ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ЕРЕВАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Բնական գիտություններ 2, 1981 Естественные науки

Физика

УДК 621.039

А. В. ОВСЕПЯН, И. Н. АЙРАПЕТЯН, Р. А. ТАРАНЯН

РАСЧЕТ НЕСТАЦИОНАРНОГО ПЕРЕНОСА НЕЙТРОНОВ В ПЛОСКОЙ СРЕДЕ ШЕСТИГРАННОЙ СТРУКТУРЫ МЕТОДОМ СУПЕРПОЗИЦИИ

В данной работе применяется метод суперпозиции для нестационарных процессов в плоской среде. По сравнению с методом Монте-Карло данный метод расчета сокращает время расчетов в 30 раз.

Методы расчета нестационарного переноса частиц представляют практический интерес, и в настоящей работе сделана попытка применить метод суперпозиции потоков к расчету нестационарного переноса в плоской среде.

Коротко об идее метода.

Топливный элемент разбивается на одинаковые по геометрии элементы. На одном элементе выделяем две произвольные грани i и j. Пусть на грань i в нулевой момент времени падает единичный пакет нейтронов I_0. Пусть φ_{ij} —ток нейтронов через j-ую грань, обусловленный током I_0, назовем его функцией отклика. Если же на границу i падает ток нейтронов $I_0(t)$, то ток $I(t)$, создаваемый им на j-ой границе, вычисляется по формуле

$$I(t)=\int_0^t I_0(\tau)\varphi_{ij}(t-\tau)d\tau.$$

Таким образом составляются интегральные выражения для выходящих токов на границах этих элементов, если известны начальные условия на границах элементов разбиения и функции отклика. При дискретном шаге времени интегрирование по τ сводится к суммированию по моментам времени, которое позволяет найти выходящие токи на всех гранях. Эти данные позволяют составить картину нейтронного поля в плоскости.

Расчет функции отклика можно производить различными методами. В данной статье для их получения используется метод Монте-Карло. Как утверждалось в [1], метод суперпозиции разрешает с хорошей точностью рассчитывать процессы в среде с размерами, намного большими, чем длина пробега нейтронов. Этот метод по сравнению с другими методами существенно сокращает машинное время.

Такие результаты были получены для одномерного случая в [1]. В целях проверки целесообразности метода здесь решена задача переноса нейтронов в плоской геометрии шестигранной структуры.

Рассматривается распределение нейтронов от центрального источника для конфигурации из семи шестигранников (рис. 1). В среде про-

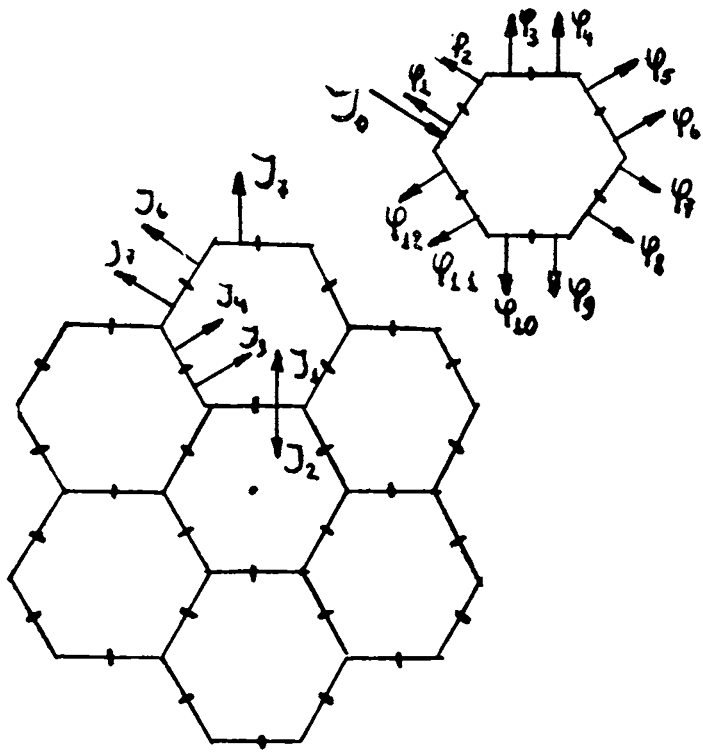

Рис. 1. Функции откликов и выходящие токи для шестигранника. Конфигурация из семи шестигранников.

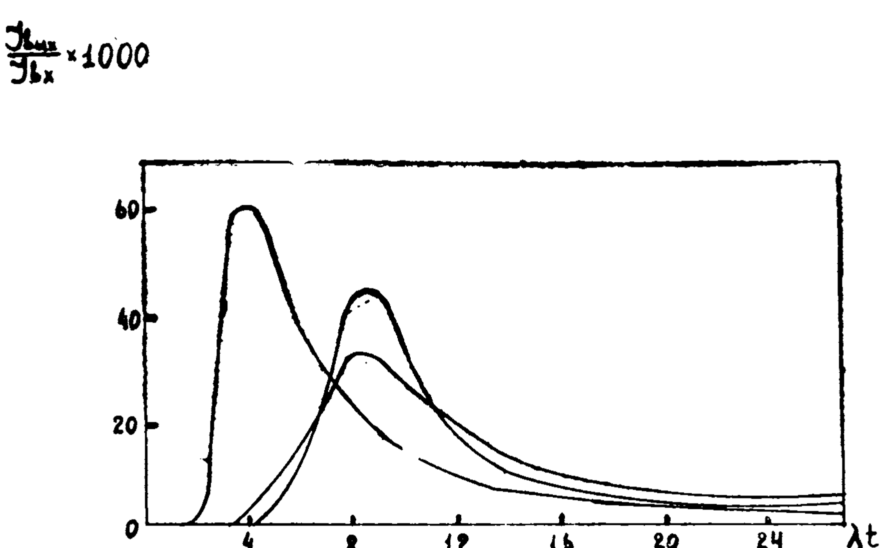

Рис. 2. Функции отклика φ_0, φ_2, φ_3 для шестигранного плоского элемента.

исходят процессы деления, поглощения и рассеяния. Требуется рассчитать токи на границах данной конфигурации. Задача решается чистым методом (моделирования) Монте-Карло, а также методом суперпозиции потоков; оцениваются машинные времена для обоих методов, затем сравниваются результаты и погрешность. Для решения задачи методом суперпозиции область разбивается на равные по геометрии элементы. В нашем случае элементами разбиения являются шестигранники. В целях повышения точности расчета каждая грань шестигранника делится на две равные части.

Из-за симметрии задачи можно выделить семь различных токов (I_1, I_2, ..., I_7) на гранях элементов. Для одного шестигранника вычисляются функции отклика на гранях, когда пакет нейтронов падает на одну из границ φ_1, φ_2, ..., φ_{12}, а также функция отклика φ_0 для случая, когда источник нейтронов находится в центре шестигранника (рис. 2).

Расчет функций φ_0, φ_1, ..., φ_{12} производится методом Монте-Карло [2].

Далее, составляется система интегральных выражений для области токов:

$$I_1(t)=\int_0^t I_0(\tau)\varphi_0(t-\tau)d\tau+\sum_{i=1}^{12}\int_0^t I_\nu(\tau)\varphi_i(t-\tau)d\tau.$$

$$I_2(t)=\int_0^t I_1(\tau)[\varphi_1(t-\tau)+\varphi_2(t-\tau)]d\tau+\int_0^t I_3(\tau)[\varphi_{11}(t-\tau)+\varphi_{12}(t-\tau)]d\tau+$$

$$+\int_0^t I_4(\tau)[\varphi_3(t-\tau)+\varphi_4(t-\tau)]d\tau,$$

. . . .

. . . .

$$I_7(t)=\int_0^t I_1(\tau)[\varphi_7(t-\tau)+\varphi_8(t-\tau)]d\tau+\int_0^t I_3(\tau)[\varphi_5(t-\tau)+\varphi_6(t-\tau)]d\tau+$$

$$+\int_0^t I_4(\tau)[\varphi_9(t-\tau)+\varphi_{10}(t-\tau)]d\tau.$$

Дискретизация времени позволяет последовательно вычислять выходящие токи, заменить интегралы суммами. Этот процесс циклический, в каждом цикле считаются токи для определенного момента времени.

Та же самая задача решается моделированием метода Монте-Карло для всей области из семи шестигранников. Результаты обоих расчетов совпадают, отклонение же находится в пределах погрешности метода Монте-Карлю (порядка 6%). На рис. 3 приведены выходящие токи I_5, I_6, I_7 на внешних границах конфигурации. Сплошная кривая получается методом суперпозиции, а кривая с крестиками—чисто методом Монте-Карло. Время расчета сокращается по сравнению со временем чистого метода Монте-Карло в 30 раз.

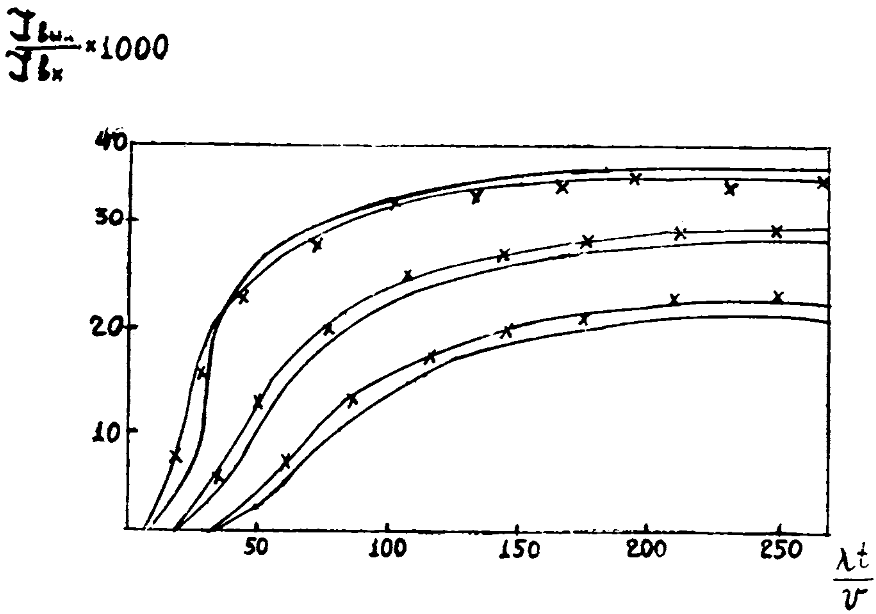

Рис. 3. Зависимость выходящих токов I_5, I_6, I_7 на внешних границах конфигурации от времени.

Кафедра ядерной физики *Поступила 18.12.1980*

ЛИТЕРАТУРА

1. **Овсепян А. В., Айрапетян И. Н., Таранян Р. А.**, Уч. записки ЕГУ, 1980.
2. **Франк-Каменецкий А. Д.**, Моделирование траекторий нейтронов при расчете реакторов методом Монте-Карло. Атомиздат, М., 1978.

Ա. Վ. ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ, Ի. Ն. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ռ. Ա. ՏԱՐԱՆՅԱՆ

ՆԵՅՏՐՈՆՆԵՐԻ ՈՉ ՍՏԱՑԻՈՆԱՐ ՏԵՂԱՇԱՐԺԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ ՎԵՑԱՆԻՍՏ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՈՎ ՀԱՐԹ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ ՎԵՐԱԴՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ

Ամփոփում

Տվյալ աշխատանքում կիրառվում է վերադրման մեթոդը նեյտրոնների ոչ ստացիոնար տեղափոխման պրոցեսների հաշվարկի համար հարթ միջավայրում։ Հաշվարկի այս մեթոդը Մոնտե-Կառլոյի մեթոդի համեմատ հաշվարկի ժամանակամիջոցը կարճացնում է 30 անգամ։