

А-437  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНЫХ  
РЕАКТОРОВ, г. МЕЛЕКЕСС

4 - 4009

Владимир Лелек

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВЫРАВНИВАНИЯ  
И РАСЧЕТА ГЕТЕРОГЕННЫХ РЕАКТОРОВ

Специальность - 041 теоретическая  
и математическая физика

Автореферат диссертации на соискание учёной  
степени кандидата физико-математических наук

Дубна 1968

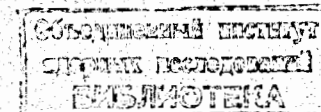
4 - 4009

Владимир Лелек<sup>x/</sup>

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВЫРАВНИВАНИЯ  
И РАСЧЕТА ГЕТЕРОГЕННЫХ РЕАКТОРОВ

Специальность - 041 теоретическая  
и математическая физика

Автореферат диссертации на соискание учёной  
степени кандидата физико-математических наук



<sup>x/</sup> Институт ядерных исследований ЧСАН, Прага

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики  
Объединённого института ядерных исследований.

Научный руководитель:

доктор технических наук Я.В.Шевелев.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук Е.П.Кузнецин,

кандидат физико-математических наук Б.П.Кочуров,

Ведущее предприятие: Физико-энергетический институт  
ГКАЭ СССР, г.Обнинск.

Автореферат разослан " " 1968 г.

Защита диссертации состоится " " 1968 года в Научно-  
исследовательском институте ядерных реакторов, г.Мелекесс.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Научно-  
исследовательского института атомных реакторов, г.Мелекесс.

Учёный секретарь

В.М.Гордина

## Часть I. Вопросы выравнивания потока

Во введении (§1) обсуждается состояние вопроса о методах выравнивания реактора. Обнаружен пробел в вопросе о влиянии резонансного поглощения и гетерогенных эффектов на способ размещения горючего.

В §2 рассматривается влияние резонансного поглощения на возможность выравнивания. Исследуется однородная модель реактора. Для плоской геометрии получено аналитическое, для цилиндрической – численное решение.

В §3 рассмотрены типы симметрии решетки, допускающие однозначное решение задачи о выравнивании потока в реакторе с одинаковыми нитевидными стержнями. Однако метода решения системы уравнений для положений стержней, приемлемого для всех случаев, не удалось найти. Видимо, имеется много близких решений, что и определяет неустойчивость счёта. Поэтому предложен приближенный метод нахождения решетки, который дает практически точное выравнивание, свободный от указанных недостатков (метод гетерогенизации).

В первой части работы получены следующие новые результаты:

1. Найдено решение (в квадратурах) задачи о выравнивании потока в плоском однородном реакторе с резонансным поглощением.

2. Показано, что при чрезмерно тонком отражателе выравнивание невозможно (приближение к предельной толщине приводит к неограниченному росту критических размеров).

3. Показано на примере плоского реактора (аналитически) и цилиндрического (численно), что удельная мощность выровненного реактора становится больше, чем у невыровненного уже в области размеров, представляющих практический интерес.

4. Попытки точного выравнивания гетерогенного реактора с нитевидными стержнями не привели к цели (опробованные итерационные методы оказались неустойчивыми).

5. Предложен метод "гетерогенизации", то есть перехода от гомогенного размещения горючего к размещению его в узлах решетки с непрерывно меняющимся шагом. Оказалось, что гетерогенный реактор, полученный таким путем из гомогенного выровненного реактора, является практически выровненным уже при не очень большом числе блоков (20).

6. Показано, что поток в выровненном гетерогенном реакторе не более чувствителен к возмущениям, чем в невыровненном.

### Часть II . Методика расчёта реактора с большим числом различных стержней

Во введении (§1) рассматриваются различные способы расчёта гетерогенных реакторов. Обнаружен пробел в вопросе о методах численного решения системы гетерогенных уравнений для реактора с очень большим числом (более тысячи) различных блоков.

В §§2,3 формулируются основные уравнения и анализируются их свойства, важные для численного расчёта на электронных машинах.

В §4,5 изучается вопрос о выборе и свойствах собственных чисел гетерогенной задачи.

В §6 предложен вариационно-итеративный метод расчёта гетерогенной системы уравнений, учитывающий несимметричность гетерогенной матрицы.

Пусть  $H$  - матрица системы гетерогенных уравнений. Введём матрицу:

$$K(\lambda) = H + H^T - \frac{1}{\lambda} H^T H,$$

где  $H^T$  - матрица, транспонированная матрице  $H$ ,  $\lambda$  - положительный параметр.

Если  $x_1, x_2, \dots, x_n$  - некий набор векторов, для которых известны векторы  $Hx_i$ , то очередное приближение  $x_{n+1}$  получается из условия

$$\text{Min}_{\lambda} \left[ \lambda - \max_{\bar{x}_{n+1}} \frac{\bar{x}_{n+1}^T K(\lambda) \bar{x}_{n+1}}{\bar{x}_{n+1}^T \bar{x}_{n+1}} \right],$$

где

$$\bar{x}_{n+1} = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n; \quad x_{n+1} = H \bar{x}_{n+1}.$$

В §7 этот метод сравнивается с другими возможными методами и показывается его эффективность с точки зрения числа операций.

В §8 показано, как в рамках этого метода можно учесть наличие отражателя конечных размеров и свойств, иных, чем у замедлителя в активной зоне. С этой целью применяется метод ложных источников.

§9 посвящен формулировке теории возмущений, которая практически может быть реализована.

В §10 обсуждаются возможности решения более точных гетерогенных уравнений и методика пересчёта одного собственного числа на другое.

Основные результаты второй части работы можно сформулировать так:

1. Предложен метод решения уравнений, состоящий в чередовании простой итерации с минимизацией специально подобранного функционала.

2. Схема счёта позволяет ограничиться вычислением и хранением в памяти машины одной или, в крайнем случае, немногих строк гетерогенной матрицы.

3. Предложен способ учёта "кусочной" неоднородности замедлителя, который не противоречит пункту два.

4. Предложен приближенный метод расчёта возмущений в потоках, при котором объем дополнительных вычислений мал по сравнению с тем, что требуется для расчёта невозмущенного реактора.

5. Предложена схема уточнения констант, входящих в гетерогенный расчёт, по результатам измерения потоков на некоторых блоках.

6. Составлена программа двухгруппового расчёта гетерогенного реактора с нитевидными, однородными и бесконечными по высоте блоками, находящимися в узлах регулярной решетки в однородном бесконечном замедлителе. Реактор с числом стержней 795 был рассчитан по этой программе на машине М-20 за два часа. По оценкам, расчёт реактора с учётом четырех зон по высоте и правильным учётом пространственного распределения резонансного захвата при числе блоков 2000 займет около пяти часов на машине БЭСМ-6.

Рукопись поступила в издательский отдел

26 июля 1968 года.