

Лекция 11

Метод сферических гармоник.
Уравнение переноса в Р1-приближении.
Диффузионное приближение.
Границы применимости диффузионного приближения в задачах расчета защит.



Методы моментов

Методы моментов или полиномиальные методы основаны на представлении угловой зависимости потока нейтронов в виде ряда по полной системе ортогональных функций.

Эти разложения ограничиваются конечным числом членов, что позволяет получить решаемую систему уравнений.

При этом пространственное представление зависимости потока нейтронов обычно получают с помощью введения дискретной пространственной сетки, в узлах которой вычисляются значения потока.



Метод сферических гармоник

Угловая зависимость потока нейтронов $\Phi(x, \mu)$ представляется в виде ряда по полиномам Лежандра $P_m(\mu)$ в плоской геометрии и по сферическим гармоникам в общем случае

$$\Phi(x,\mu) \approx \sum_{m=0}^{M} \frac{2m+1}{2} \cdot \varphi_m(x) \cdot P_m(\mu)$$

Свойства сферических гармоник:

- 1) они образуют полную систему функций
- 2) они обладают свойством ортогональности
- 3) использование разложения индикатрисы рассеяния по полиномам Лежандра приводит к упрощению решаемой системы уравнений

$$\sigma_s(x,\mu_0) \approx \sum_{m=0}^{M} \frac{2m+1}{4\pi} \cdot \sigma_{mS}(x) \cdot P_m(\mu_0)$$

1

Уравнение переноса в Р1-приближении

Р₁-приближение уравнения переноса означает слабую зависимость потока нейтронов от угловой переменной. В плоской геометрии:

$$\Phi(x,\mu) \approx \varphi_0(x) + 3\mu \cdot \varphi_1(x)$$

коэффициенты разложения имеют физический смысл:

 $\phi_0(x)$ — интегрального по углам потока нейтронов, $\phi_1(x)$ — тока нейтронов Свойство нормировки полиномов Лежандра:

$$\frac{1}{2} \int_{-1}^{1} d\mu \cdot P_{m}(\mu) = \begin{cases} 1, m = 0 \\ 0, m \neq 0 \end{cases}$$

Свойство ортогональности полиномов Лежандра:

$$\frac{1}{2} \int_{-1}^{1} d\mu \cdot P_{m}(\mu) \cdot P_{k}(\mu) = \begin{cases} \frac{1}{2m+1}, m = k \\ 0, m \neq k \end{cases}$$

Уравнение переноса сводится к системе:

$$\frac{d}{dx}\varphi_1(x)+\Sigma_0(x)\cdot\varphi_0(x)=Q_0(x)$$

$$\frac{d}{dx}\varphi_0(x)+3\Sigma_1(x)\cdot\varphi_1(x)=3Q_1(x)$$
 излучений



Диффузионное приближение

Используемые приближения:

1) Слабая зависимость потока нейтронов от угловой переменной:

 $\Phi(x)$ и J(x) — поток и ток нейтронов

2) Отсутствие зависимости источника нейтронов от угловой переменной:

- закон Фика

уравнение диффузии

Границы применимости диффузионного приближения в задачах расчета защит

Решение уравнения диффузии, получаемого с учетом приближений слабой зависимости потока нейтронов от угловой переменной и отсутствием зависимости источника нейтронов от угловой переменной, дает хорошие результаты в областях рассматриваемой системы удаленных от границ системы и границ раздела областей с резко различными свойствами.

Эти ограничения в задачах расчета защит не всегда выполняются.