

***Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ»***

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЕТЕКТОРА НА
ОСНОВЕ СБОРКИ КРИСТАЛЛОВ $PbWO_4$**

Фоменко Г.Е.
Б18-102

Научный Руководитель:
Блау Д.С.

Москва 2021

ФИЗИКА ПРОЦЕССА

Электроны, позитроны и гамма-кванты рождают в веществе калориметра электромагнитные ливни. При энергии > 1 ГэВ основной процесс для фотона – рождение электрон-позитронной пары, для электрона (позитрона) – рождение тормозного фотона. При этом оба процесса уже мало зависят от энергии частицы.

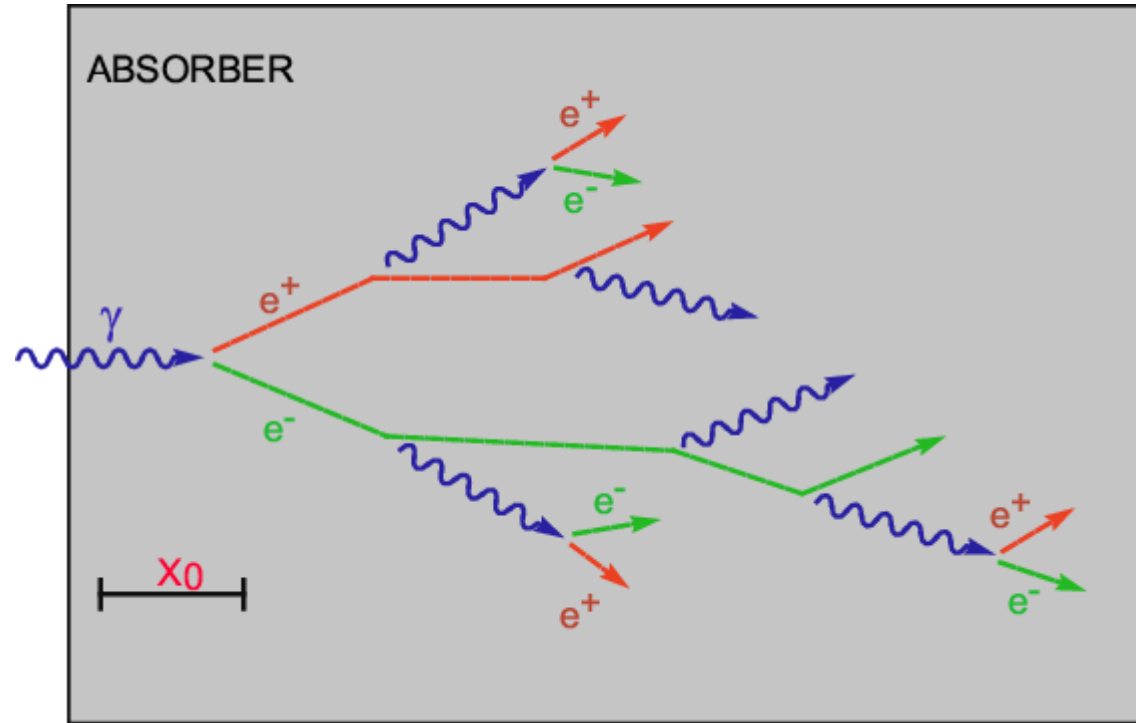


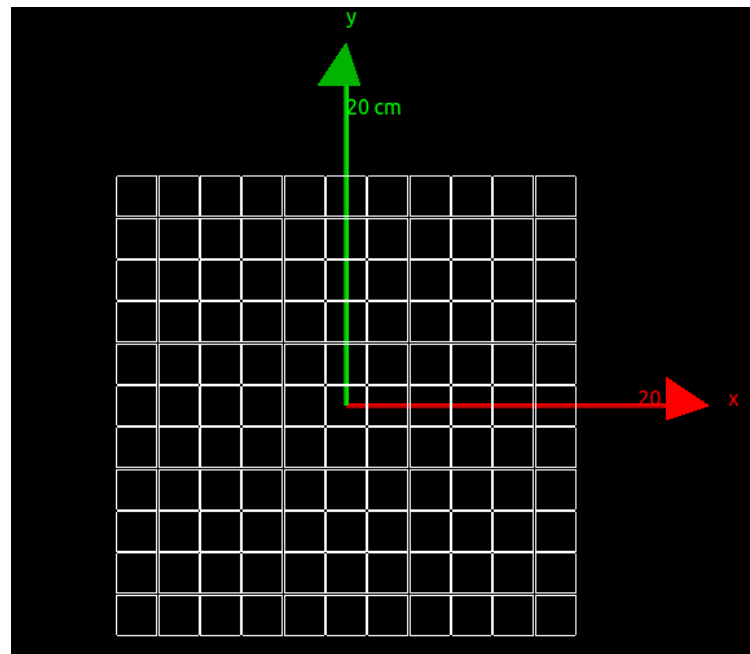
Схема электромагнитного ливня

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной работы является разработка модели детектора на основе сборки гомогенных сцинтилляционных кристаллов из материала PbWO_4 для измерения физических параметров вольфрамата свинца.

Требования к геометрии детектора:

- Размер одного элемента $22 \times 22 \times 180$ мм
- Зазоры между каждым элементом 1 мм
- Сборка должна представлять из себя матрицу элементов 11×11 (всего 121 элемент)



ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

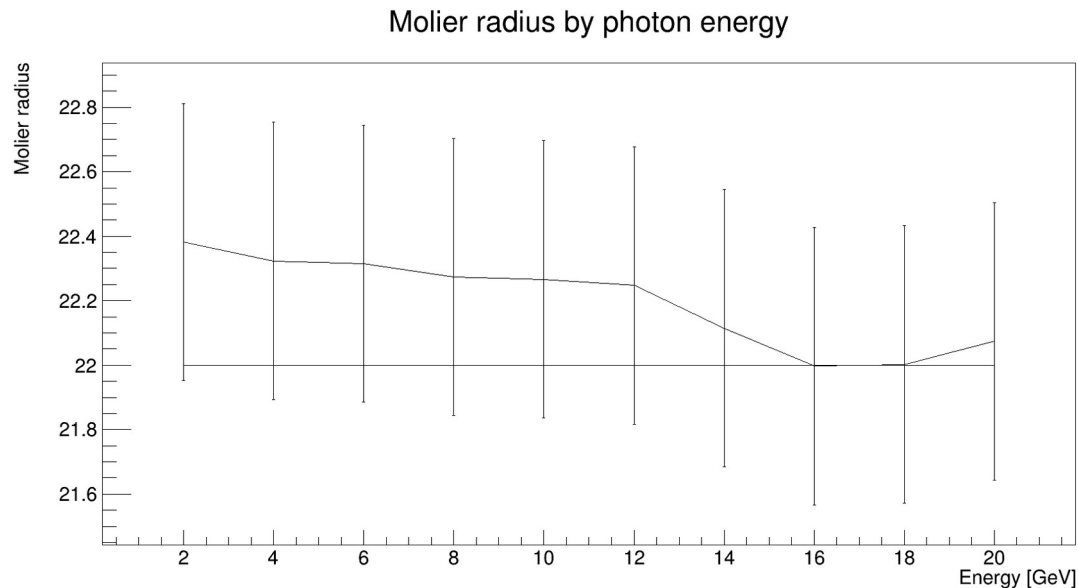
В рамках данной работы мной использовались такие пакеты программ как:

- GEANT4, для создания математической модели детектора
- ROOT для обработки полученных данных и графической интерпретации результатов



РАДИУС МОЛЬЕРА

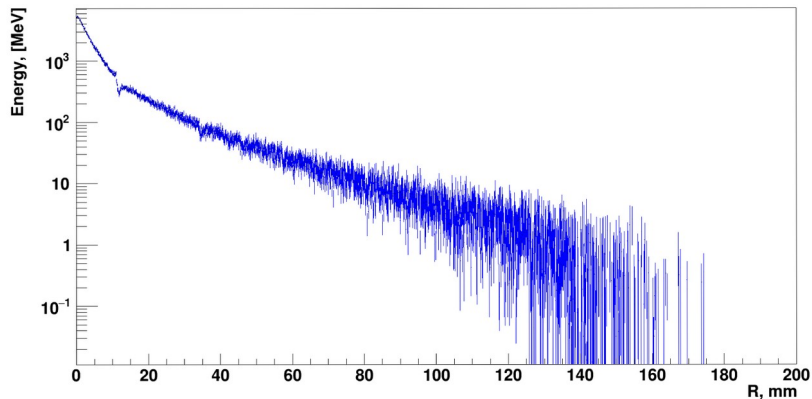
Поперечный размер электромагнитного ливня в основном обусловлен многократным рассеянием электронов и позитронов. Тормозные фотоны, испускаемые этими электронами и позитронами также вносят свой вклад. Поперечные размеры по всей глубине ливня описываются мольеровским радиусом. Радиус мольера — радиус поперечного сечения внутри которого сосредоточено 90% энергии, выделенной частицей. У вольфрамата свинца он равен 2.2 см.



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ

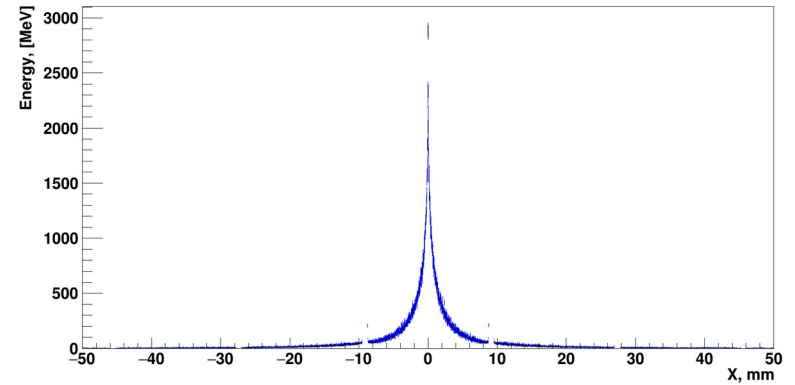
Для определения радиуса мольера вольфрамата свинца в данной работе получены распределение энергетических потерь светового пучка по различным координатам.

Radial energy distribution



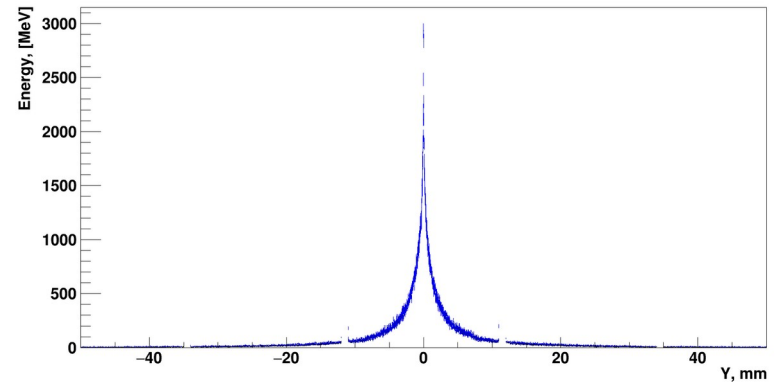
Радиальное распределение энергетических потерь

OX energy distribution



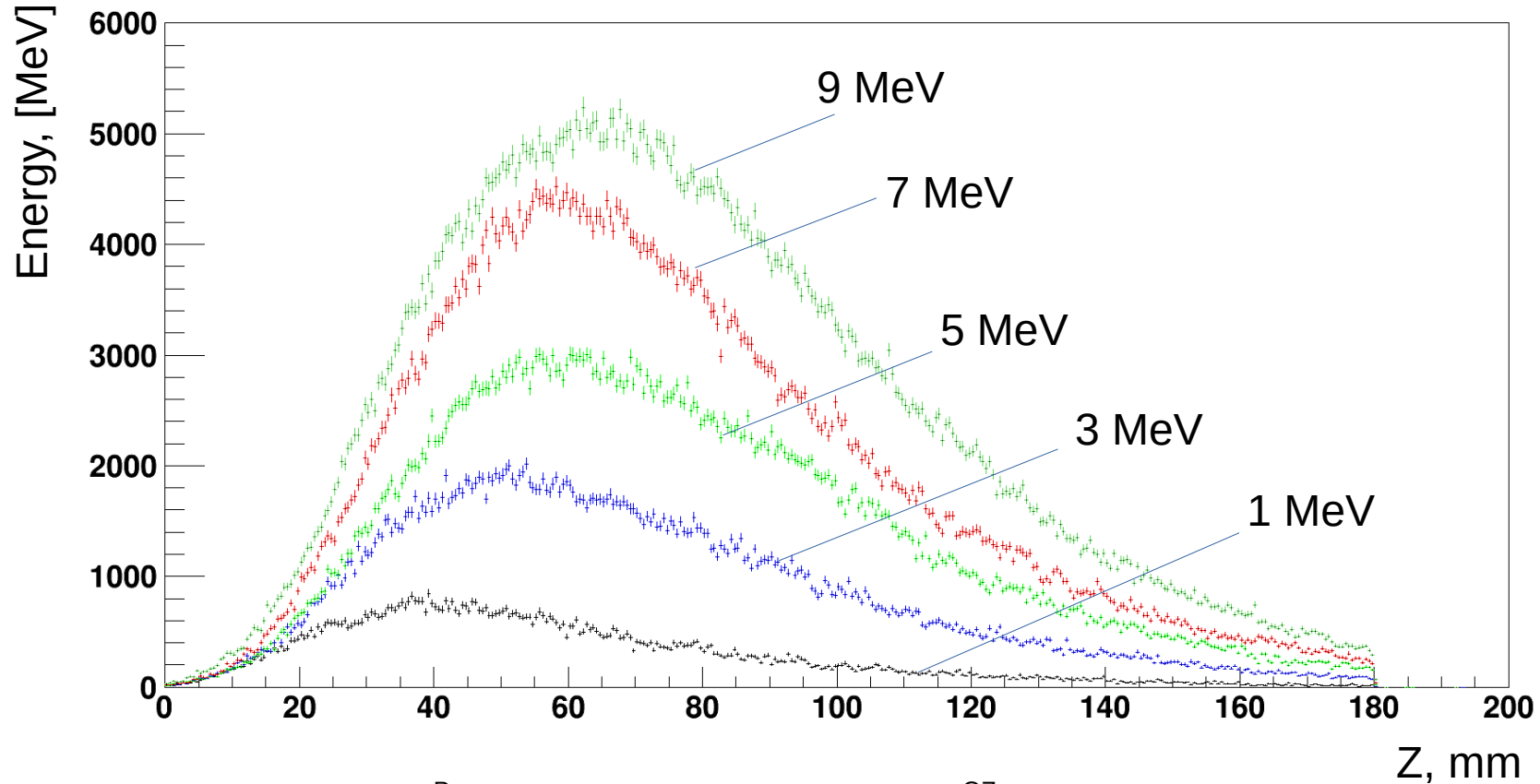
Распределение энергетических потерь по оси OX

OY energy distribution



Распределение энергетических потерь по оси OY

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ

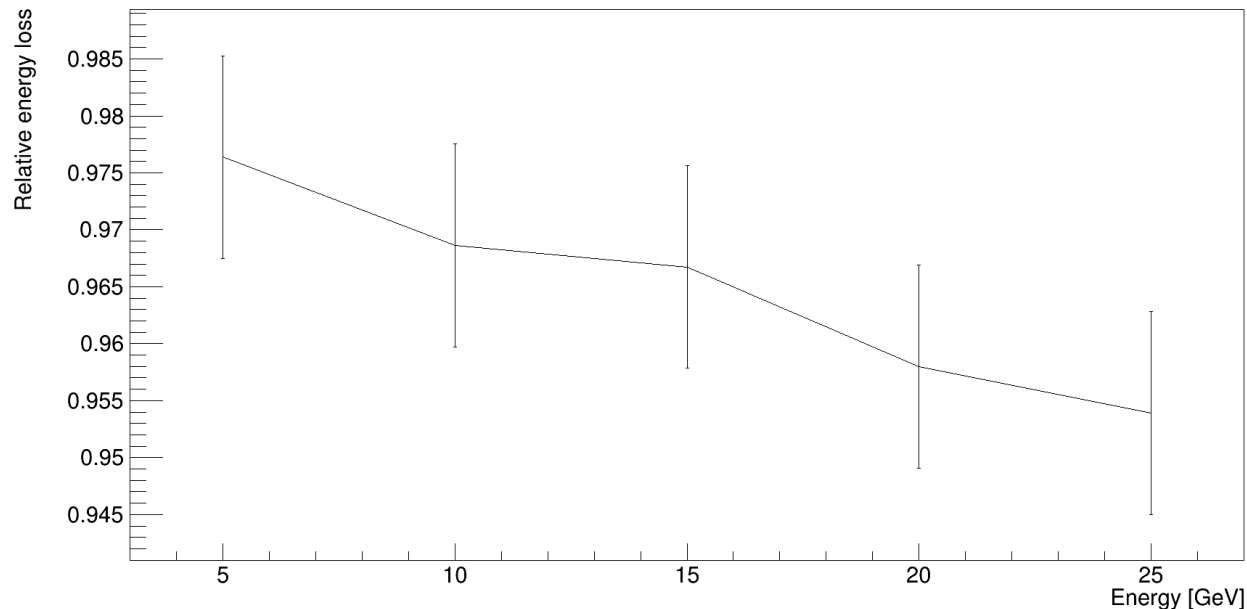


Распределение энергетических потерь по оси OZ для различных энергий

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ

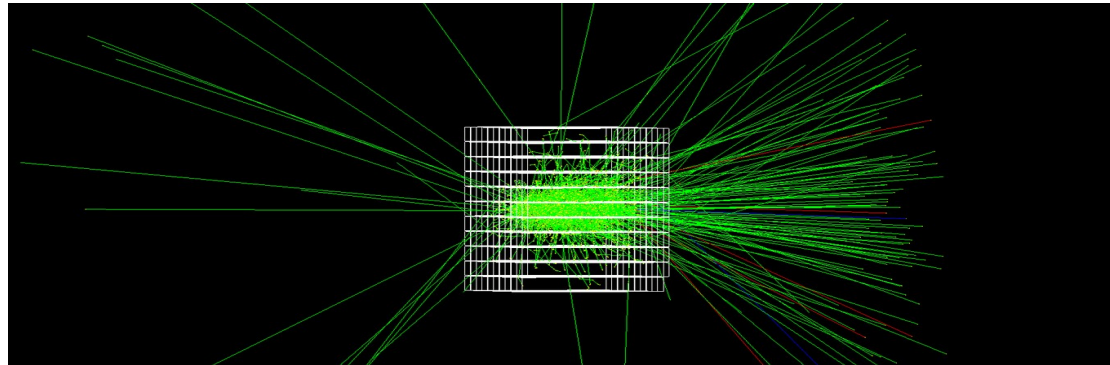
Для повышения точности расчета и обоснования падения величины радиуса мольера с ростом энергии для различных энергий были получены относительные энергетические потери:

Relative energy loss by amount of energy

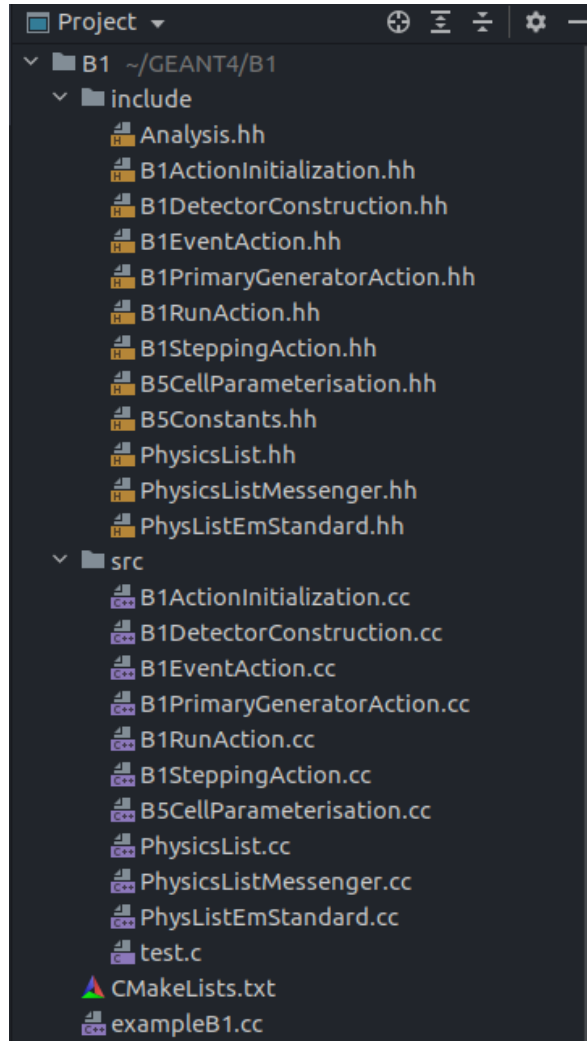


ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы мной был освоен аппарат для моделирования GEANT4, разработан программный комплекс для моделирования детектора на основе кристаллов PbWO₄. Были получены различные распределения энергетических потерь, определена физическая величина Радиус Мольера, которая совпала с реальной в пределах погрешности. Были написаны скрипты для расчета физических величин и графической интерпритации с помощью пакета программ ROOT. В итоге я получил модель детектора, которая может быть легко модифицирована для моделирования других детекторов, например на основе кристалла GGAG (Ga, Ge, Al, Gd).



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



$$\frac{dE}{dt} = E_0 b \frac{(bt)^{a-1} e^{-bt}}{\Gamma(a)}$$

$$t = (a - 1)/b$$