

***Московский инженерно-физический институт  
(государственный университет)  
Физико-технический факультет***

**Лекция 11**

**Методы моментов.**

**Метод сферических гармоник.**

**Уравнение переноса в P1-приближении.**

**Диффузионное приближение.**

**Границы применимости диффузионного приближения в задачах расчета защит.**

Теория переноса  
излучений

## 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

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

## Уравнение переноса в P1-приближении

$P_1$ -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:

$\varphi_0(x)$  – интегрального по углам потока нейтронов,  $\varphi_1(x)$  – 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:

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

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

Теория переноса  
излучений

# Диффузионное приближение

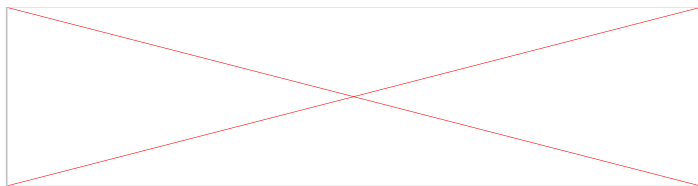
Используемые приближения:

1) Слабая зависимость потока нейтронов от угловой переменной:

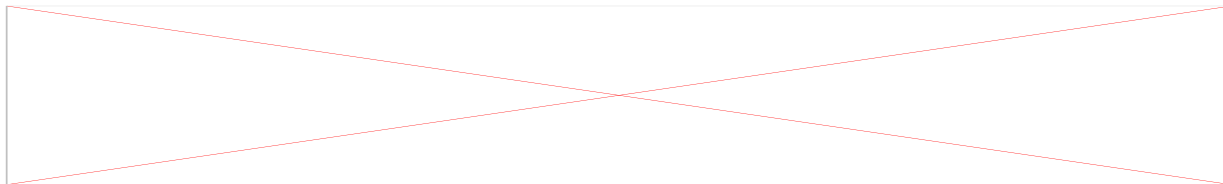


$\Phi(x)$  и  $J(x)$  – поток и ток нейтронов

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.**