

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
<<Национальный исследовательский ядерный университет <<МИФИ>>

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ:
РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТА ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННОГО ТОМОГРАФА

Научный руководитель
к. ф.-м. н.
Гробов А.В.

Выполнил
студент группы М19-115
Левашко Н.М.



Москва 2020

Содержание

- Позитронно-эмиссионная томография
- Моделирование кольца томографа
- Будущие разработки
- Экспериментальная установка

Позитронно-эмиссионная томография

Позитронно-эмиссионная томография - это метод медицинской визуализации, используемый для получения трехмерных изображений внутренних органов и частей тела испытуемых. Он основан на детектировании двух гамма-квантов с энергией 511 кэВ, испускаемых вследствие аннигиляции электрона с позитроном.

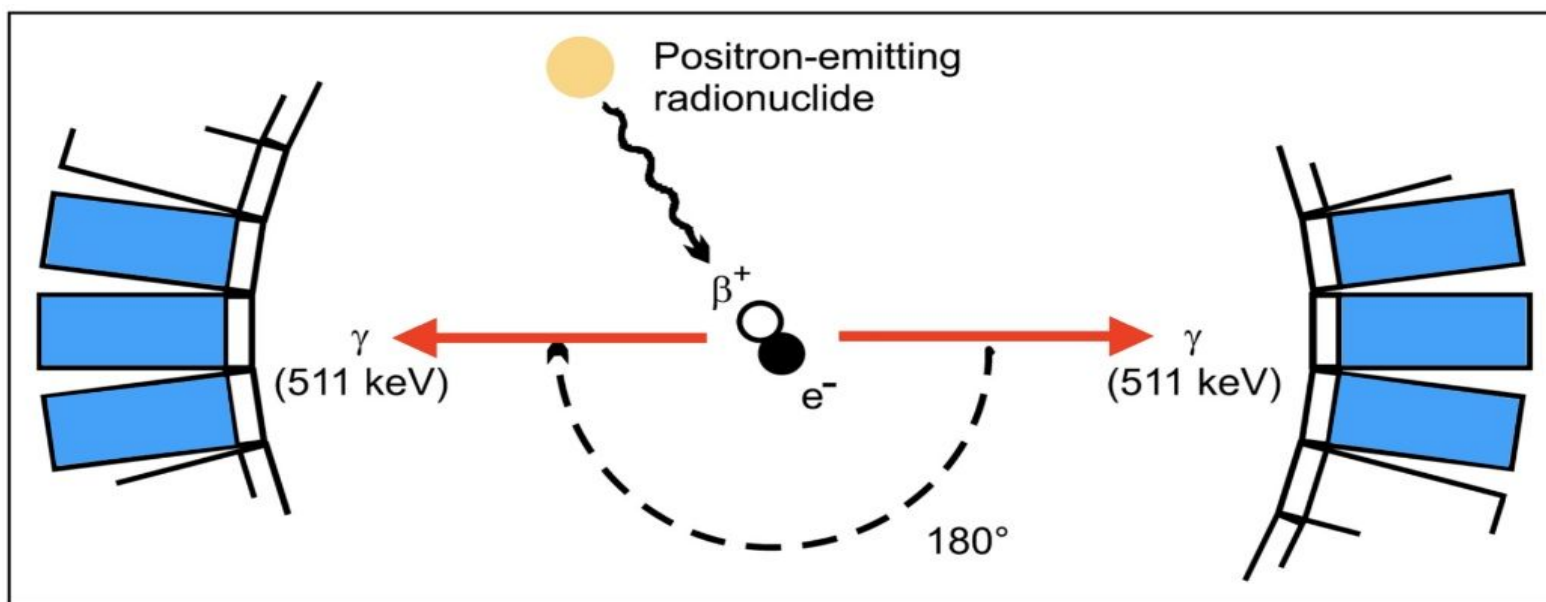


Рис.1 Процесс аннигиляции электрона и позитрона

Моделирование установки

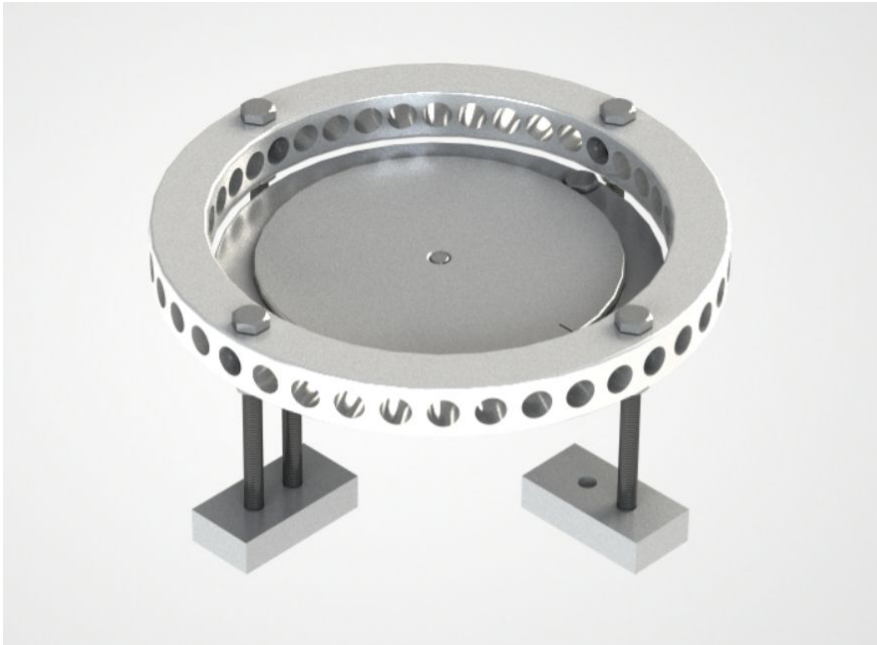


Рис.2 Проект экспериментальной установки для отработки методики измерений на части ПЭТ

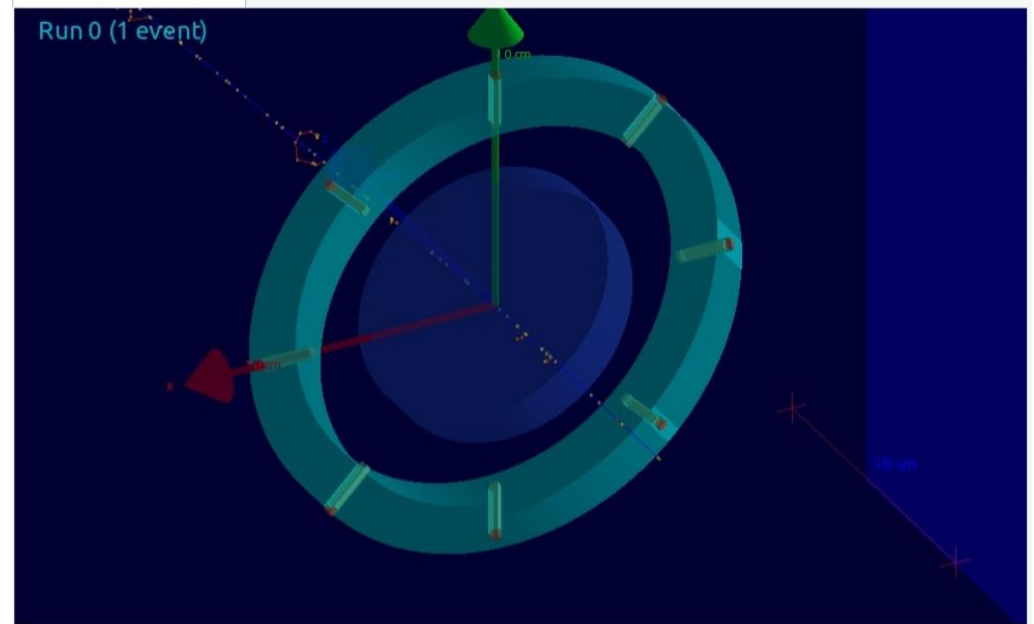


Рис.3 Модель кольца детектора

Достигнутый прогресс

- Была создана модель установки
- Прделана работа по программированию физики процесса сцинтилляции
- Был получен сигнал с SiPM

Требуемые доработки

- Добавить отражающее покрытие на кристалл
- Учесть квантовые эффекты при регистрации фотонов SiPM
- Осуществить реализацию снятия сигнала одновременно с нескольких SiPM

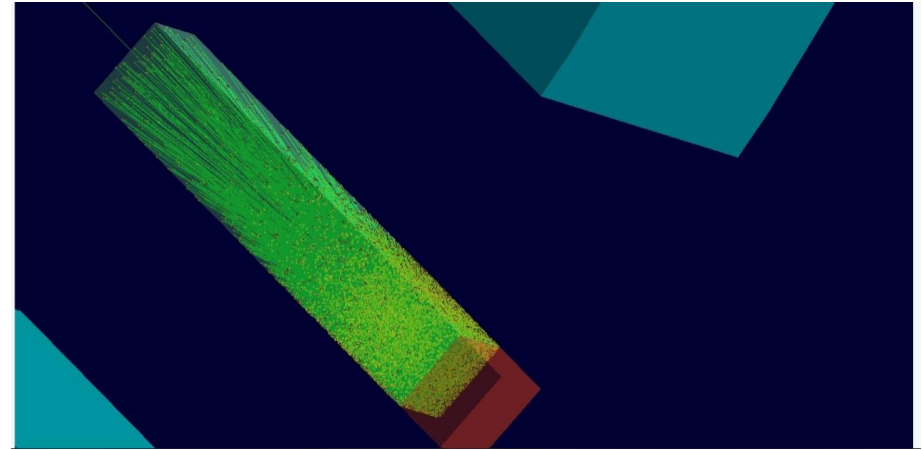


Рис.4 Сцинтилляционная вспышка в кристалле

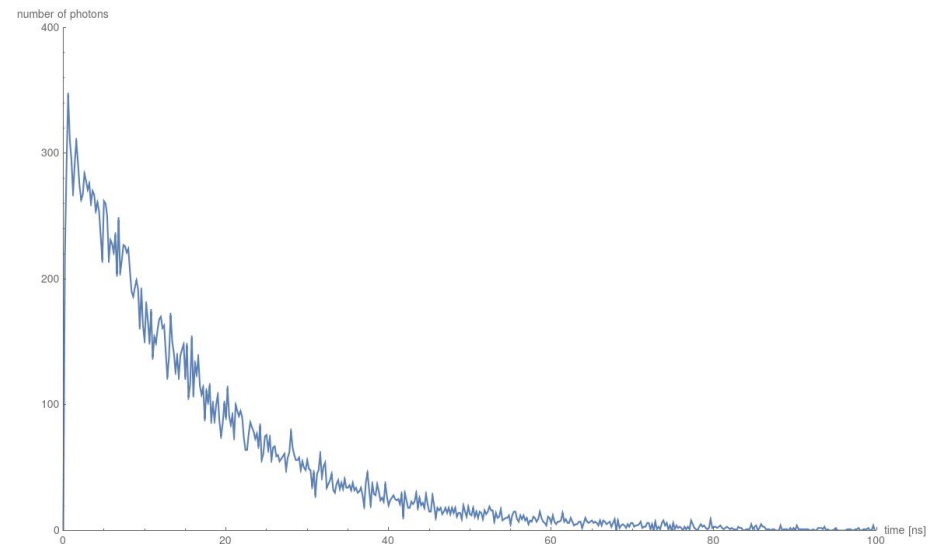


Рис.5 Число попавших в SiPM сцинтилляционных фотонов от времени

Будущий проект

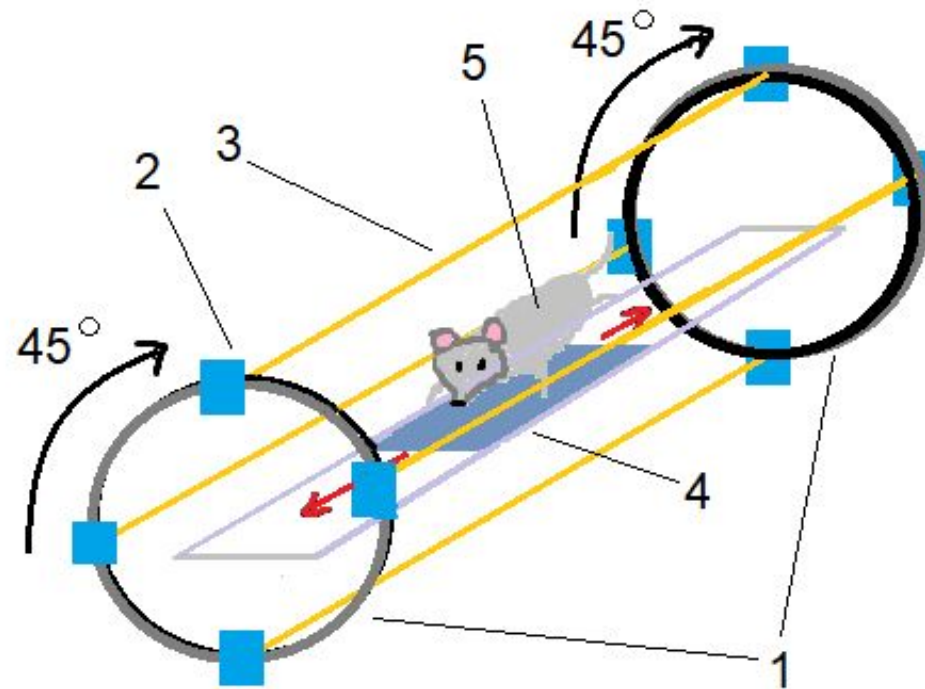


Рис. 6 Схематичное изображение установки с 2 кольцами. Здесь 1 - кольца с детекторными системами, 2 - SiPM вместе с предусилителем, 3 - пластиковая трубка, выступающая в роли сцинтиллятора, 4 - выдвижная платформа для помещения источника внутрь установки, 5 - источник или исследуемое тело с источником

Экспериментальная установка

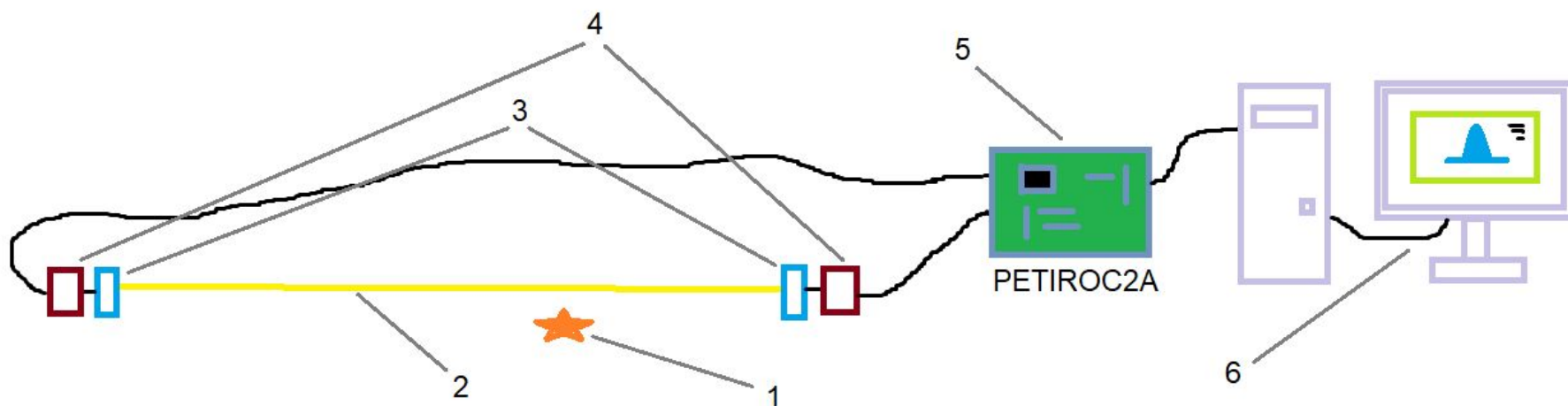


Рис.7 Схематичное изображение установки. Здесь 1 - источник гамма-квантов, 2 - пластиковая трубка, выступающая в роли сцинтиллятора, 3 - схема включения SiPM, 4 - предусилители, 5 - плата PETIROC2A, 6 - ПК для отображения получаемых данных

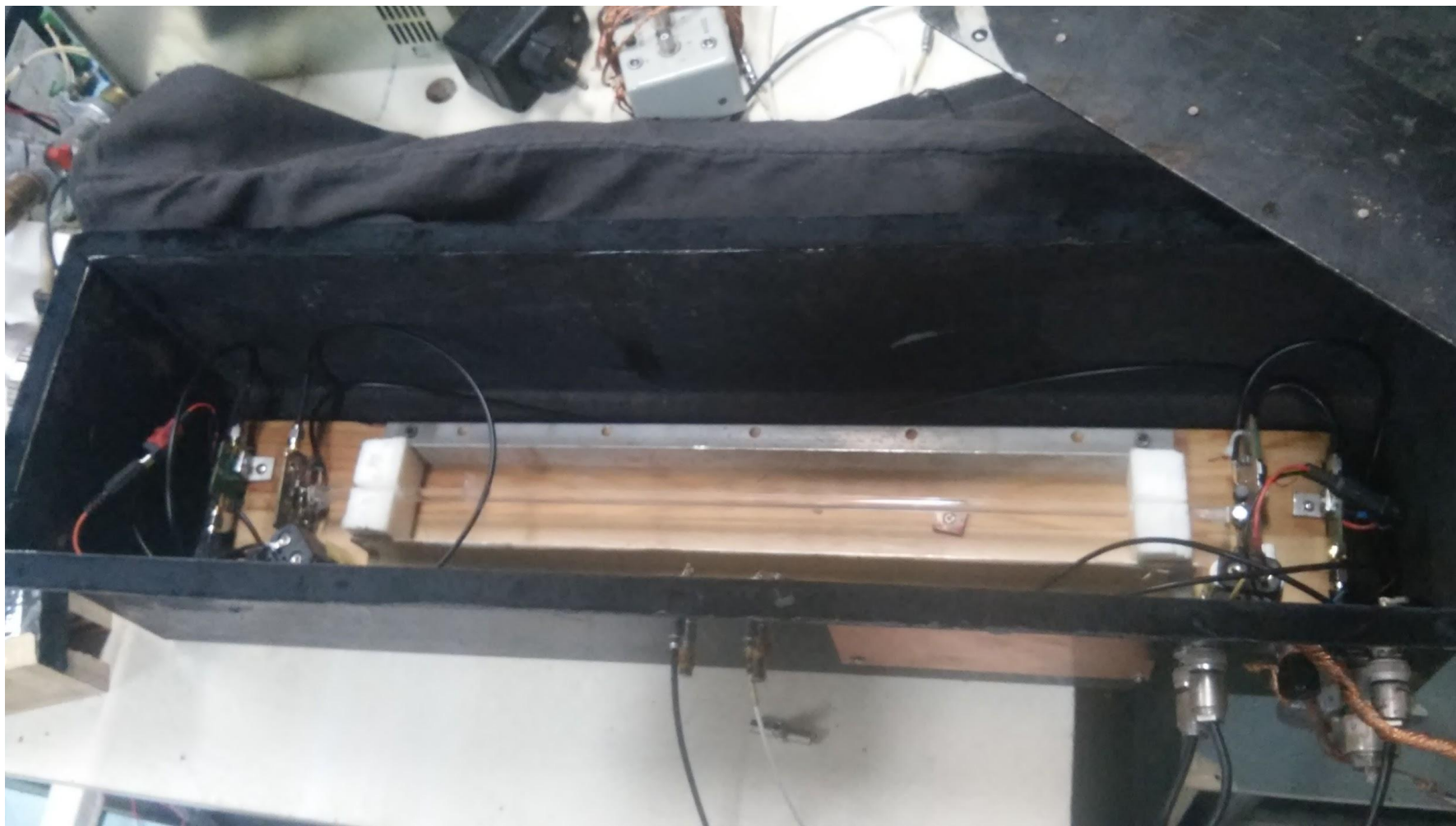


Рис. 8 Общий вид установки

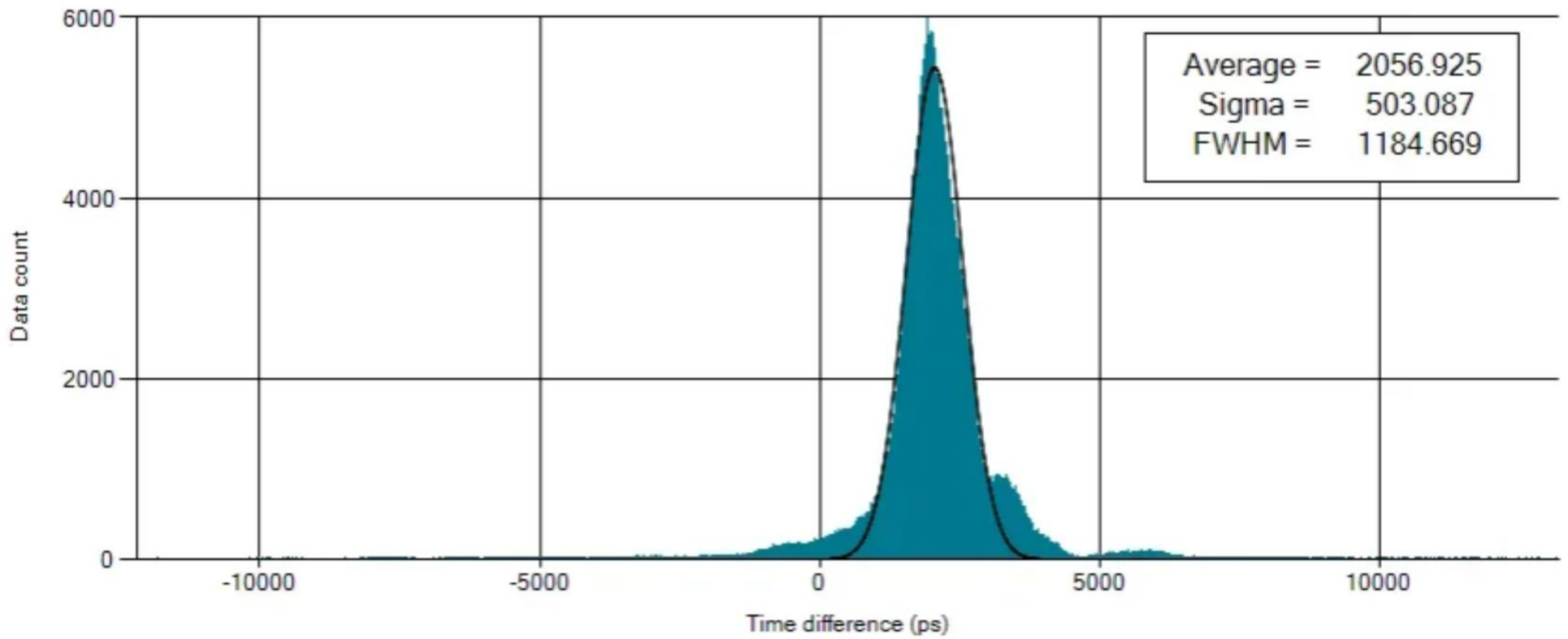


Рис. 9 Пример получаемых данных:
распределение числа событий от разницы между
временем прихода сигнала

Заключение

Был рассмотрен один из модулей полноценной установки ПЭТ. Были представлены сведения о принципах работы данного устройства, результаты по моделированию работы, а также имеющиеся на данный момент экспериментальные наработки.

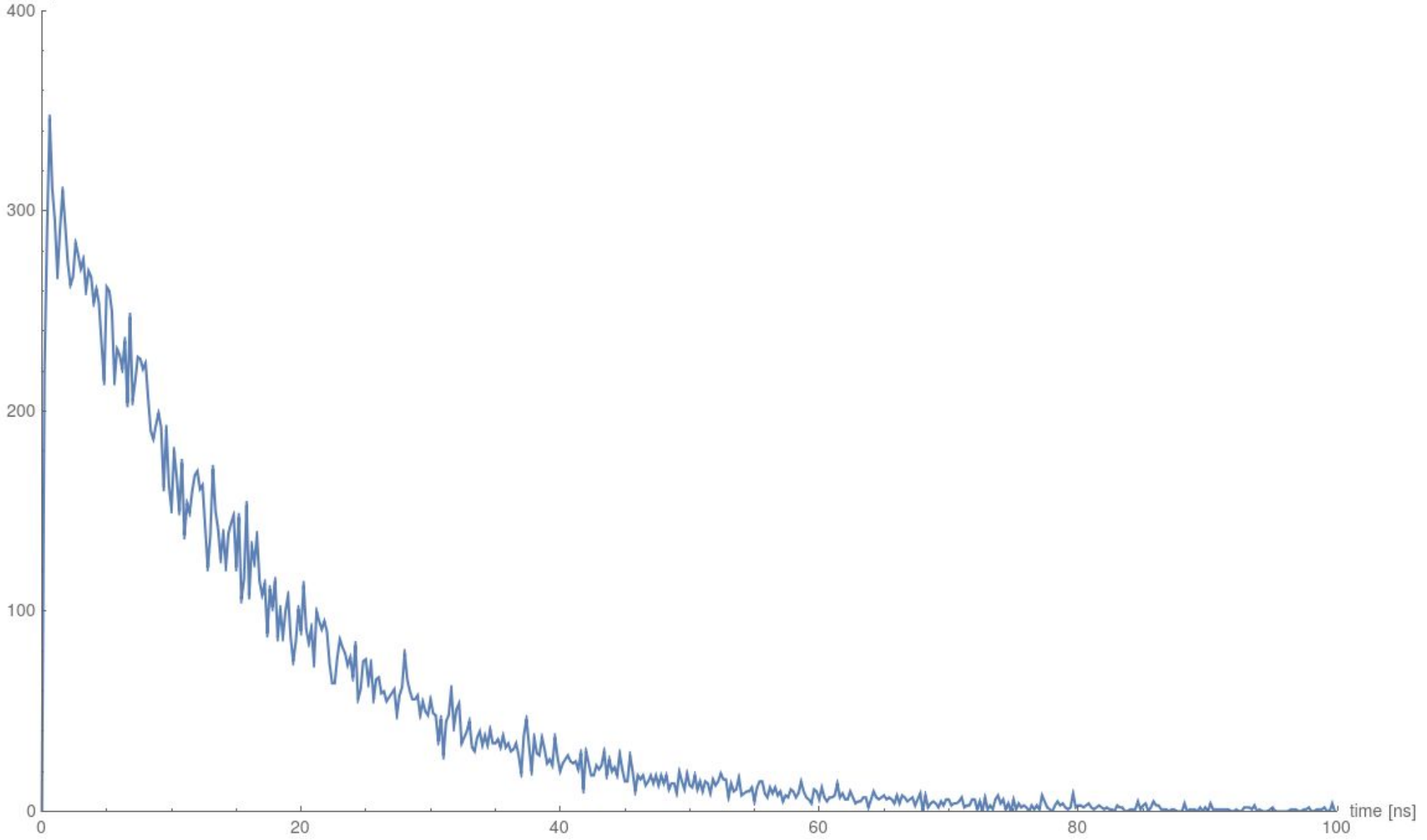
Была создана модель кольца детектора в среде компьютерного моделирования GEANT4, приведены первичные данные результатов моделирования. В будущем планируется создание алгоритма определения координаты источника радиоактивного излучения по данным симуляций, также будет проведена доработка имеющегося проекта.

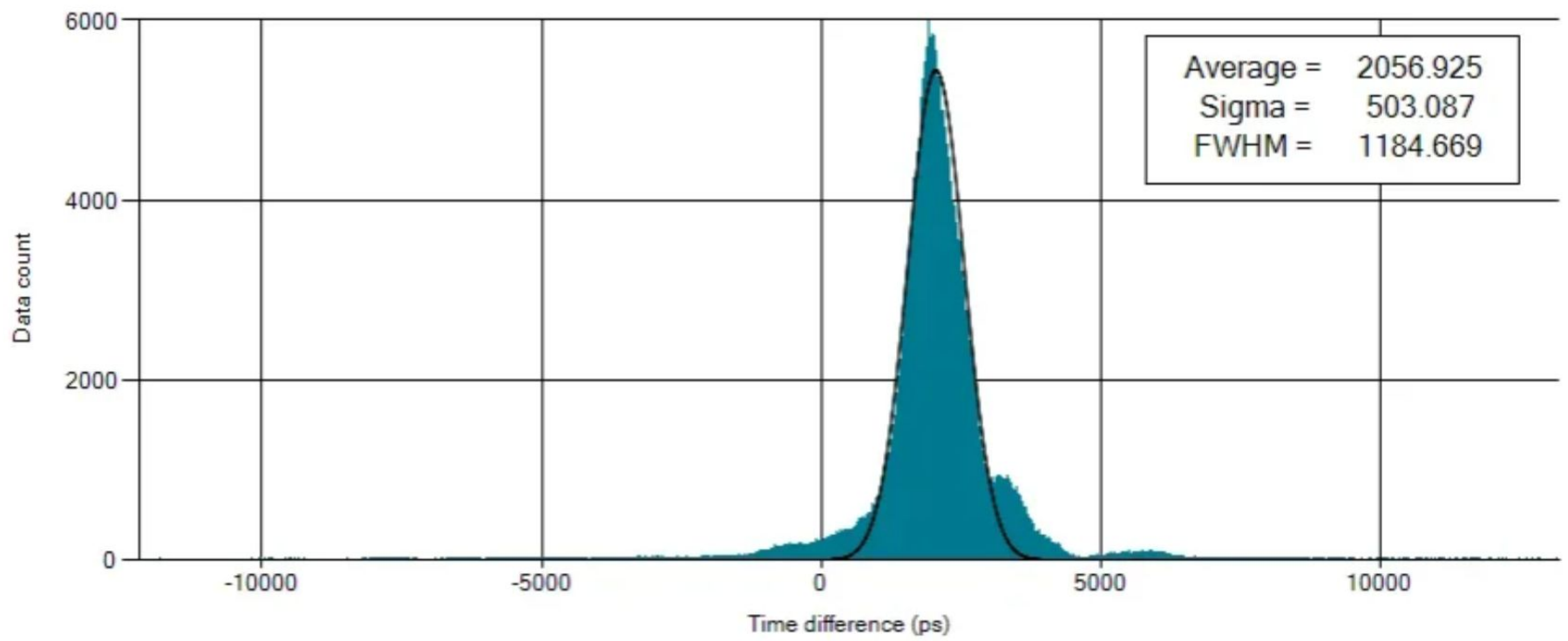
В дальнейшем также планируется продолжить работу с имеющейся экспериментальной установкой. Более подробно будет исследовано влияние качества сцинтилирующей пластиковой трубки на временное разрешение установки. Кроме того, планируется создание полноценного детектора на 8 SiPM с поворотными кольцами. Параллельно с этим будут вестись работы по созданию моделей имеющейся экспериментальной установки и будущего проекта.

Дополнительные слайды



number of photons

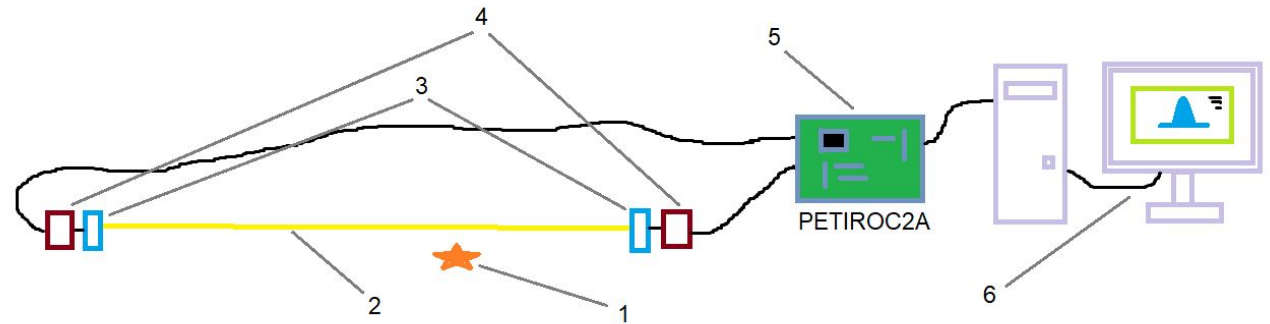




$$x = \frac{l}{2} - vt_2$$

$$x = \frac{1}{2} \frac{c}{n} (\Delta t - \Delta t_0)$$

$$\begin{cases} v(t_1 + t_2) = l \\ t_1 - t_2 = \Delta t \end{cases}$$



Показатель преломления полистирола - материала трубки - $n = 1.588$, длина трубки $l = 45$ см, $\Delta t_0 = 3500$ пс, $\Delta t = 2056$ пс

$$x = \frac{1}{2} \frac{c}{n} (\Delta t - \Delta t_0) = -13.58$$

Известное положение источника $x_k = -7$ см. Ошибка составила $\delta = 0.94$.

