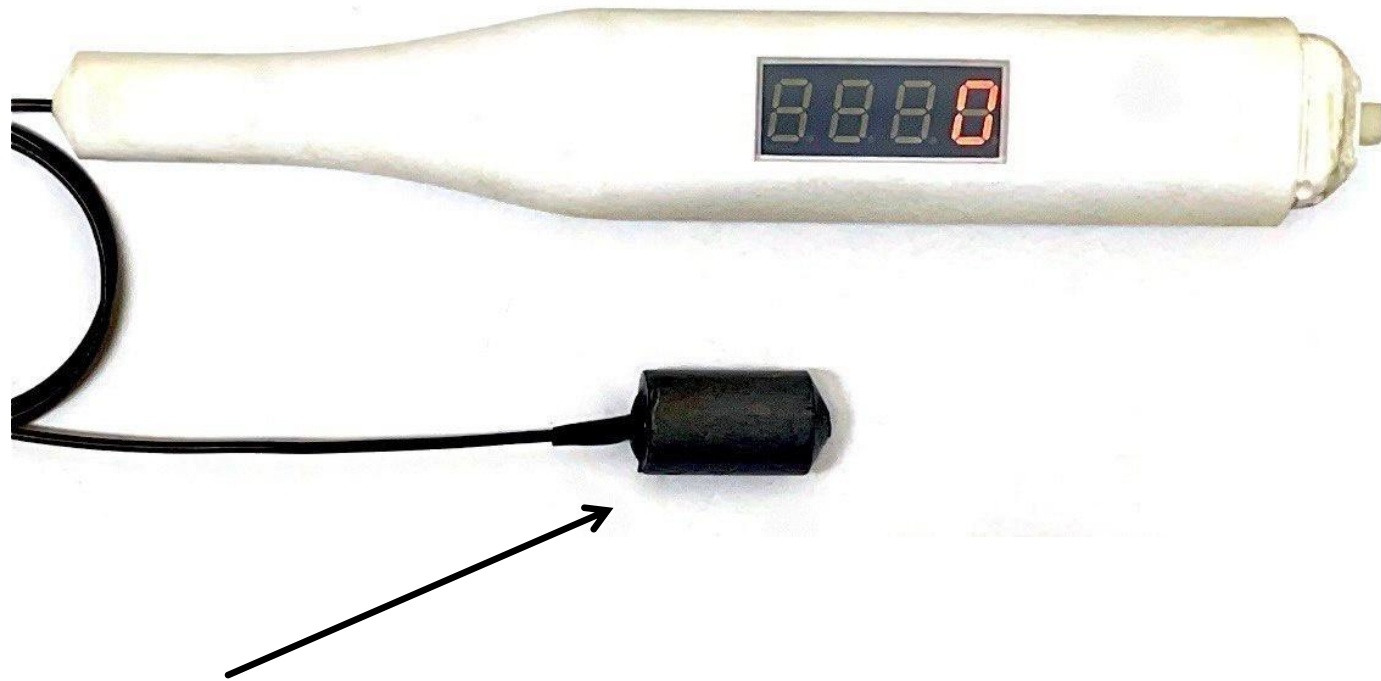


Моделирование коллиматора для гамма-локатора на основе сцинтиллятора GAGG

Научный руководитель: ассистент кафедры №40 Ф. А. Дубинин

Студент: Д. О. Бондаренко Б20-102

Введение



Гамма-локатор - портативный прибор для регистрации гамма-излучения, который широко используется в интраоперационной диагностике

Коллиматор - устройство, ограничивающее поток частиц в определенном направлении

Материал: металлы с высоким коэффициентом ослабления, невысокой температурой плавления в доступной ценовой категории - свинец, вольфрам и другие

Цели работы

Построение модели сцинтиллятора,
помещенного в коллиматор

Подбор оптимальных параметров
коллиматора для использования в
гамма-локаторе

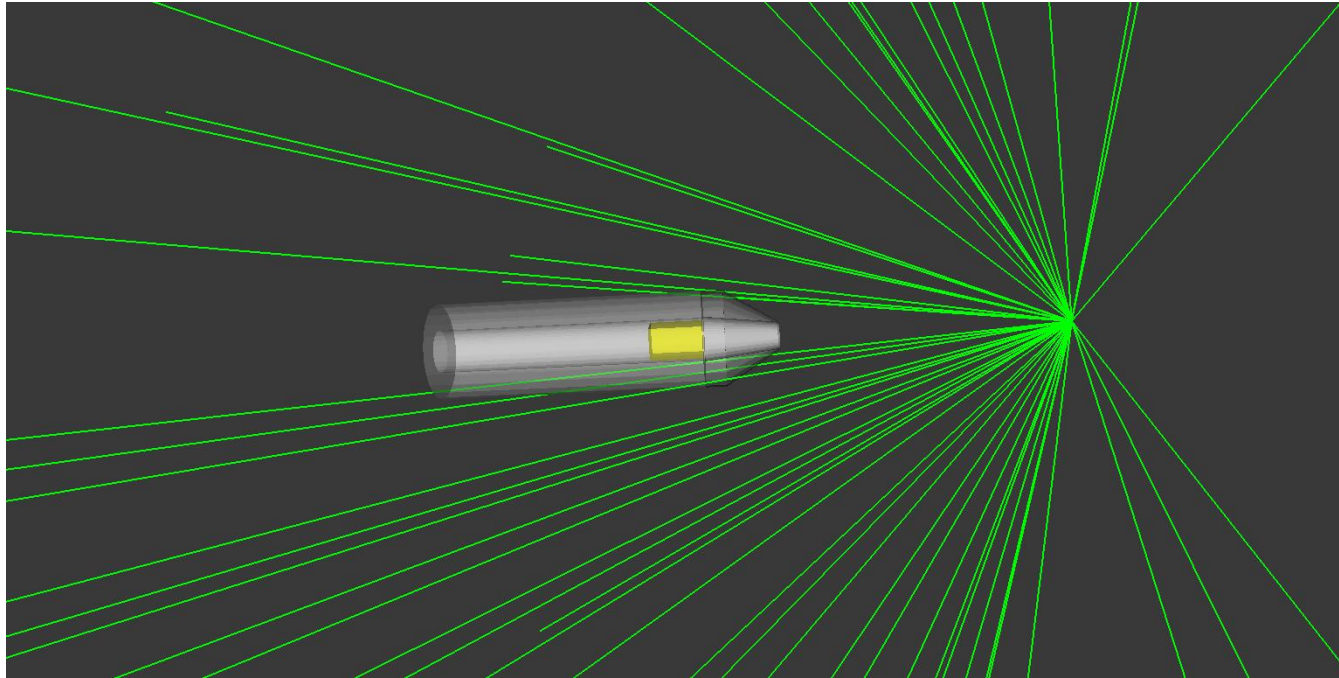
Чувствительность - количество зарегистрированных гамма-квантов на единицу активности гамма-источника, расположенного на определенном расстоянии от гамма-локатора. Стремимся к увеличению чувствительности без изменения активности источника.

Координатное разрешение определяется как полная ширина на половине высоты координатного распределения скорости счета гамма-зонда вдоль оси, перпендикулярной оси симметрии гамма-зонда.

Чем лучше будет координатное разрешение и чем выше чувствительность, тем более точно будут определены границы опухоли.

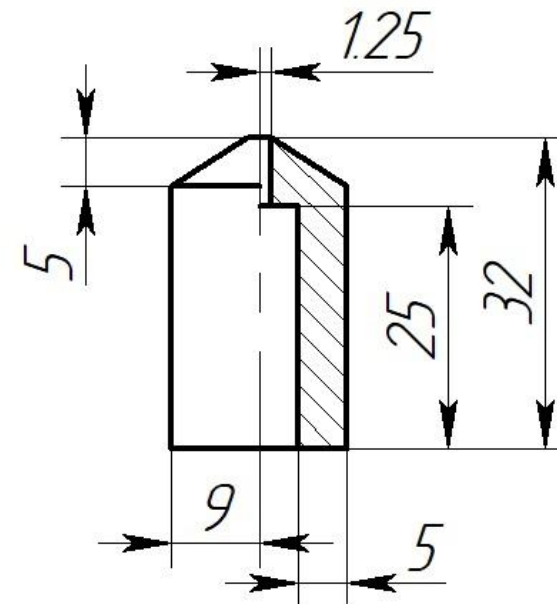
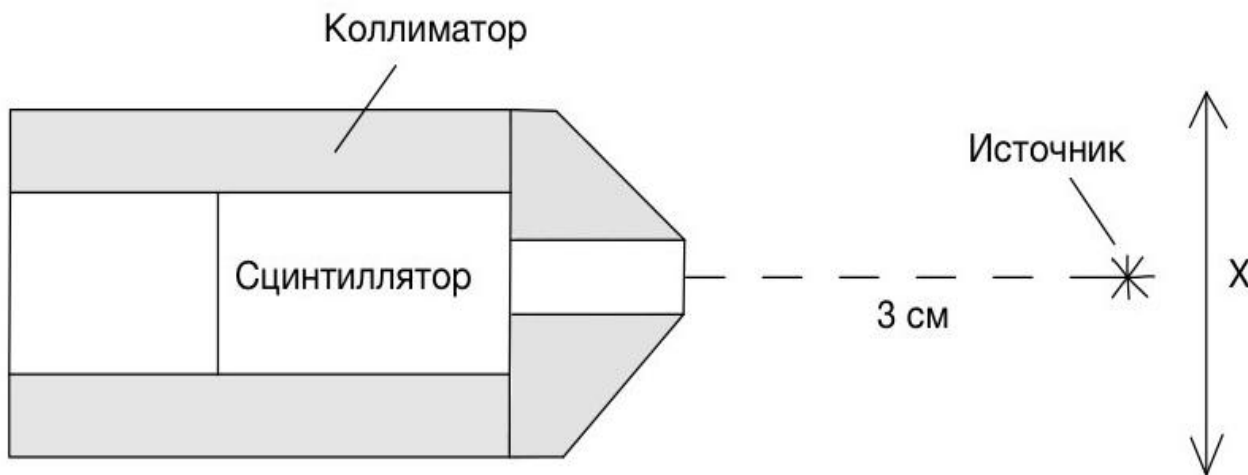
При этом чувствительность и координатное разрешение находятся в обратной зависимости друг к другу.

Описание модели



Энергия излучения: 124 кэВ
(средневзвешенное значение энергии по двум близкорасположенным спектральным линиям Co-57: 122 кэВ - выход 85.5 %, 136 кэВ - выход 10.7 %)

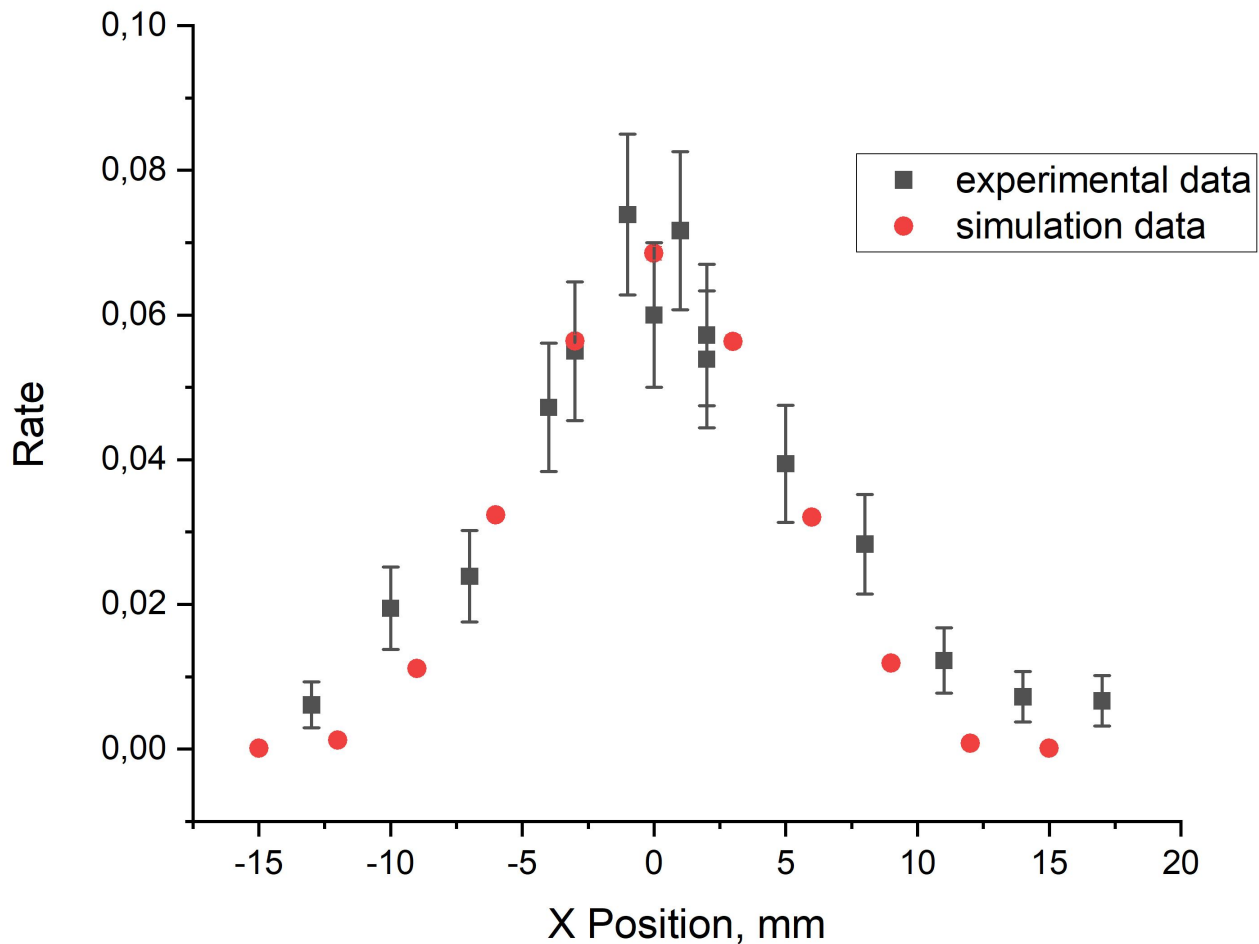
Сцинтилляционный кристалл: GAGG:Ce
3x3x5 мм³



Чертеж
коллиматора

Материал: свинец

Моделирование VS Эксперимент

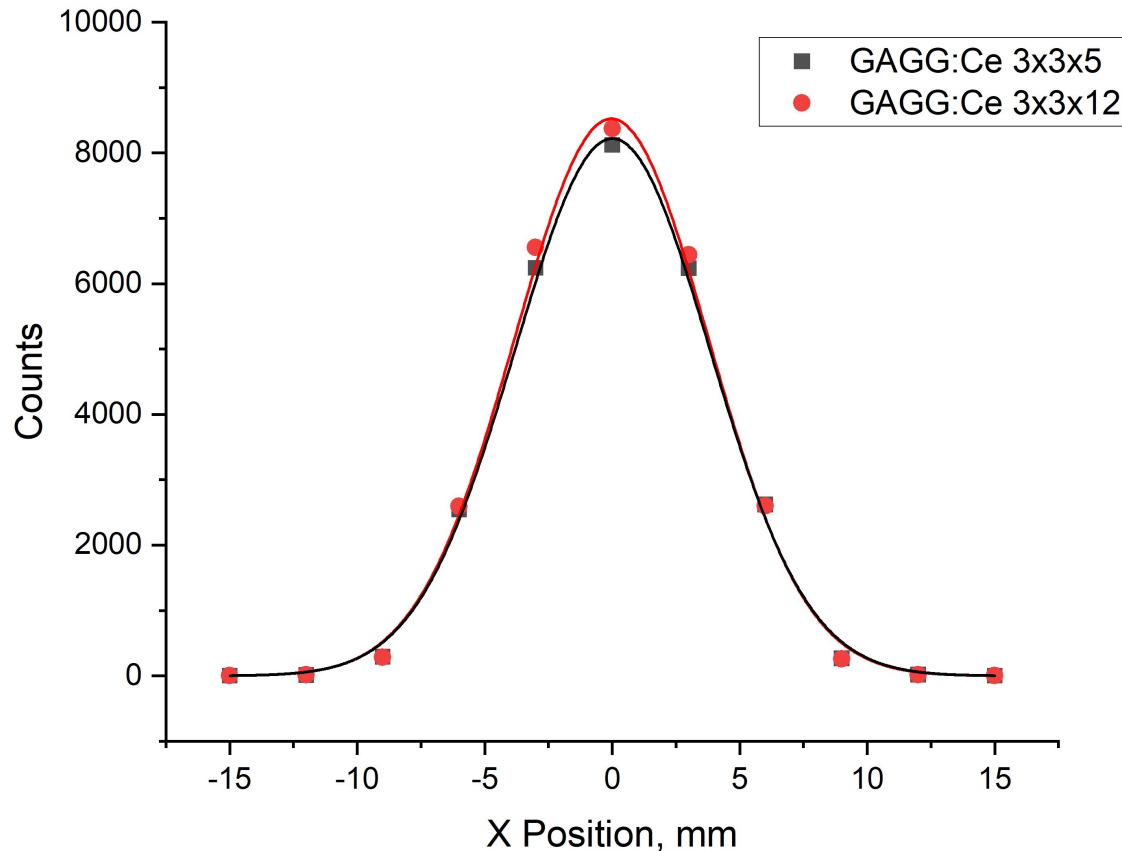


Так как времени в модели нет, то для получения скорости счета данные в модели домножены на коэффициент, подобранный таким образом, чтобы значение в пике было равно среднему значению по трем точкам ($X=-1,0,1$) экспериментального графика

Координатное разрешение
реальный эксперимент: 12.2 ± 0.9 мм,
моделирование: 11.2 ± 0.1 мм.

Расстояние от источника до кристалла: 37 мм

Почему GAGG:Ce 3x3x5 мм³?



Расстояние от источника до кристалла: 30 мм

3x3x5 мм³

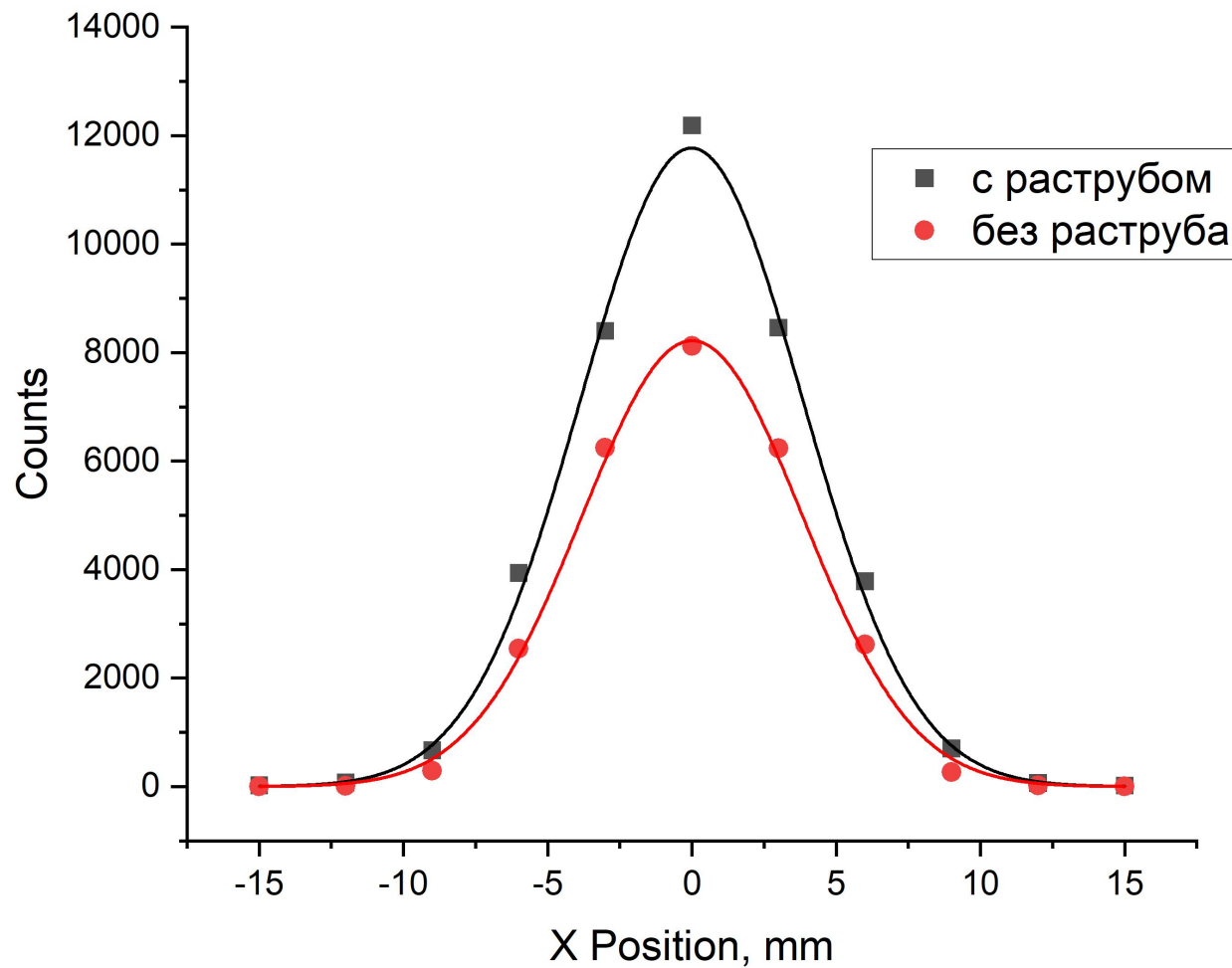
координатное разрешение 9.0 ± 0.1 мм
чувствительность 406 ± 5 имп/с/МБк

3x3x12 мм³

координатное разрешение 8.9 ± 0.2 мм
чувствительность 419 ± 5 имп/с/МБк

Рост чувствительности незначительный
в отличие от сцинтиллятора LaBr₃,
который использовался в начальной
версии гамма-локатора

Эффективность GAGG > LaBr₃ → можем
работать при меньшей длине
кристалла



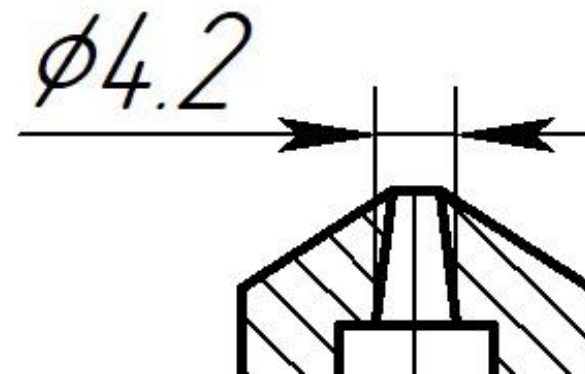
Расстояние от источника до кристалла: 30 мм

Без раструба

координатное разрешение 9.0 ± 0.1 мм
 чувствительность 406 ± 5 имп/с/МБк

С раструбом 4.2 мм

координатное разрешение 9.0 ± 0.2 мм
 чувствительность 609 ± 6 имп/с/МБк



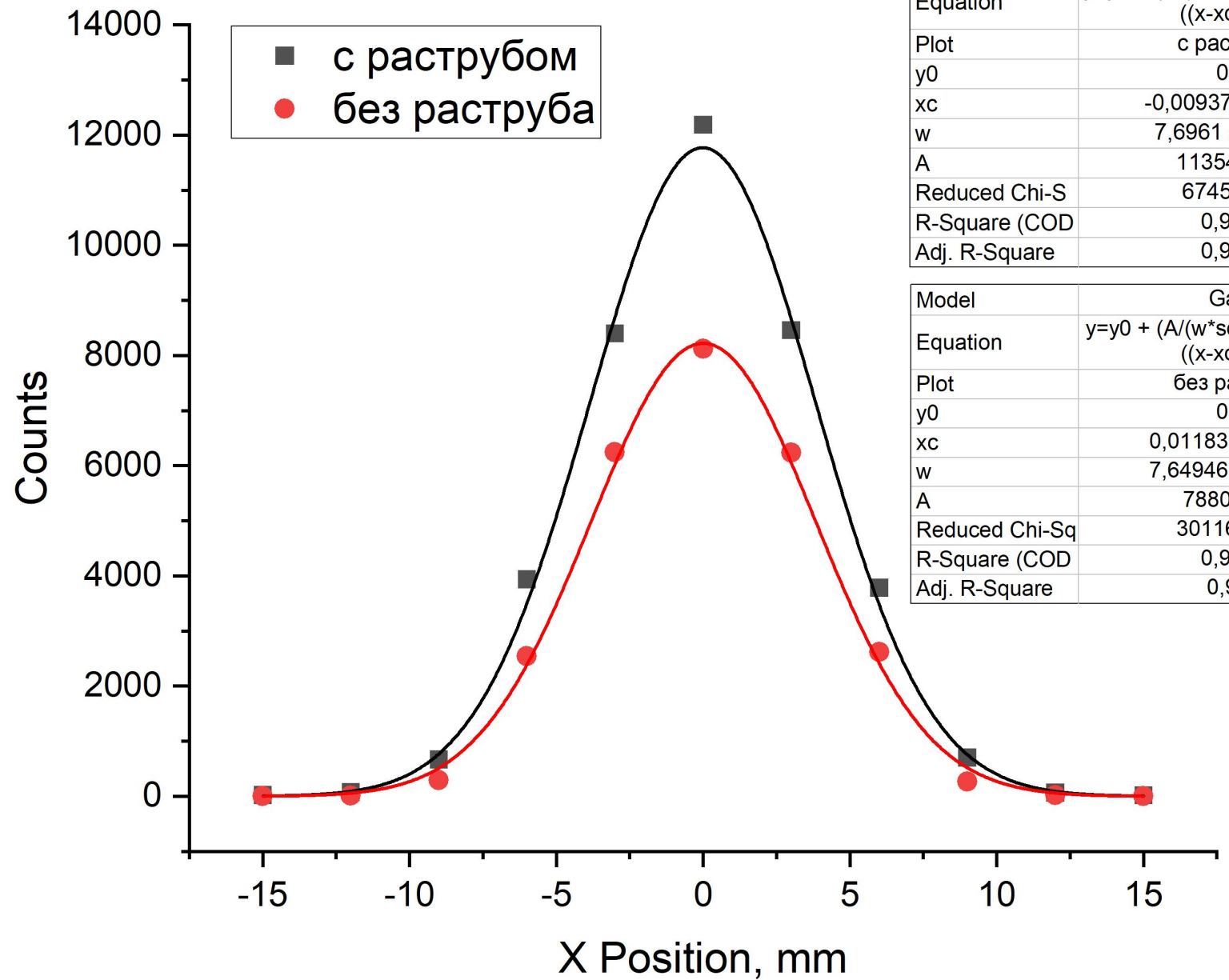
Заключение

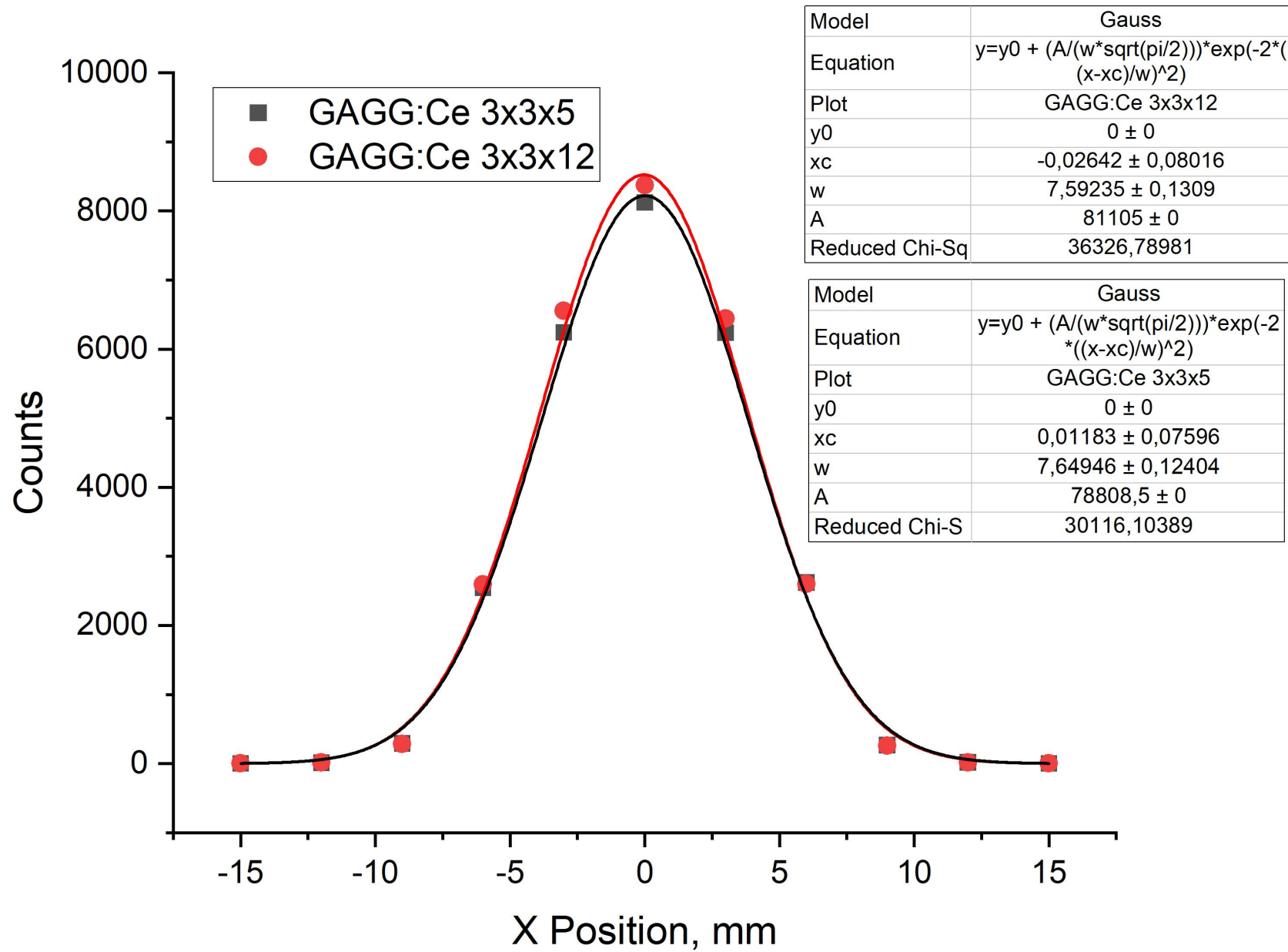
Построена модель детектора в системе Geant4

Координатное разрешение при моделировании и в реальном эксперименте совпадают в пределах погрешности

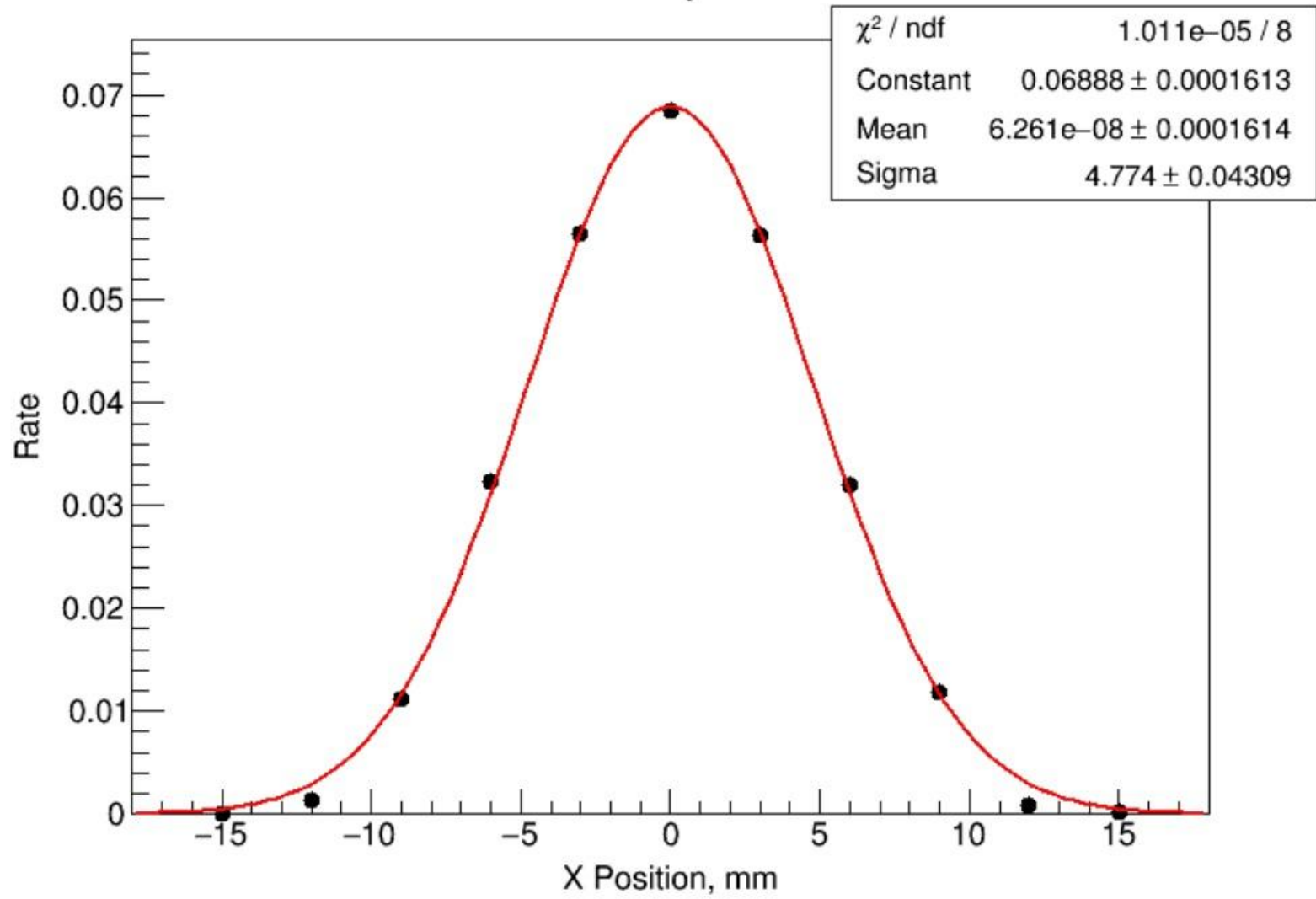
По данным моделирования подобрана конфигурация коллиматора, которая имеет перспективы для использования в гамма-локаторе, так как приводит к повышению чувствительности детектора на 50% при сохранении координатного разрешения.

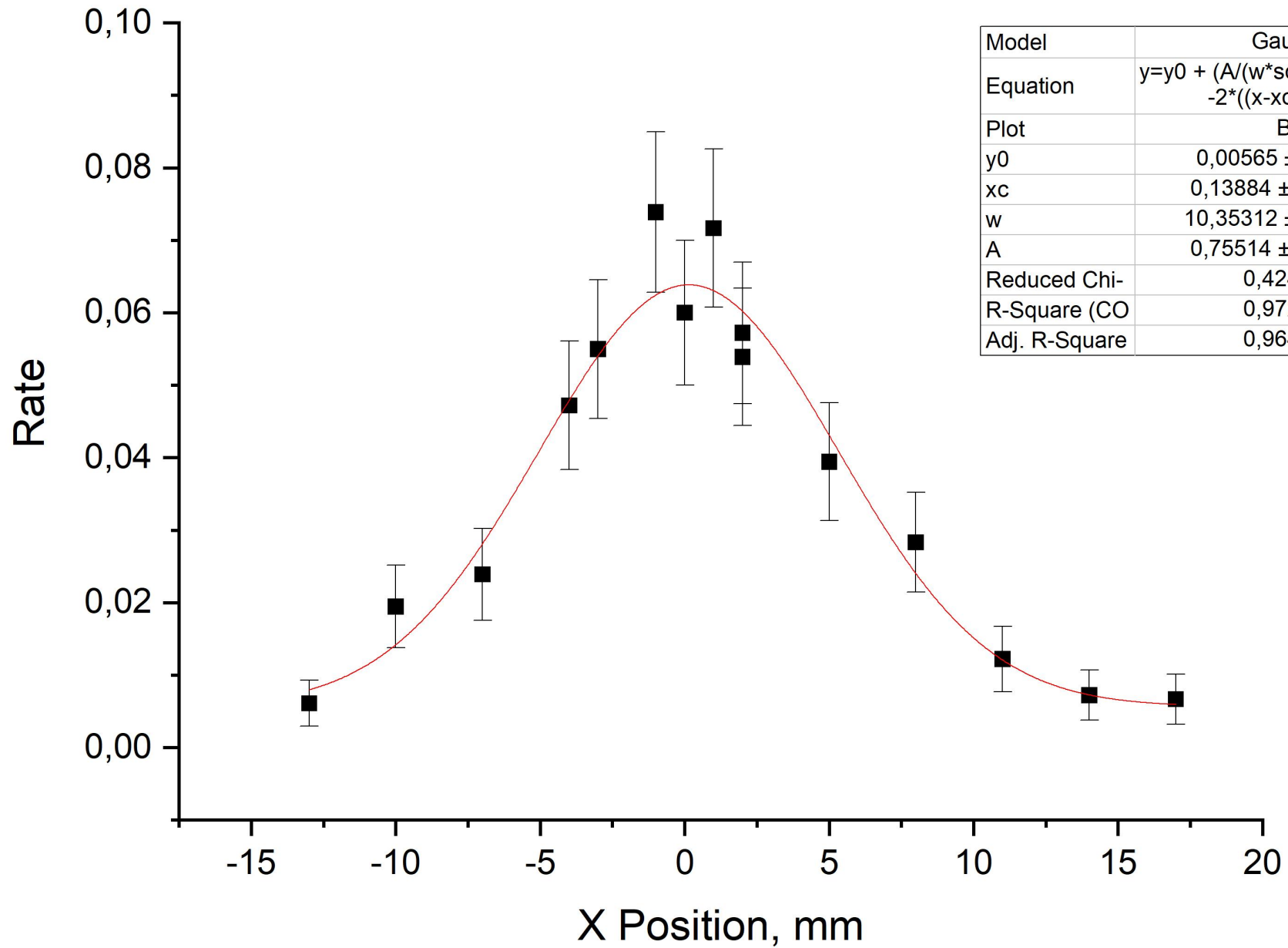
Дополнительные слайды

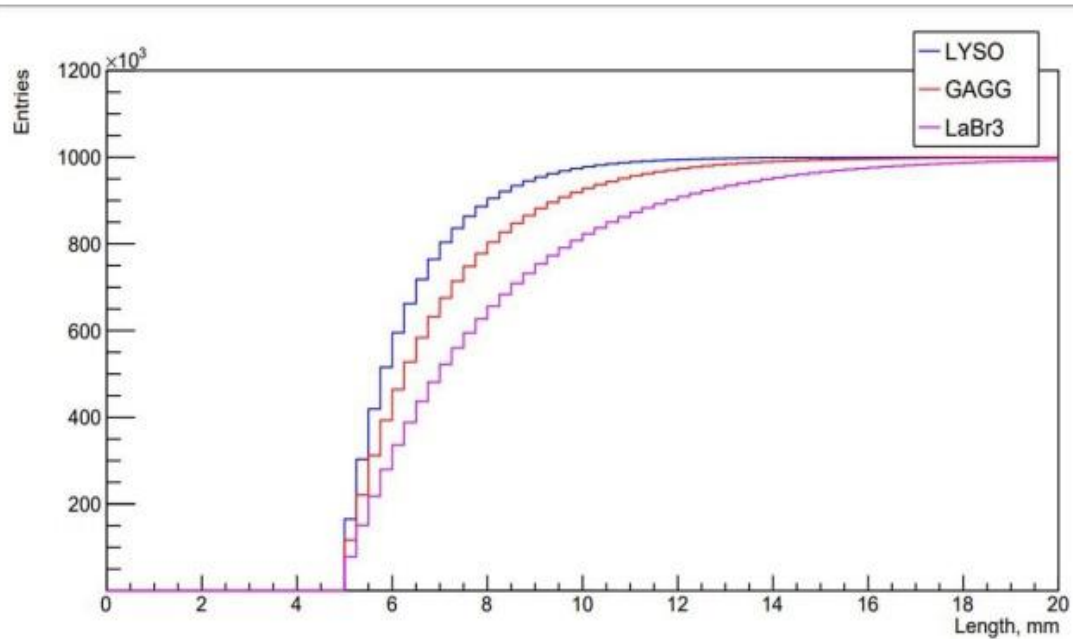




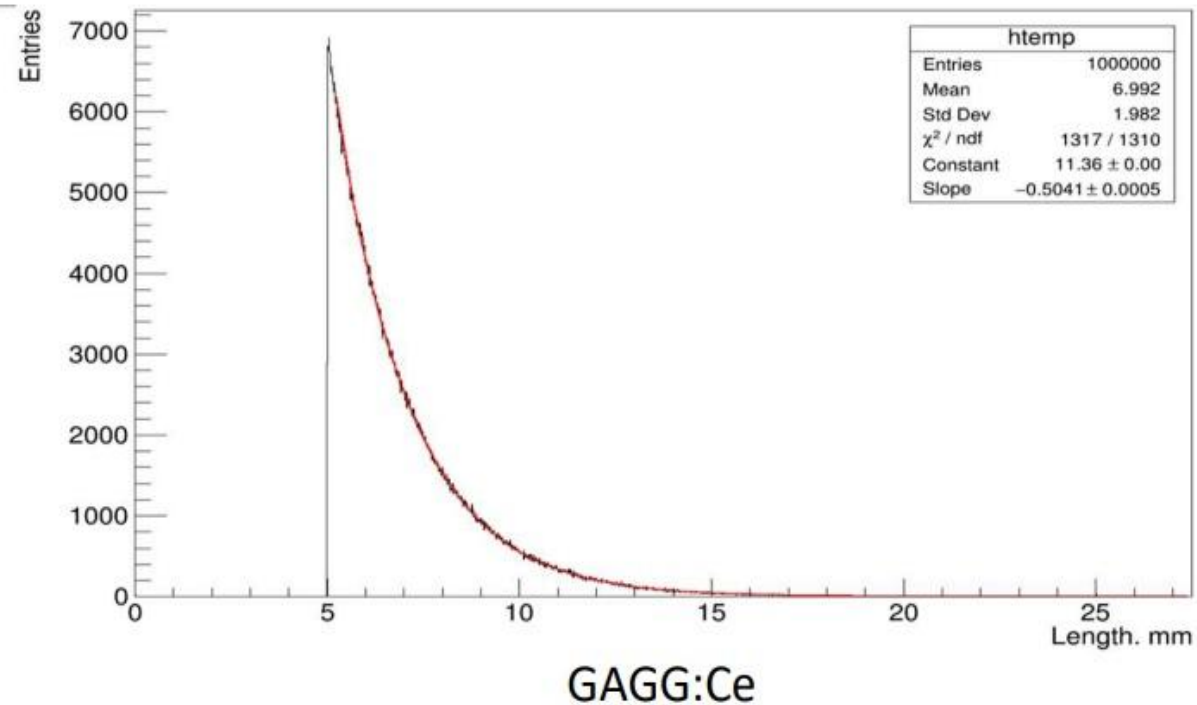
Graph







- 99% поглощение потока частиц наблюдается при значении толщины рабочего вещества:
- GAGG: 9mm
- LYSO: 5mm



Длина ослабления в e раз:

- GAGG: $1,984 \pm 0,002$ мм;
- LYSO: $1,374 \pm 0,002$ мм;
- LaBr₃: $3,002 \pm 0,004$ мм.

Producer	Spatial resolution*, (mm)	Spatial selectivity **, (grad, (°))	Sensitivity***, (imp/sec·ln)	Price, (\$ per piece)
Europrobe CsJ, Eurorad (France)	14	35	7	35 000 ~ 45 000
Gamma Finder II, W.O.M. (Germany)	19	68	10	
Neoprobe 2000 (USA)	15	36	10	
Gamma Detector ("NEOMED" LLC)	8	26	12	~ 15 000