

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

Лекция 4

**Газокинетическое уравнение переноса
нейтронов в неразмножающей среде.
Уравнение баланса нейтронов.
Граничные условия.
Уравнение переноса для нерассеянной
компоненты излучения.
Решение уравнения переноса для
нерассеянной компоненты излучения.**

Теория переноса
излучений

Газокинетическое уравнение переноса нейтронов в неразмножающей среде.

Неразмножающая система – система, не содержащая делящиеся материалы.

Уравнение переноса нейтронов в некоторой системе - система уравнений:

- 1) интегро-дифференциальное уравнение баланса нейтронов в элементарном объеме системы
- 2) уравнения – граничные условия для влетающих в систему нейтронов. Число граничных условий совпадает с числом границ системы.

Уравнение баланса нейтронов

$$\Phi = \Phi(\vec{r}, \vec{\Omega}, E), \quad \Phi' = \Phi'(\vec{r}', \vec{\Omega}', E')$$

$$\begin{aligned} \vec{\Omega} \cdot \nabla \Phi + \Sigma_{tot}(\vec{r}, E) \Phi &= \frac{1}{4\pi} \int_{4\pi} d\Omega' \int_0^\infty dE' \Sigma_S(\vec{r}, \vec{\Omega}, E \leftarrow \vec{\Omega}', E') \Phi' + \\ &+ \frac{\chi(\vec{r}, E)}{4\pi} \int_{4\pi} d\Omega' \int_0^\infty dE' v_f(\vec{r}, E') \Sigma_f(\vec{r}, E') \Phi' + Q(\vec{r}, \vec{\Omega}, E) \end{aligned}$$

Граничные условия

Наиболее часто в задачах защиты встречаются граничные условия следующих типов:

1) **Нулевое условие** на границе с вакуумом:

$$\Phi(\overset{\vee}{R}_0, \overset{\vee}{\Omega}, E) = 0, \text{ если } (\overset{\vee}{n} \bullet \overset{\vee}{\Omega}) < 0$$

2) **Условие облучения** на границе с источником нейтронов:

$$\Phi(\overset{\vee}{R}_0, \overset{\vee}{\Omega}, E) = \Phi_0(\overset{\vee}{R}_0, \overset{\vee}{\Omega}, E), \text{ если } (\overset{\vee}{n} \bullet \overset{\vee}{\Omega}) < 0$$

Уравнение переноса для нерассеянной компоненты излучения

Уравнение переноса:

$$\begin{cases} \frac{d}{dx} \Phi(x) + \Sigma_{tot} \Phi(x) = 0 \\ \Phi(0) = \Phi_0 \end{cases}$$

Распределение потока нерассеянного излучения в
однородной пластине:

$$\Phi(x) = \Phi_0 \exp(-\Sigma_{tot} x)$$

Решение уравнения переноса для нерассеянной компоненты излучения.

Поток нерассеянного излучения за
однородной пластиной:

$$\Phi(d) = \Phi_0 \exp(-\Sigma_{tot} d)$$

Поток нерассеянного излучения за
системой пластин:

$$\Phi(d) = \Phi_0 \exp\left(-\sum_i \Sigma_{tot,i} d_i\right)$$