

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В РАМКАХ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ СВОЙСТВ ДЕТЕКТОРОВ

*Выполнил студент группы Б17-102
Кандыбин Д. Д.*

*Научный руководитель
Тетерин П. Е.*

Цель работы

Целью работы являлось изучение принципов работы детекторов переходного излучения и моделирование переходных процессов.

Переходное излучение

Интенсивность переходного излучения от одной поверхности задается формулой:

$$\frac{d^2 S_0}{d\Omega d\omega} = \frac{1}{c} \theta^3 \left(\frac{qe\omega}{4\pi c} \right)^2 (z_1 - z_2)^2$$

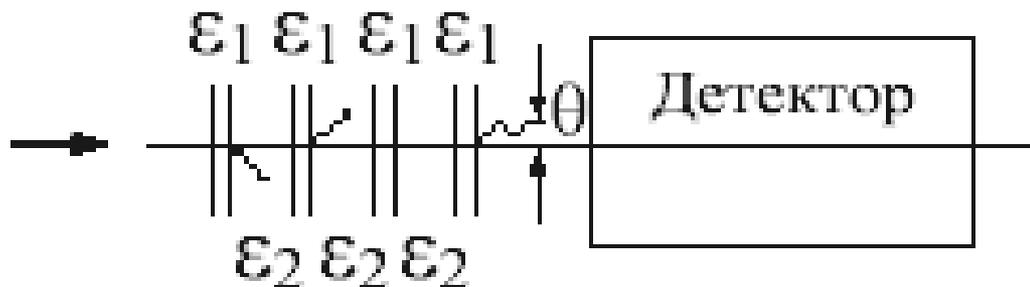
Если рассматривать большое число тонких фольг, то интенсивность излучения в таком случае на единицу частоты задается выражением:

$$\frac{d^2 S_N}{d\Omega d\omega} = \frac{d^2 S_0}{d\Omega d\omega} 4 \sin^2 \left[\frac{l_1}{z_1} \right] \frac{\sin^2 \left[N \left(\frac{l_1}{z_1} + \frac{l_2}{z_2} \right) \right]}{\sin^2 \left[\frac{l_1}{z_1} + \frac{l_2}{z_2} \right]}$$

Устройство ДПИ

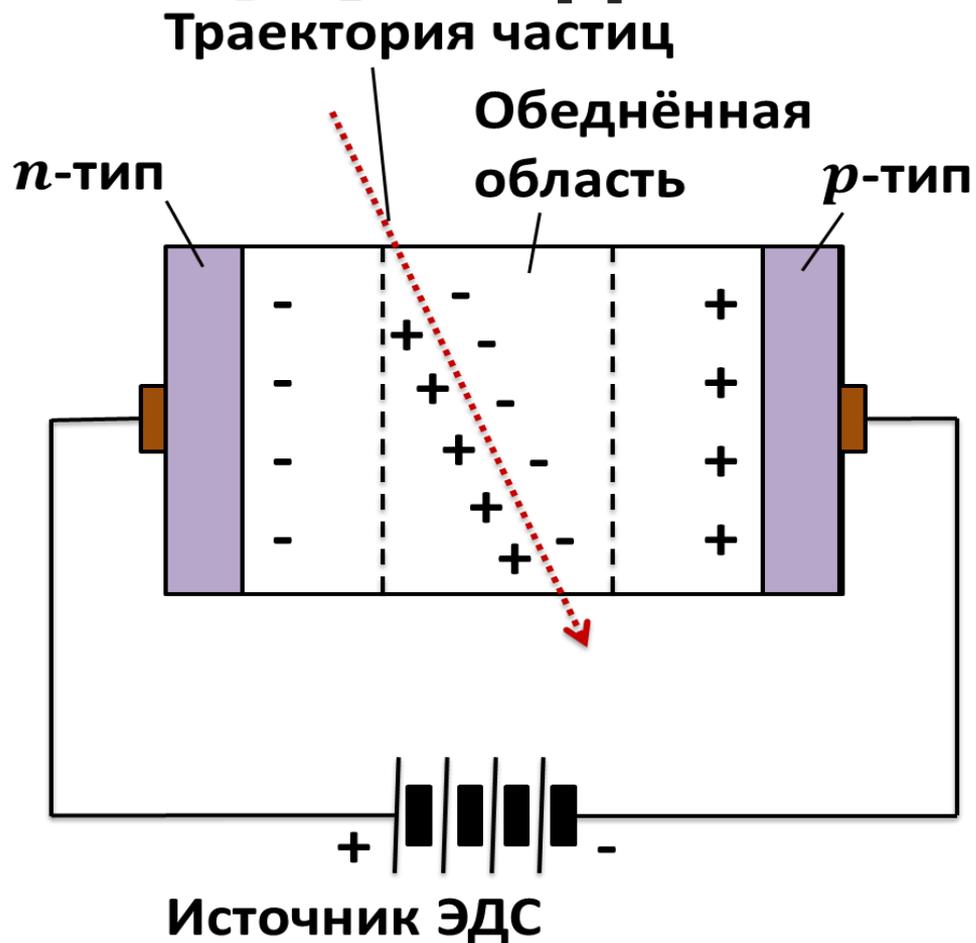
ДПИ состоит из двух основных частей:

1. Радиатор, в котором генерируется переходное излучение;
2. Детектор, регистрирующий фотоны переходного излучения, испускаемые релятивистской частицей.



ДПИ, на основе полупроводников

Заряженная частица, проникая в детектор, создаёт дополнительные электронно-дырочные пары, которые под действием электрического поля перемещаются к электродам прибора.

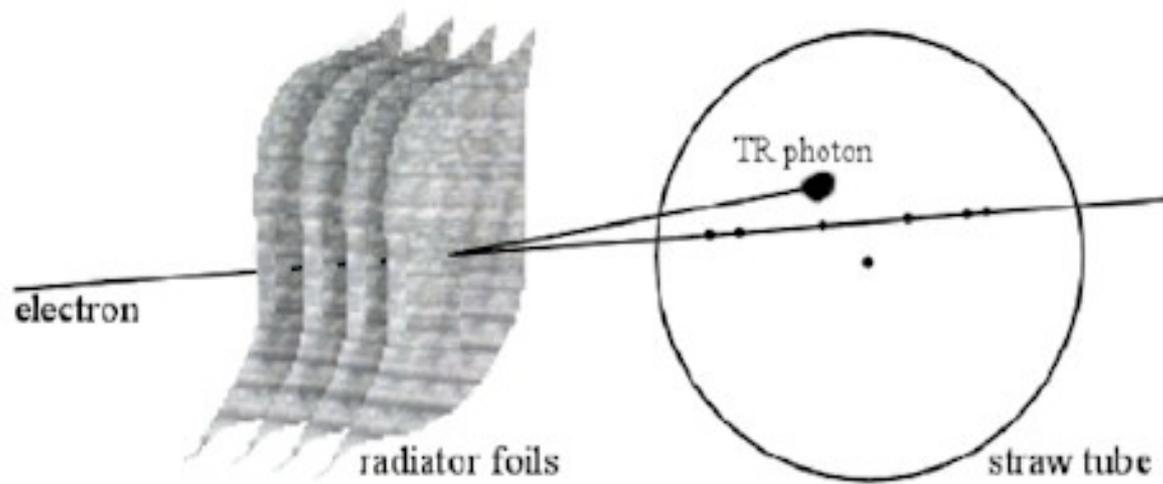


Straw детекторы

При прохождении заряженной частицы через слоистый радиатор, генерируются фотоны переходного излучения. В трубках происходит ионизация газовой смеси, образование электрон-ионных пар. Электроны ионизации дрейфуют к анодной нити, около которой за счет ударной ионизации образуется электронно-ионная лавина.



Внешний вид трубочек



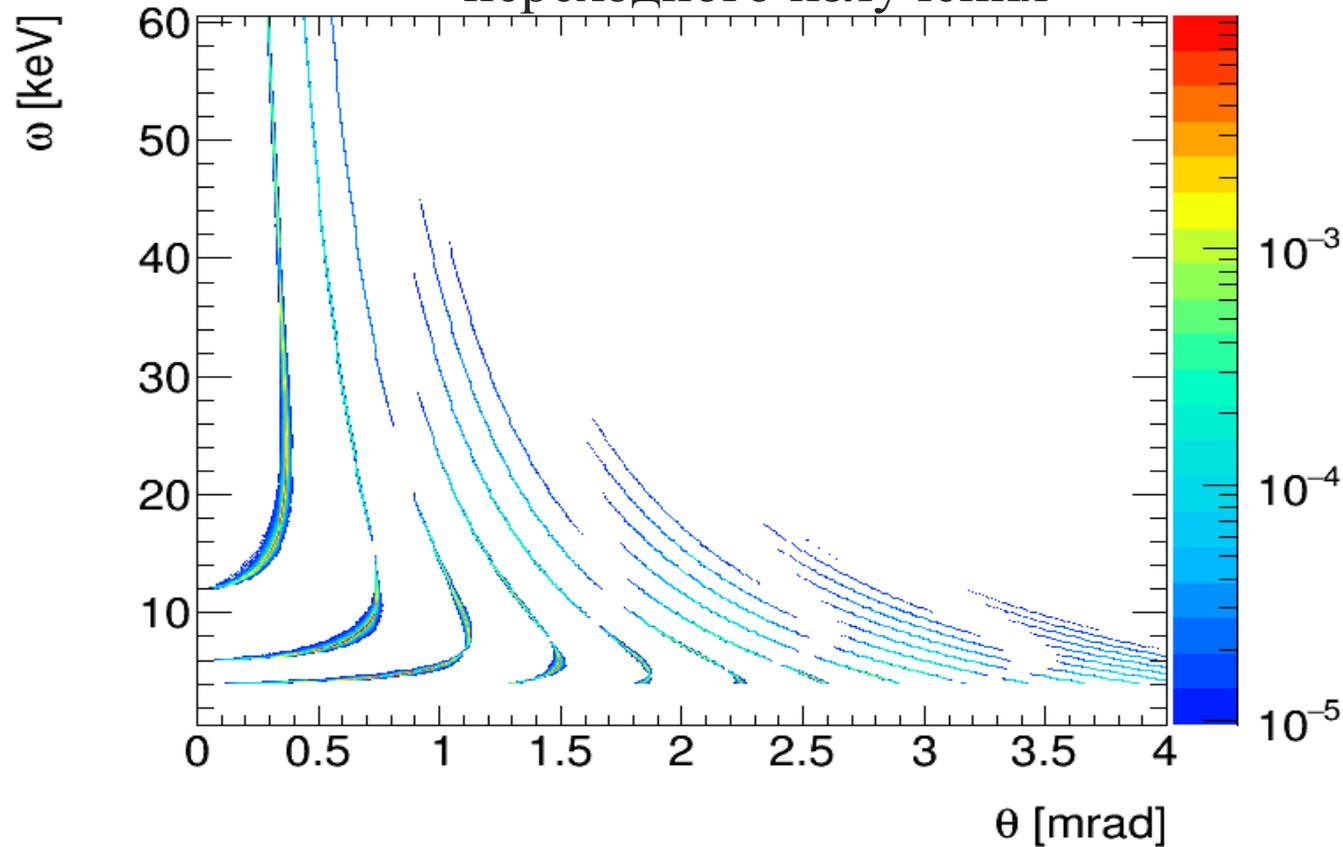
Параметры моделирования

При моделировании, рассматривался радиатор при следующих параметрах:

- Длина радиатора — 70 мкм;
- Длины сред — 0.3 мм, 0.5 мм, 0.7 мм, 1 мм, 2мм, 3мм;
- Количество пластин радиатора — 90;
- Гамма-факторы частицы — 2838, 5000, 10000, 20000, 30000, 40000;
- Материал радиатора — полиэтилен;
- Среда между слоями радиатора — воздух.

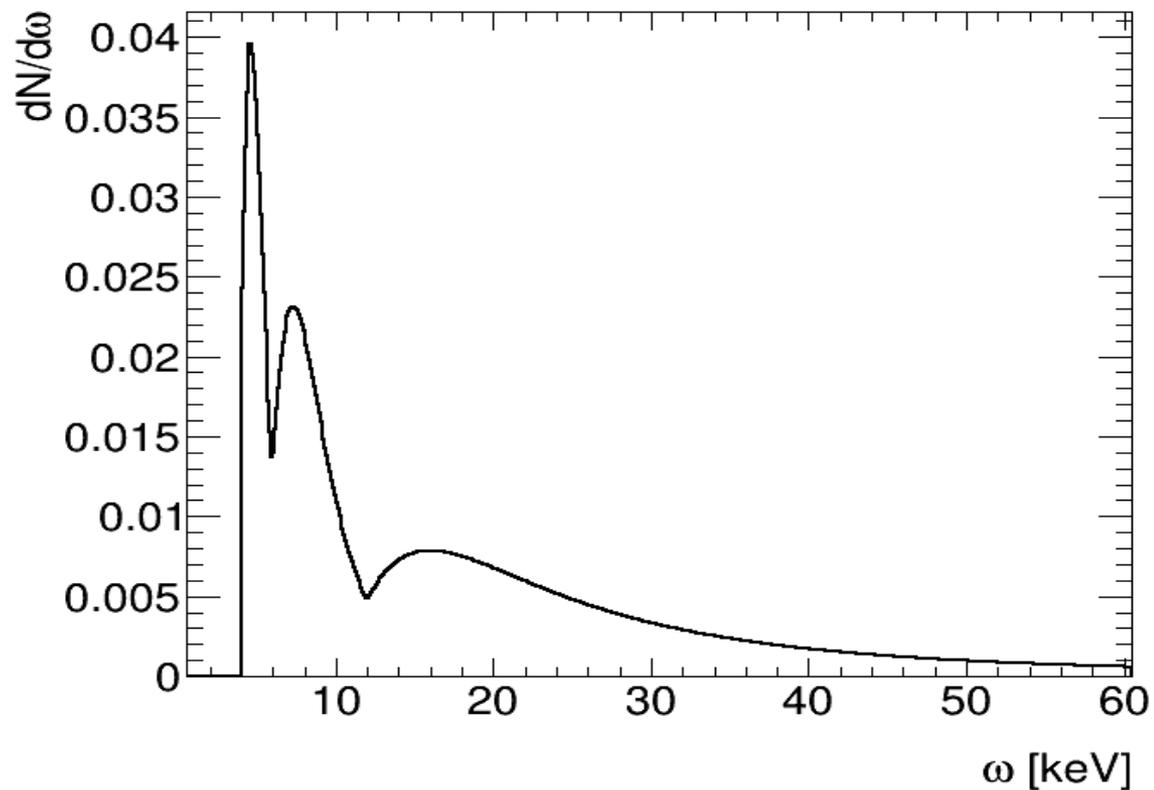
Результаты моделирования

Сгенерированное энергетически-угловое распределение
переходного излучения



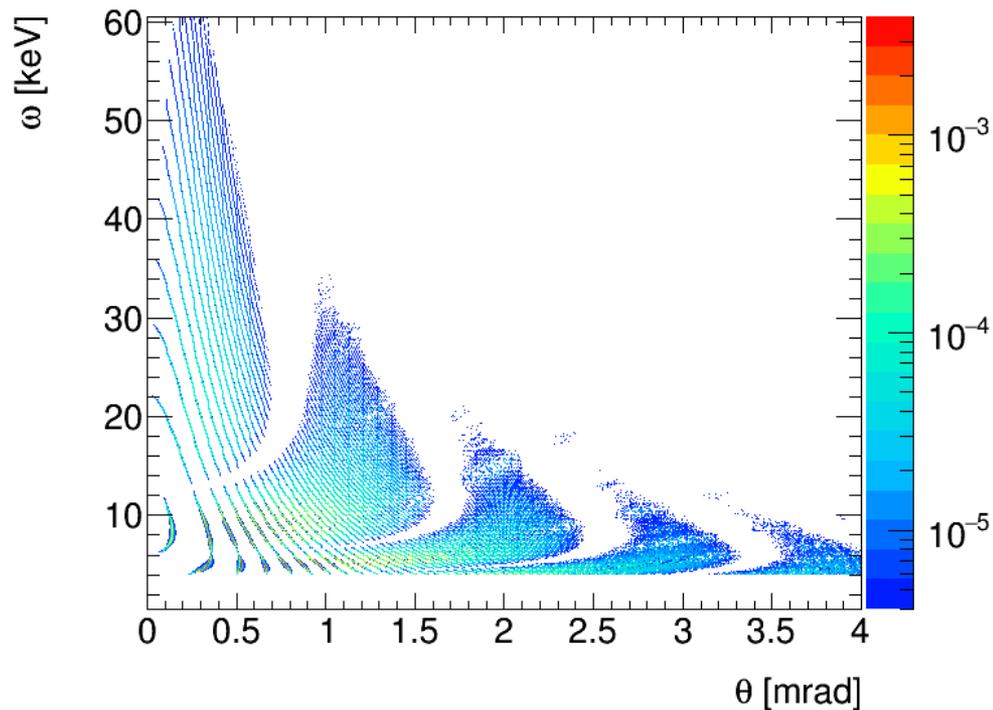
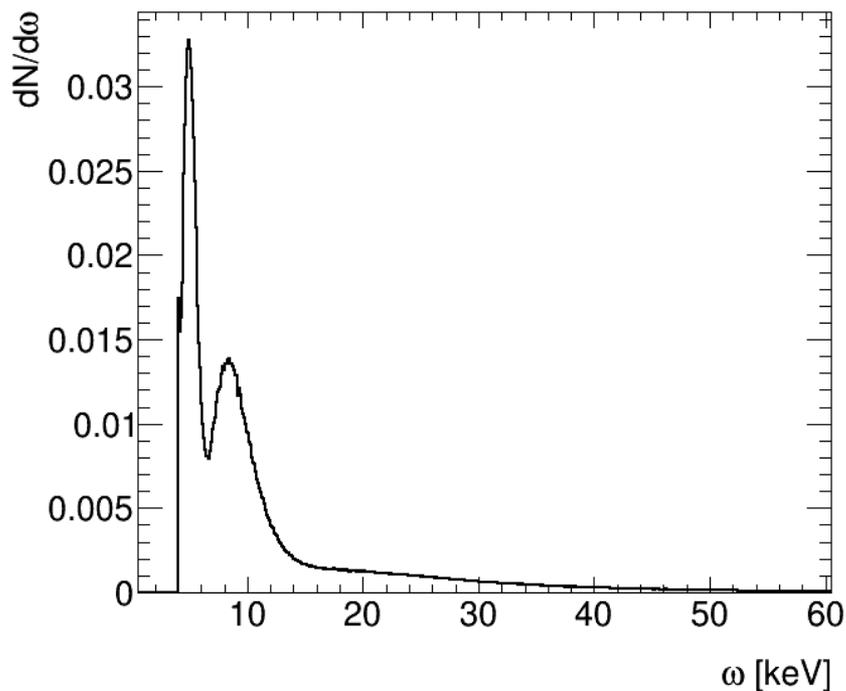
Результаты моделирования

Сгенерированный энергетический спектр



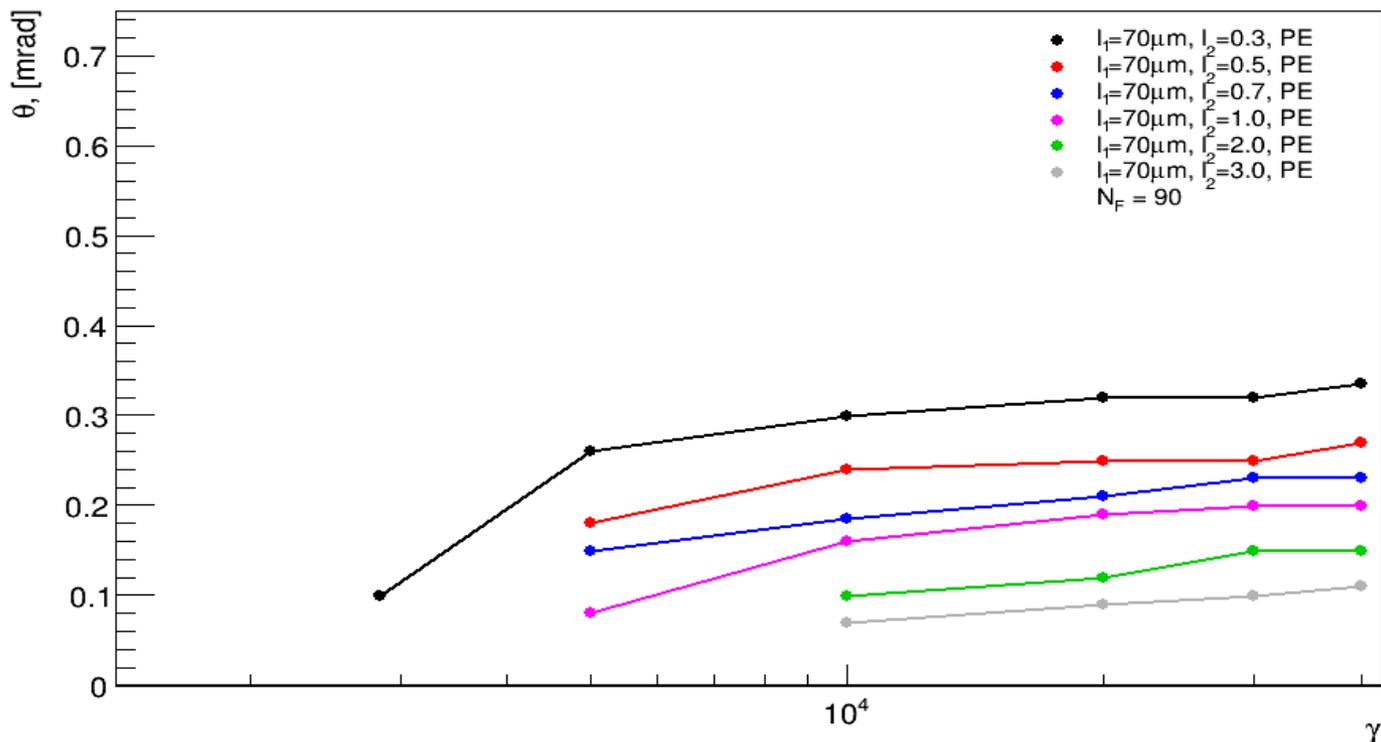
Результаты моделирования

Отсутствие пика переходного излучения и соответствующее энергетически-угловое распределение



Результаты моделирования

Зависимость положения максимума углового распределения от гамма-фактора частицы



Заключение

Была проведена работа по изучению устройства детекторов переходного излучения, а также самого переходного излучения.

Были промоделированы основные физические явления в радиаторах. В качестве примера рассматривались полупроводниковые и газовые детекторы.

Были получены энергетически-угловые распределения, а также энергетические спектры, с помощью которых были построены графики зависимости положения максимума углового распределения от гамма-фактора. Основываясь на них, можно определить какой оптимальный зазор между пластинами радиатора стоит использовать при разработке детектора.



Спасибо за внимание!