляющих косинусов, определяются номера ближайших плоскостей, которые может пересечь частица. Расстояние до этих плоскостей определяется по формулам: $l_x = (XX(I) - X) / \mu_x$; $l_y = (YY(I) - Y) / \mu_y$; $l_z = (ZZ(I) - Z) / \mu_z$. Расстояние до первой ближайшей плоскости:

$$l_{\min} = \min\{l_x, l_y, l_z\}.$$

Если пробег частицы l_n меньше, чем l_{\min} , то находятся координаты столкновения: $X_{n+1} = X_n + l_n \cdot \mu_x$; $Y_{n+1} = Y_n + l_n \cdot \mu_y$; $Z_{n+1} = Z_n + l_n \cdot \mu_z$.

Если пробег частицы больше, чем l_{\min} /т.е. частица пересекает границу/, то определяется следующая ближайшая плоскость, лежащая по направлению ее движения, и переопределяются координаты частицы: $X_{n+1} = X_n + l_{\min} \cdot \mu_x$; $Y_{n+1} = Y_n + l_{\min} \cdot \mu_y$; $Z_{n+1} = Z_n + l_{\min} \cdot \mu_z$.

Далее делается проверка на пересечение грани реактора. Если частица не вылетает из системы, то определяются все параметры частицы (MGEOM, MPH, MREG), поток для данной регистрационной зоны, и из значения l_n вычитается значение пробега частицы в зоне, которую она покидает. Затем остаток пробега умножается на отношение полных сечений в "старой" и "новой" зонах, после чего траектория прослеживается дальше, пока весь пробег l_n не будет исчерпан /не произойдет столкновения/, или частица не выйдет за пределы рассматриваемой системы /утечка/. В данном варианте считается утечка в трех направлениях: утечка с плоскостей X, утечка с плоскостей Y и утечка с плоскостей Z.

Модуль состоит из трех подпрограмм со стандартными^{/3/} входами и выходами: а/ ввод исходных данных DGXYZ, б/ розыгрыш начальных координат серии частиц по заданному распределению - SSXYZ, в/ построение траектории частицы - GEOXYZ.

Модуль работает по следующей схеме. Сначала вызывается /всего один раз/ подпрограмма DGXYZ. Она вводит все данные о геометрической конфигурации системы. Ее описание дано ниже. Подпрограмма SSXYZ при каждом обращении к ней вычисляет начальные координаты серии частиц в соответствии с заданной функцией распределения источников. Входным параметром для этой подпрограммы является число частиц в серии. Подпрограмма SSXYZ используется при решении задач с источником и при вычислении начального распределения в задачах на критичность.

Основной подпрограммой модуля является подпрограмма GEOXYZ, обращение к которой производится многократно для построения участка траектории частицы между двумя соударениями. При входе в подпрограмму GEOXYZ должны быть заданы координаты частицы и направление ее движения, оптическая длина пробега частицы между двумя столкновениями, ее энергия /или номер энергетической группы/. Подпрограмма строит траекторию частицы, оптическая длина которой равна l в заданном направлении от заданной начальной точки до следующей точки столкновения или до точки вылета из системы. На выходе из подпрограммы получаются координаты сле-

дующей точки столкновения или вылета из системы, физический номер зоны, в которой произошло следующее столкновение.

3. ОБОЗНАЧЕНИЯ В ПРОГРАММЕ

MPH - физический номер зоны,
 MGEOM - геометрический номер зоны,
 MREG - регистрационный номер зоны,
 МЕТКА - индикатор события, в результате которого происходит выход из подпрограммы GEOXYZ /см. комментарии в подпрограмме/,
 NTX, NTY, NTZ - число разбиений по осям X, Y, Z соответственно,
 I - номер зоны по оси X ($1 \leq I \leq NTX$), J - номер зоны по оси Y ($1 \leq J \leq NTY$), K - номер зоны по оси Z ($1 \leq K \leq NTZ$), MTRH - полное число физических зон, MT - полное число геометрических зон, MTRREG - полное число регистрационных зон, NGROUP - число энергетических групп, NUMGR - номер группы, ISTR - переменная, характеризующая тип решаемой задачи, $ISTR \geq 2$ - задача с заданным источником, $ISTR=0,1$ - задача на определение равновесного распределения, NTOT - число частиц в серии, NMAX - максимально допустимое значение NTOT, LGEOM, LCSMMK, LFLUX, LDIM - длины соответствующих COMMON-блоков, X, Y, Z - координаты частицы, EL, XYZ - пробег частицы, $\cos X, \cos Y, \cos Z$ - (μ_x, μ_y, μ_z) - направляющие косинусы, XX(I) - расстояние от начала координат до верхней границы зоны I, YY(I) - расстояние от начала координат до верхней границы зоны J, ZZ(I) - расстояние от начала координат до верхней границы зоны K.

COMMON-блоки

/IRINF/ - содержит все переменные без индексов /сначала INTEGER, затем REAL/, которые используются несколькими подпрограммами, /QIN/ - первоначально содержит распределение источников по зонам в произвольной нормировке, после первого обращения к SSXYZ содержит ту же информацию в переработанном виде, специально приспособленном для быстрого вычисления начальных координат, /CSMMK/ - содержит информацию о физических свойствах зон, /FLUX/ - служит для размещения вычисленных нейтронных потоков, /FCTLG/ - каталог потоков /см. /2/, /MATTER/ - позволяет определять MPH и MREG по заданному MGEOM, /DIM/ - содержит XX(I), YY(I), ZZ(I).

4. ОПИСАНИЕ ПОДПРОГРАММЫ DGXYZ

Эта подпрограмма обеспечивает необходимой исходной информацией подпрограммы SSXYZ и GEOXYZ. В ее функции входят: ввод исходных данных, непосредственно связанных с геометрией конкретной задачи, предварительная проверка их правильности, распечатка и размещение их в COMMON-блоках /IRINF/, /QIN/, /MATTER/ и /DIM/.

Данный вариант подпрограммы рассчитан на $NTX \leq 30, NTY \leq 30, NTZ \leq 10$. Для того чтобы снять это ограничение, достаточно изменить описание общего блока /DIM/ во всех входящих в геометрический модуль подпрограммах.

Исходные данные для подпрограммы DGXYZ набиваются на перфокартах в следующем порядке:

Карта 1 /3I10/

Столбец	Имя	Описание.
10	NTX	Число разбиений по оси X
20	NTY	Число разбиений по оси Y
30	NTZ	Число разбиений по оси Z

Карта 2 /13 /1X, F5.2//

/XX (I), I=1, NTX/ - расстояние от начала координат по оси X до верхней границы зоны I,

Карта 3 /13 (1X, F5.2)/

/YY(I), I=1, NTY/ - расстояние от начала координат по оси Y до верхней границы зоны J,

Карта 4 /13 (1X, F5.2)/

(ZZ(I), I=1, NTZ) - расстояние от начала координат по оси Z до верхней границы зоны K,

Карта 5 /2X, 2613/

(MATTER (I), I=1, MT) - таблица, содержащая физические номера зон для каждой геометрической зоны. В первых двух столбцах рекомендуется пробивать порядковый номер карт.

Карта 6 /513/ /пропускается, если $ISTR \geq 3$ /

(IQIN(I), I=1,5) - массив, содержащий номера физических зон, в которых есть начальный источник,

Карта 7 /A6/

KOUNT - текстовая информация

Карта 8 /2X, 2613/

(KOUNT (I) I=1, MT) - таблица регистрационных зон. Если все регистрационные зоны совпадают с геометрическими, то карты 7 и 8 не задаются.

Карта 9 /A6/

ENDGEO - текстовая информация, признак конца данных геометрического блока.

5. ОПИСАНИЕ ПОДПРОГРАММ SSXYZ И GEOXYZ

Основная цель этой подпрограммы - вычисление и размещение в COMMON-блоках /BOX1/ ÷ /BOX7/ начальных координат серии из NTOT частиц. Каждая частица характеризуется следующими семью параметрами: MCN(N)=MGEOM, ICN(N)=I, JCN(N)=J, KCN(N)=K, XCN(N)=X, YCN(N)=Y, ZCN(N)=Z.

Подробности о работе подпрограммы описаны в работе /2/.

GEOXYZ - это основная подпрограмма в геометрическом модуле. Подробности алгоритма даны в комментариях к этой подпрограмме и в /2/. В приведенном варианте подпрограммы вычисляются средний поток для всех регистрационных зон и всех энергетических групп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Франк-Каменецкий А.Д. Геометрический модуль для расчетов методом Монте-Карло. Препринт ИАЭ-2416, М., 1974.
2. Франк-Каменецкий А.Д. Моделирование траекторий нейтронов при расчете реакторов методом Монте-Карло. Атомиздат, М., 1978.
3. Майоров Л.В. В кн.: Вопросы атомной науки и техники, сер. Физика и техника ядерных реакторов. 1981, вып. 8 /21/, с. 13.
4. Рогов А.Д., Шабалин Е.П. ОИЯИ, Б1-11-9327, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 октября 1982 года.

Рогов А.Д.

P11-82-710

Геометрический модуль для расчета реакторов в трехмерной X-Y-Z геометрии методом Монте-Карло

Приводится описание геометрического модуля для трехмерной X-Y-Z геометрии. Модуль написан на языке фортран и предназначен для работы с комплексом программ ММКФК. Геометрический блок расширяет библиотеку стандартных модулей, имеющихся в настоящий момент в комплексе ММКФК. Наряду с высоким быстродействием данный геометрический модуль позволяет достаточно хорошо описывать геометрию реакторов и критических сборок со сложной структурой.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Rogov A.D.

P11-82-710

Geometrical Module for Reactor Calculation in Three-Dimensional X-Y-Z Geometry Using the Monte-Carlo Method

Geometrical module for three-dimensional X-Y-Z geometry written in FORTRAN language and intended for operation with MMKFK program complex is described. The module expands the standard modules library available at the MMKFK complex. Along with a high speed of response, the module permits to describe rather well the geometry of reactors and critical assemblies of a complicated structure.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.