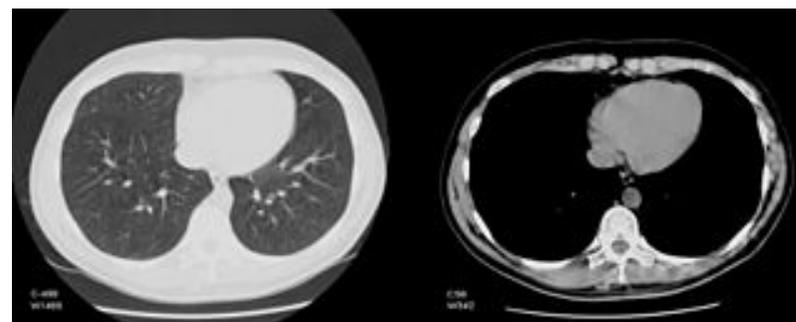
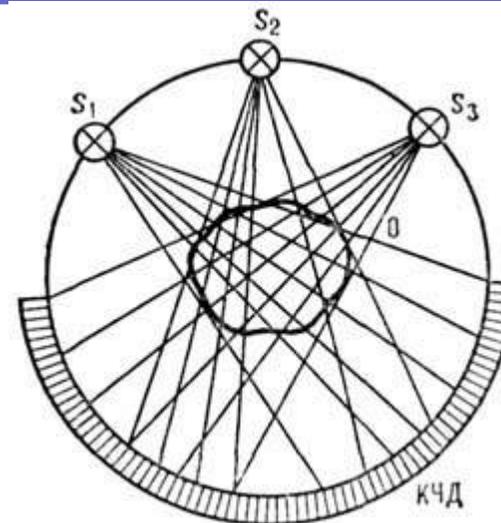


Метод решения задачи томографии в случае комптоновского рассеяния

*Яровенко И.П.
ИПМ ДВО РАН*

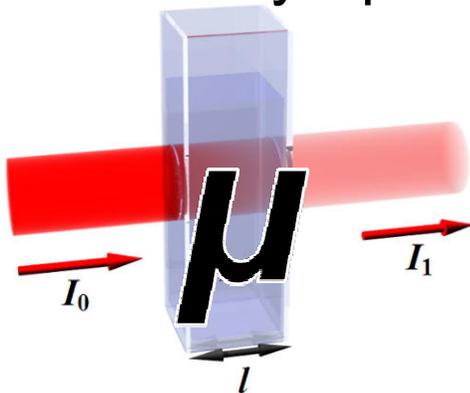
Томография

Метод исследования внутренней структуры объекта посредством его многократного просвечивания в различных пересекающихся направлениях



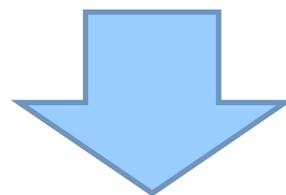
Основы томографии

1. Закон Бугера-Ламберта (1729 г.)



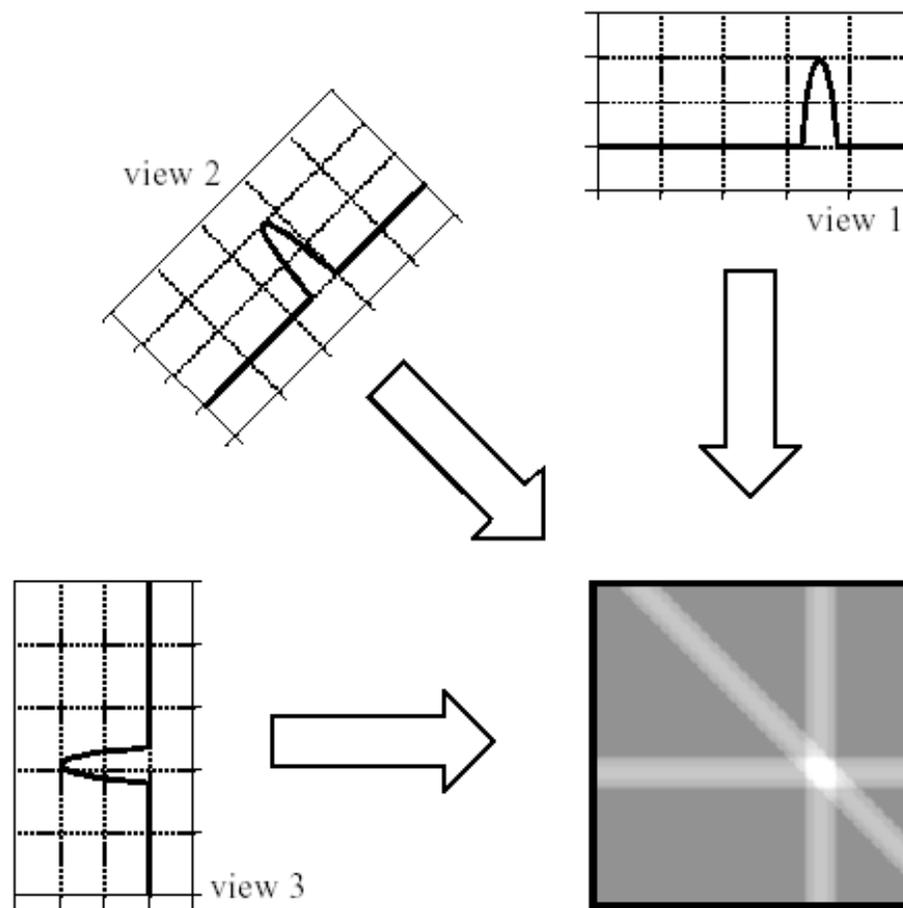
$$I_1 = I_0 \exp\left(-\int_l \mu(x) dl\right)$$

2. Преобразование Радона (1917 г.) $\int_l \mu(x) dl = -\ln \frac{I_1}{I_0}$



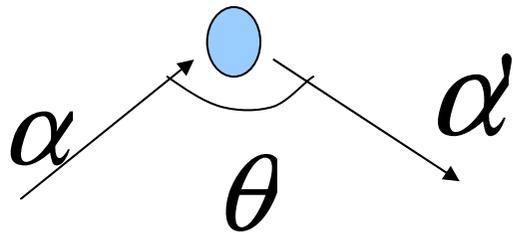
Алан Кормак и Годфри Хаунсфилд -
Нобелевская премия 1979 г.

Восстановление объекта



Комптоновское рассеяние

Комптоновское рассеяние – процесс рассеяния фотона на электроне с потерей энергии и жесткой связью между углом рассеяния и изменением энергии фотона



α - Энергия до рассеяния

α' - Энергия после рассеяния

$$\frac{1}{\alpha'} = 1 + \frac{1}{\alpha} - \cos \theta$$

Математическая модель

$$\begin{aligned} 1. \quad \omega \cdot \nabla_r f(r, \omega, \alpha) + \mu(r, \alpha) f(r, \omega, \alpha) &= \\ &= \int_{\Omega_{\omega, \alpha}} k(r, \omega, \omega', \alpha) f(r, \omega', g(\omega, \omega', \alpha)) d\omega' \\ \Omega_{\omega, \alpha} &= \{\omega' \in \Omega, \omega \cdot \omega' \geq 1 - 1/\alpha + 1/\bar{\alpha}\} \end{aligned}$$

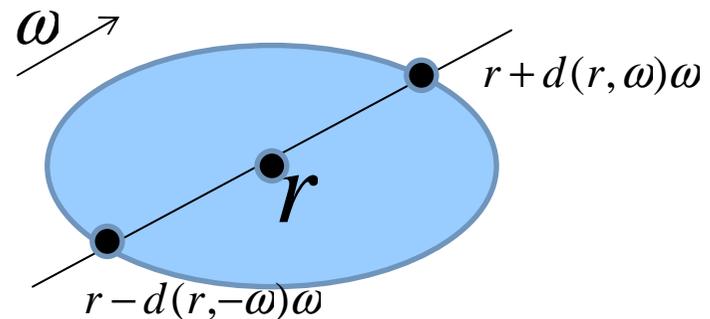
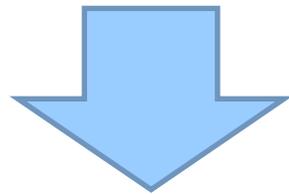
$$2. \quad f(r, \omega, \alpha) = h(r, \omega, \alpha), \quad \omega \cdot n \leq 0 \quad r \in \partial G$$

$$3. \quad f(r, \omega, \alpha) = H(r, \omega, \alpha), \quad \omega \cdot n \geq 0$$

при максимальной энергии

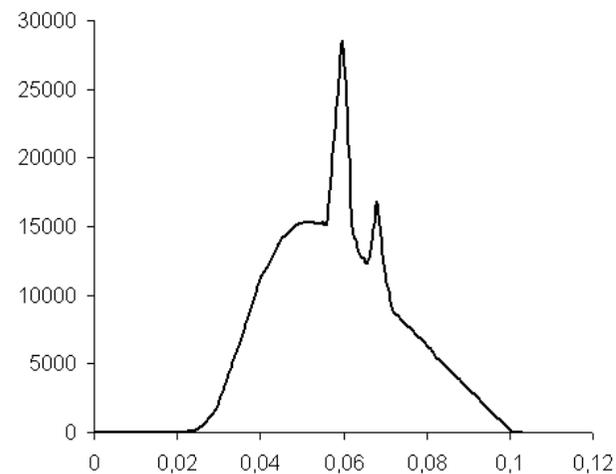
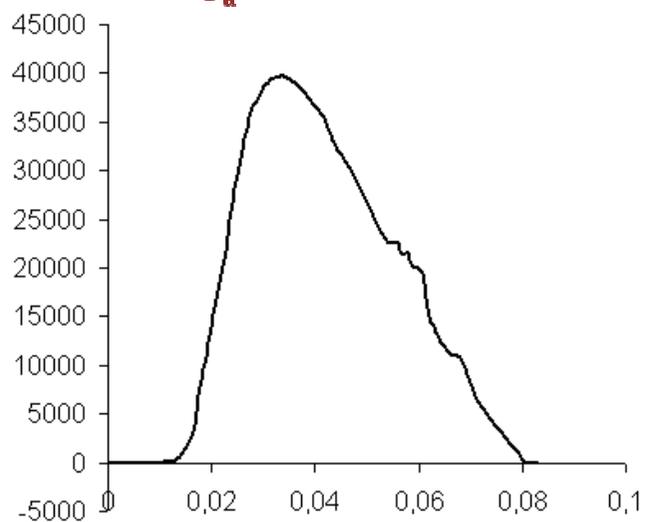
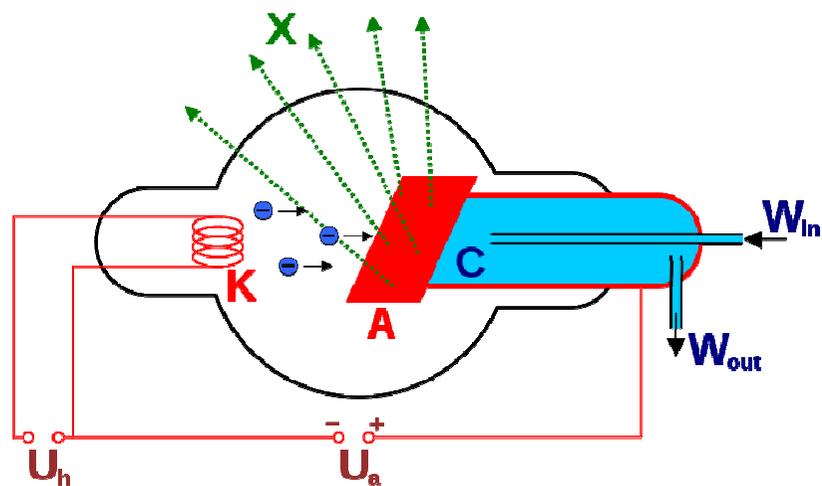
При максимальной энергии $\alpha = \bar{\alpha}$
уравнение переноса примет вид

$$\omega \cdot \nabla_r f(r, \omega, \bar{\alpha}) + \mu(r, \bar{\alpha}) f(r, \omega, \bar{\alpha}) = 0$$

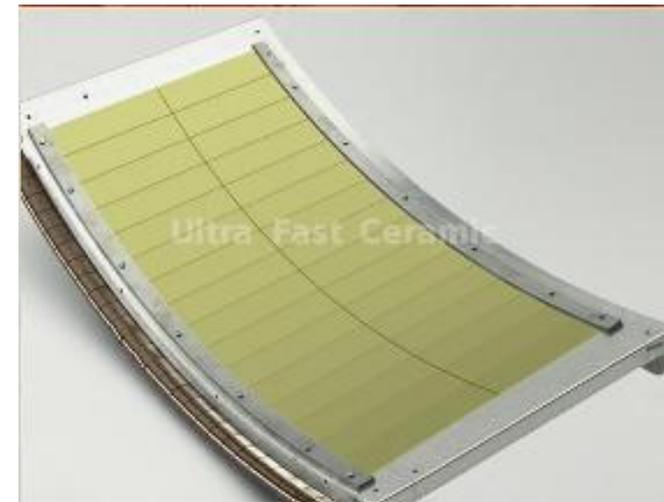
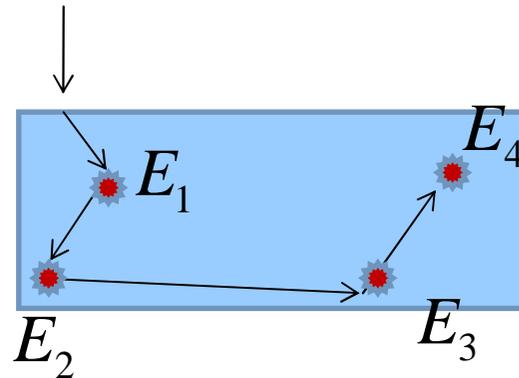
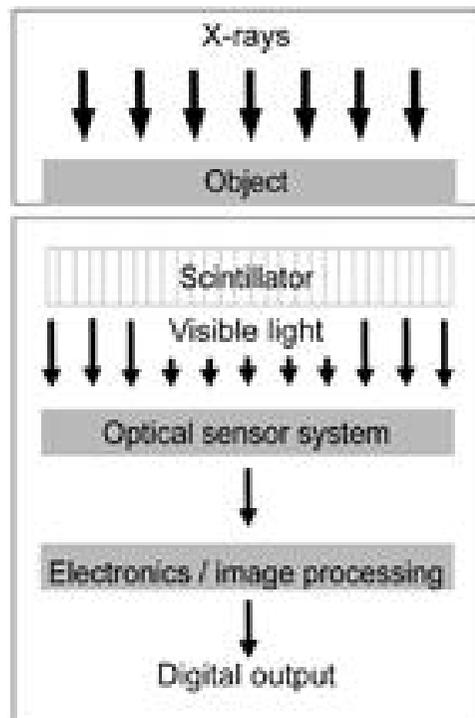


$$\int_{-\infty}^{\infty} \mu(r + \omega t, \bar{\alpha}) dt = -\ln \frac{H(r + d(r, \omega)\omega, \omega, \bar{\alpha})}{h(r - d(r, -\omega)\omega, \omega, \bar{\alpha})}$$

Рентгеновская трубка



СЦИНТИЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР



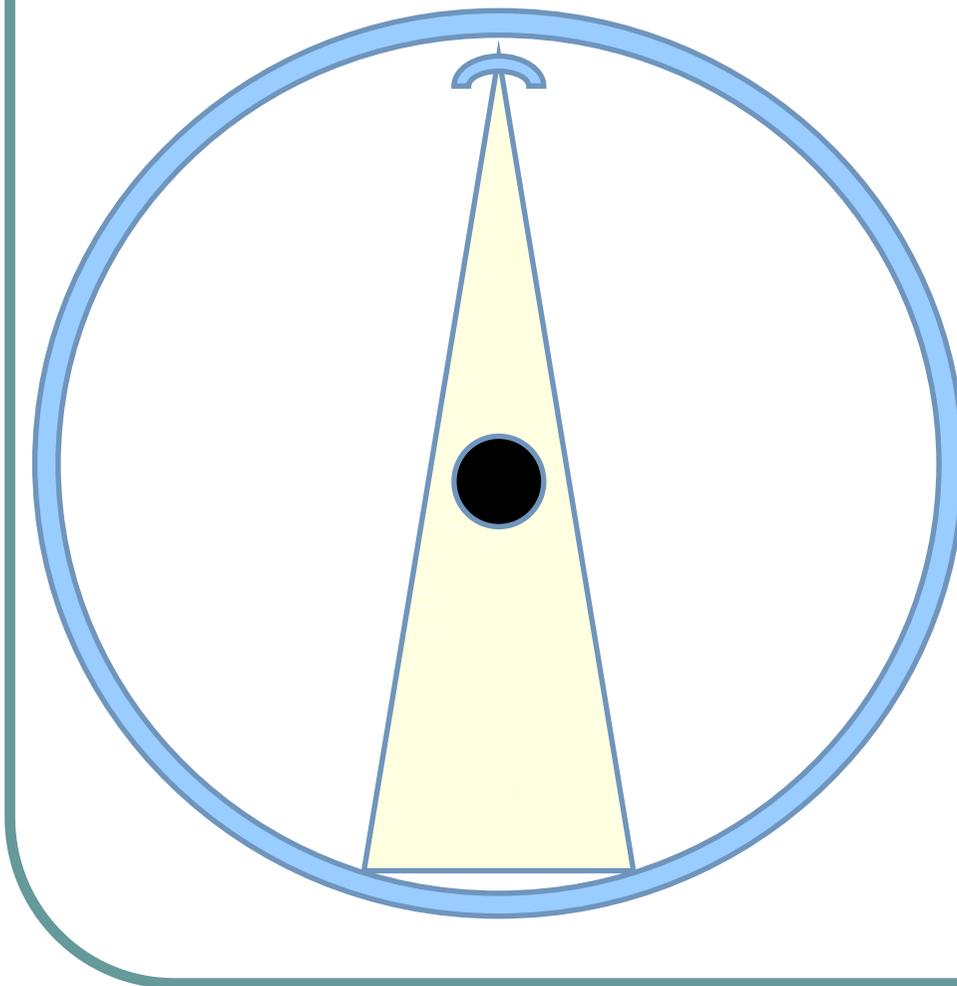
$$x = \frac{\sum x_i E_i}{\sum E_i}$$

$$y = \frac{\sum y_i E_i}{\sum E_i}$$

$$z = \frac{\sum z_i E_i}{\sum E_i}$$

Энергетическое разрешение детектора пропорционально квадратному корню из энергии при этом коэффициент пропорциональности определяется на определенной фиксированной энергии.

Имитационное моделирование



Радиус томографа - 425 мм

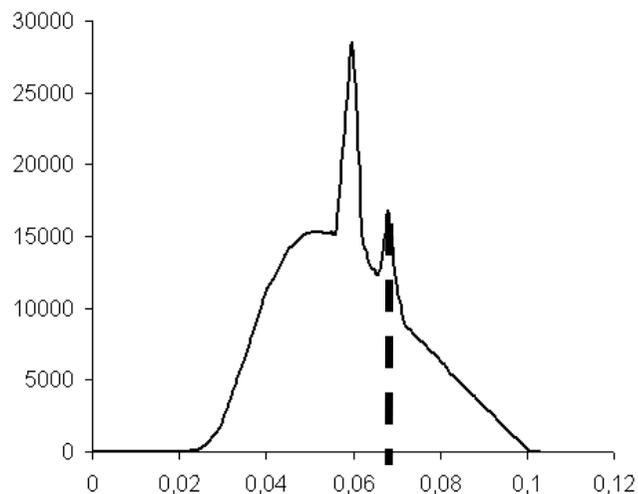
Кол-во детекторов - 642

Размер детектора - 4x3x30 мм.

Конус лучей - 50°

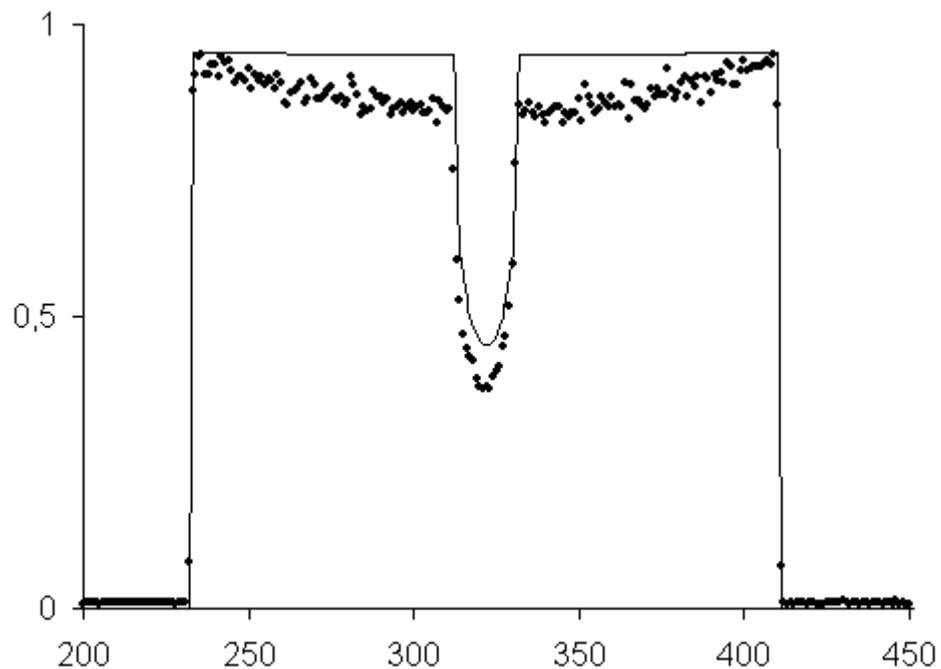
Размер включения - 20 мм

Результаты расчетов

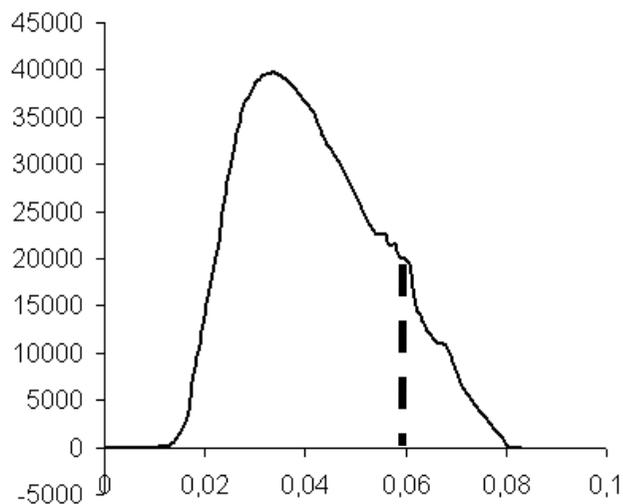


100кВ

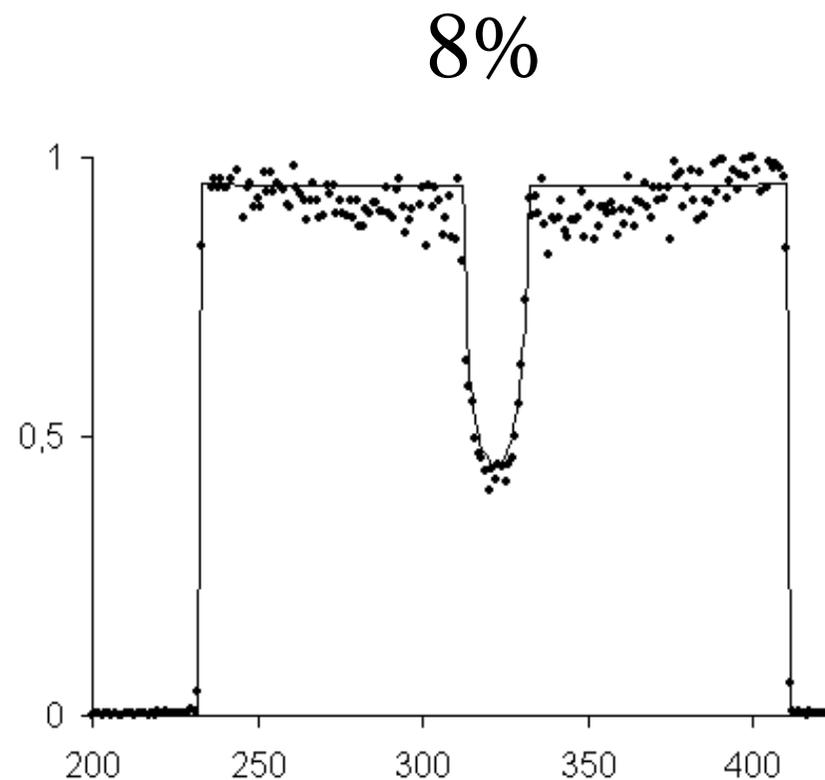
8%



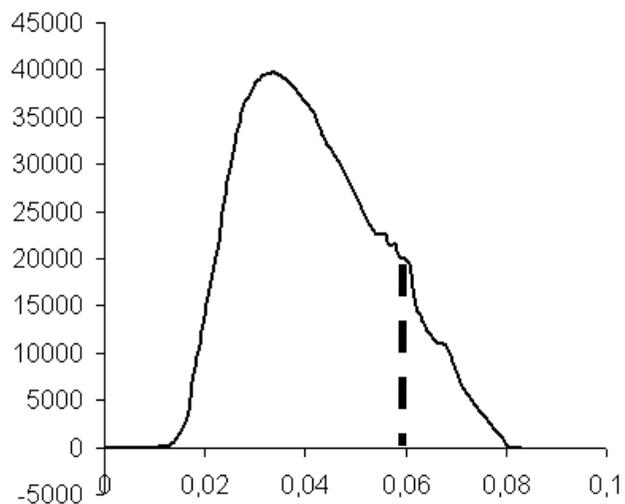
Результаты расчетов



80кВ



Результаты расчетов



80кВ

2%

