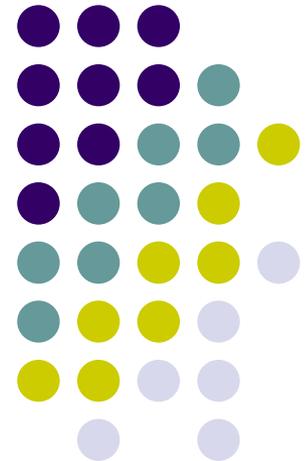


Дипломная работа

Методика измерения времени с микрорексельными лавинными фотодиодами

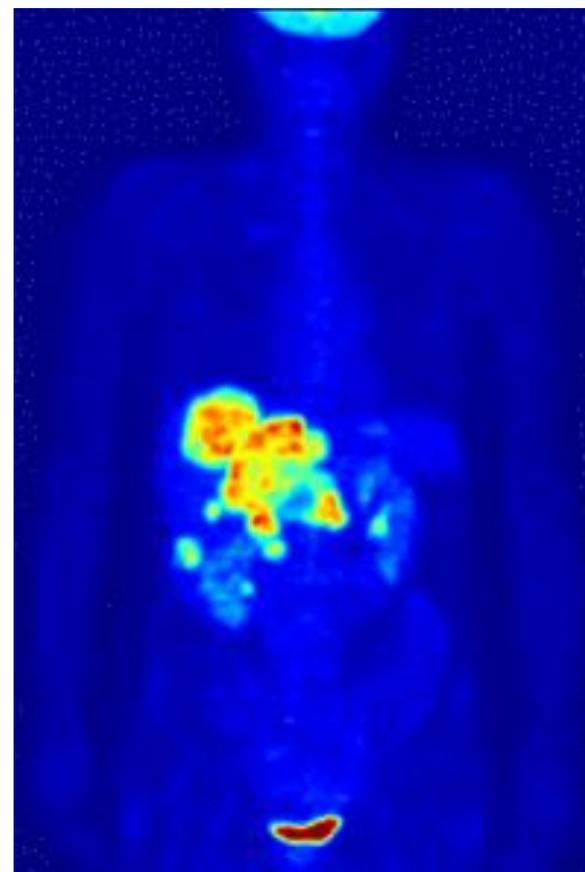
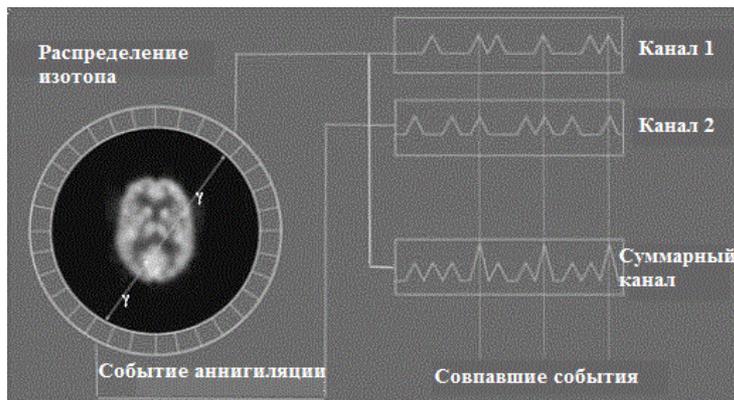
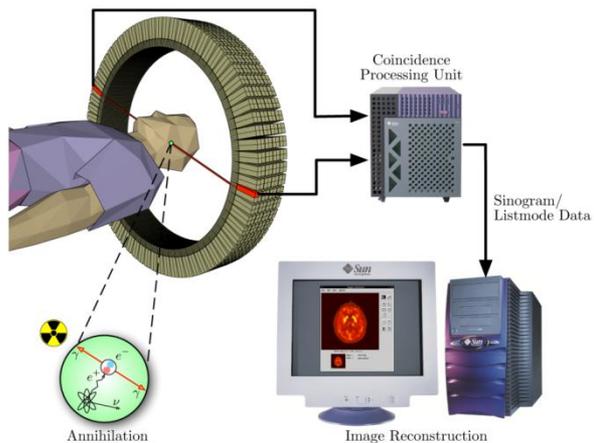
Выполнила студентка 6 курса
кафедры физики элементарных частиц
МГУ им. М.В. Ломоносова
Федорова Е.Д.
Научный руководитель:
доктор физико-математических наук,
профессор Ольшевский А.Г.



Позитрон-эмиссионная томография



Получение картины распределения радиофармпрепарата в организме человека с целью ее последующего анализа.



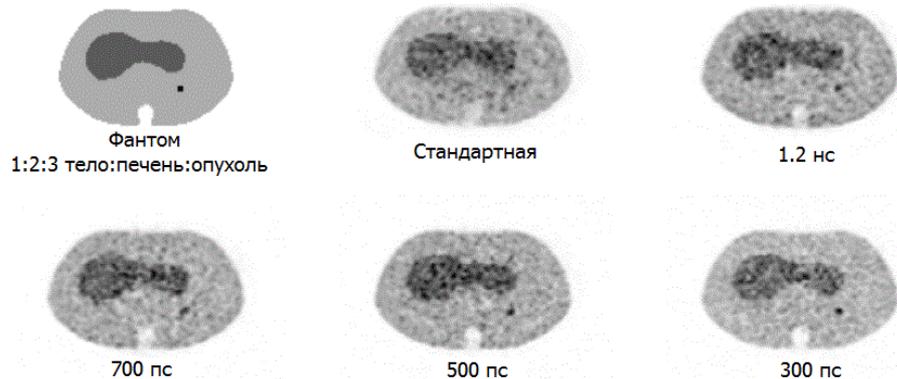
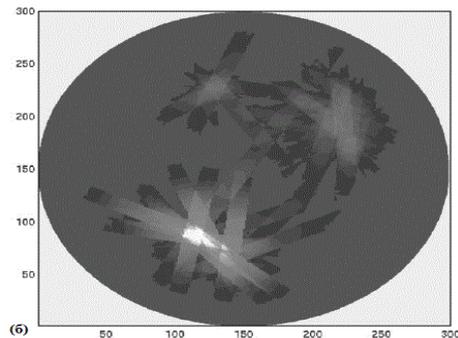
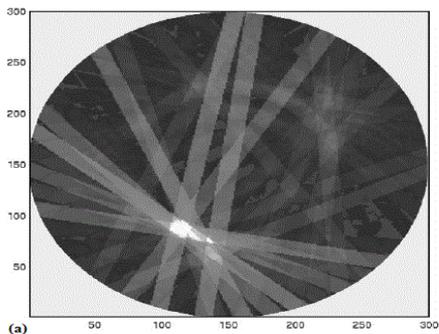
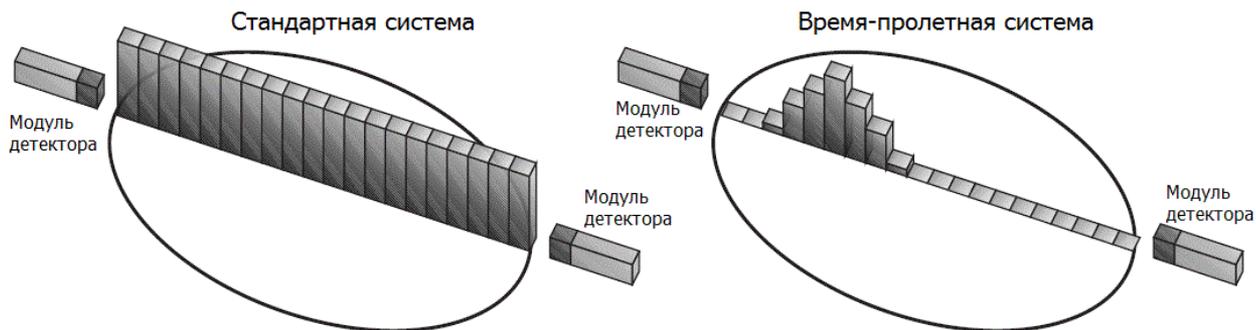
Блок-диаграмма ПЭТ сканера с иллюстрацией событий в совпадении

Время-пролетная ПЭТ

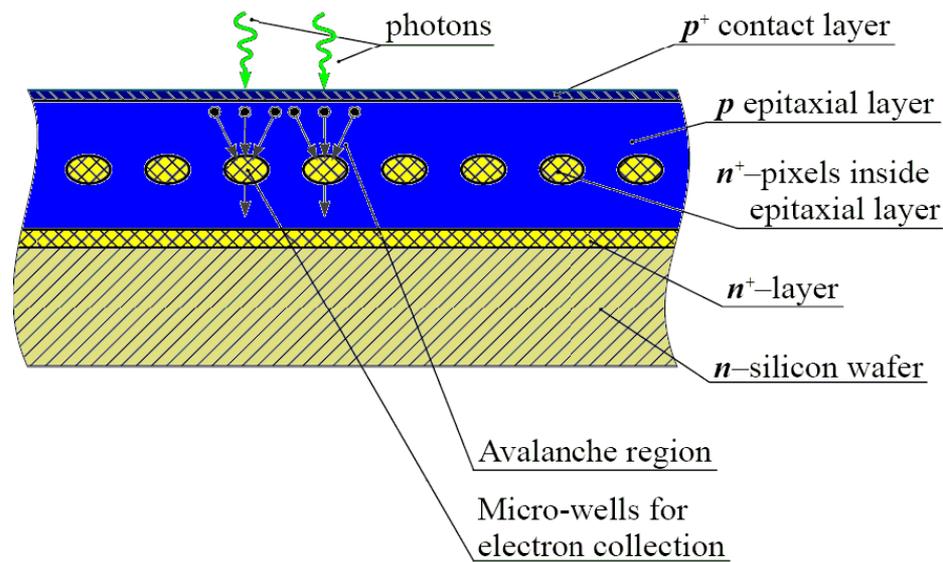
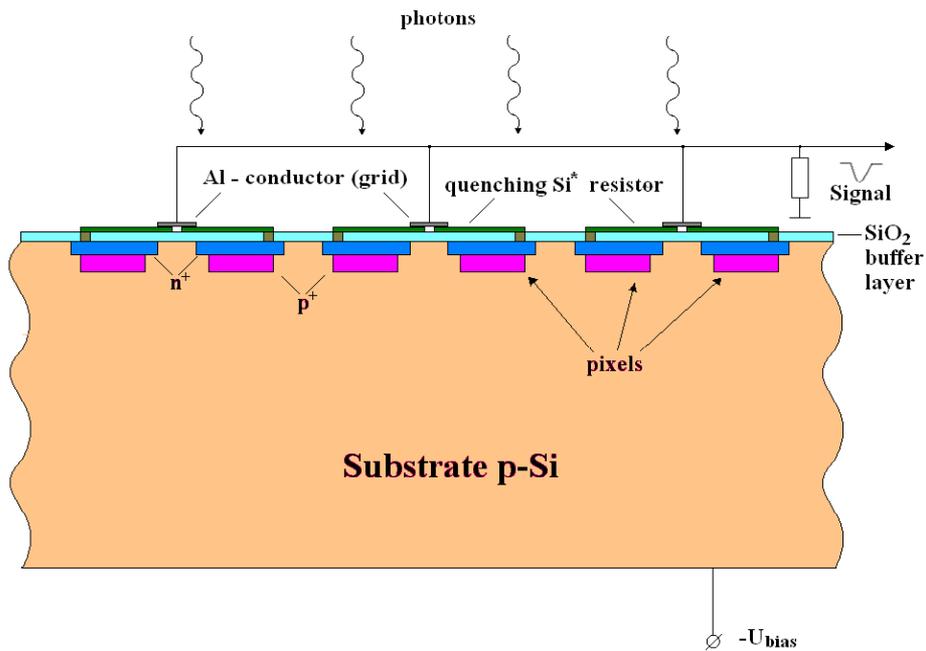
- значительное повышение четкости изображений

$$\Delta x = 2c |t_2 - t_1|$$

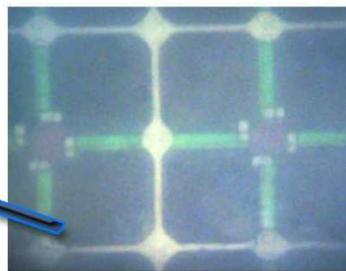
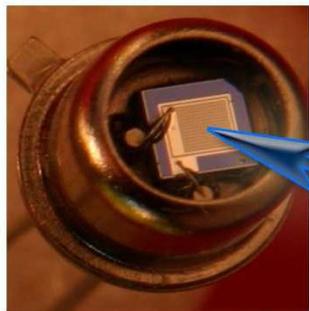
$$F \propto \frac{1}{\sqrt{2}}$$



Микропиксельные лавинные фотодиоды



Глубинный МЛФД

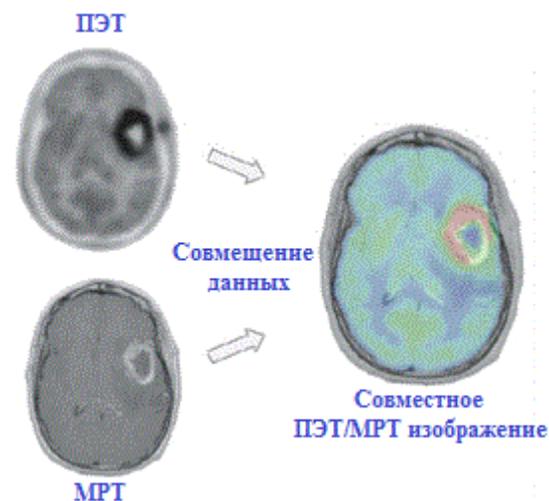
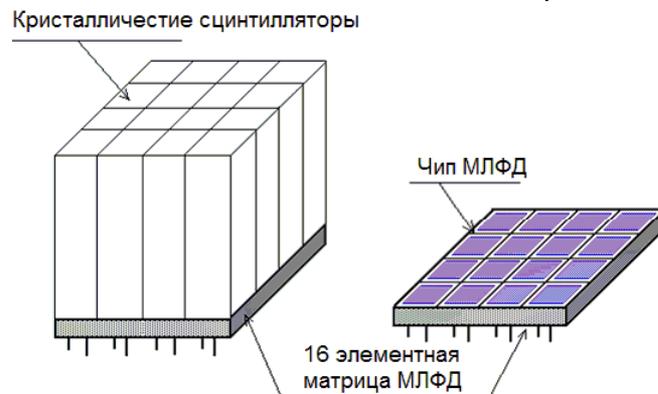


Поверхностно-пиксельный МЛФД

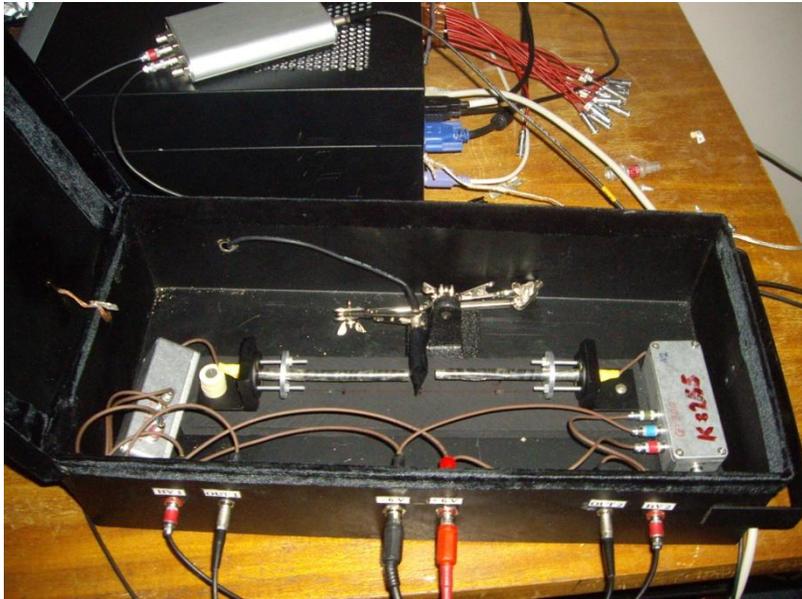
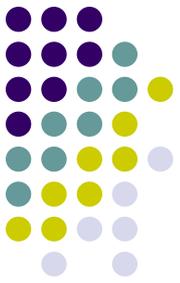
МЛФД для ПЭТ



- Небольшие размеры, высокая квантовая эффективность, нечувствительность к магнитному полю, низкое напряжение питания
- Возможность объединения МРТ и ПЭТ томографов (ФЭУ не позволяют работать в сильных переменных магнитных полях)



Экспериментальная установка



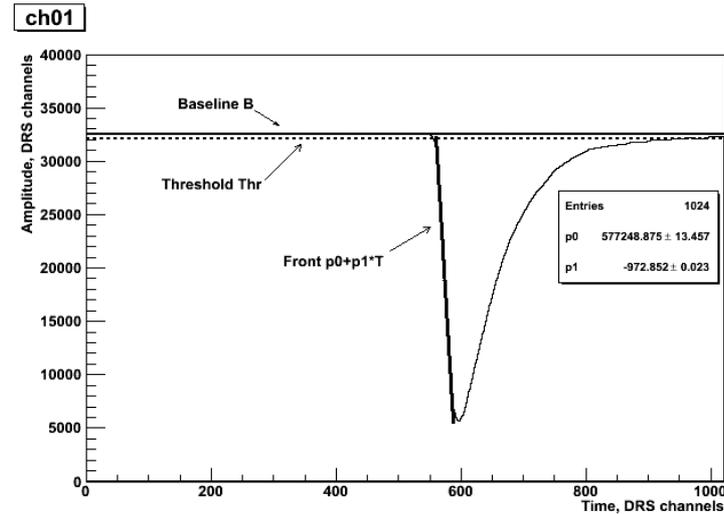
В качестве АЦП для измерений использовался преобразователь DRS4

- частота дискретизации – 5 ГГц
- длительность фрейма (окна) – 1024 точки
- разрядность оцифровки – 14 бит/1В (+/- 0.5В)
- полоса пропускания частот – 220 МГц
- внутреннее временное разрешение платы < 10 пс;

Методика измерения времени



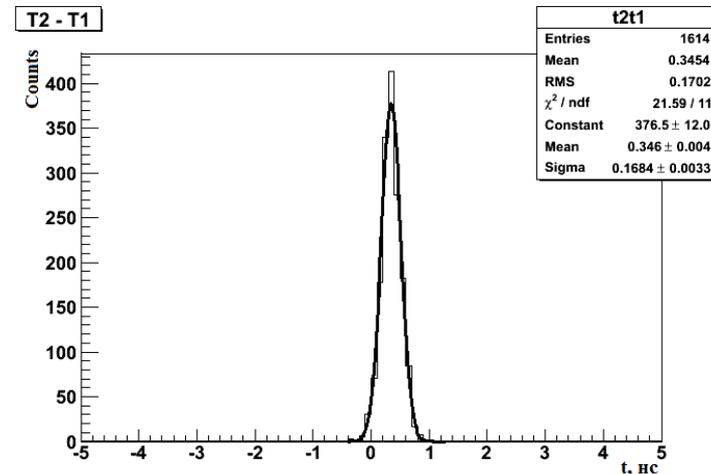
- фронт сигнала аппроксимируется линейной функцией $p_0 + p_1 \cdot T$
- Нулевая линия аппроксимируется константой B , время вычисляется на пороге Thr



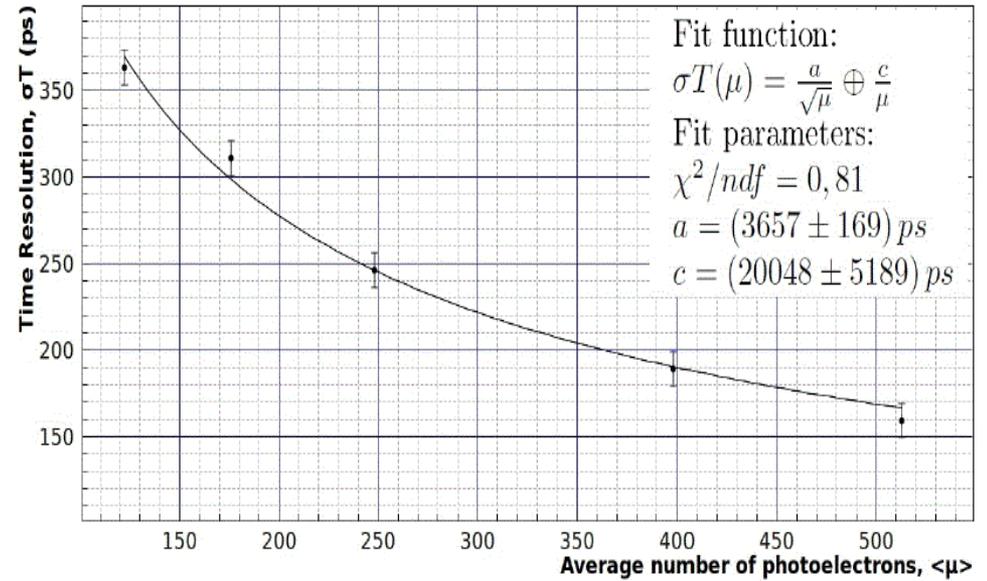
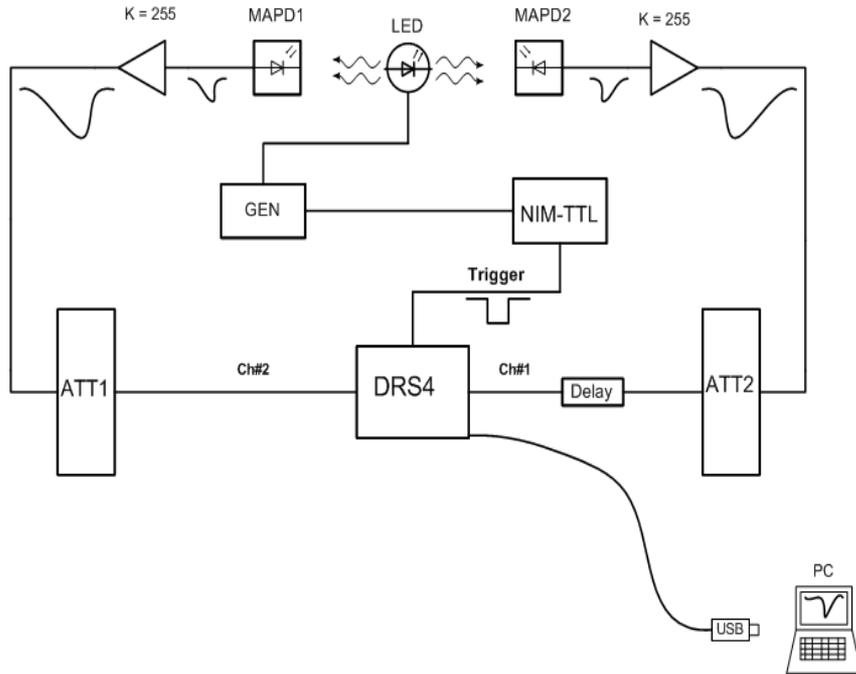
- $$T_0 = \frac{B - p_0 \theta_1}{p_1 \cdot F \cdot \epsilon}$$

- $$F = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max} + V_{min}}$$

- фильтрация сигналов на основе фурье-анализа (необходимо для большей эффективности аппроксимации)



Зависимость временного разрешения системы от интенсивности света



Увеличение светосбора (количество фотоэлектронов) со сцинтиллятора должно улучшать временное разрешение двух детекторов.

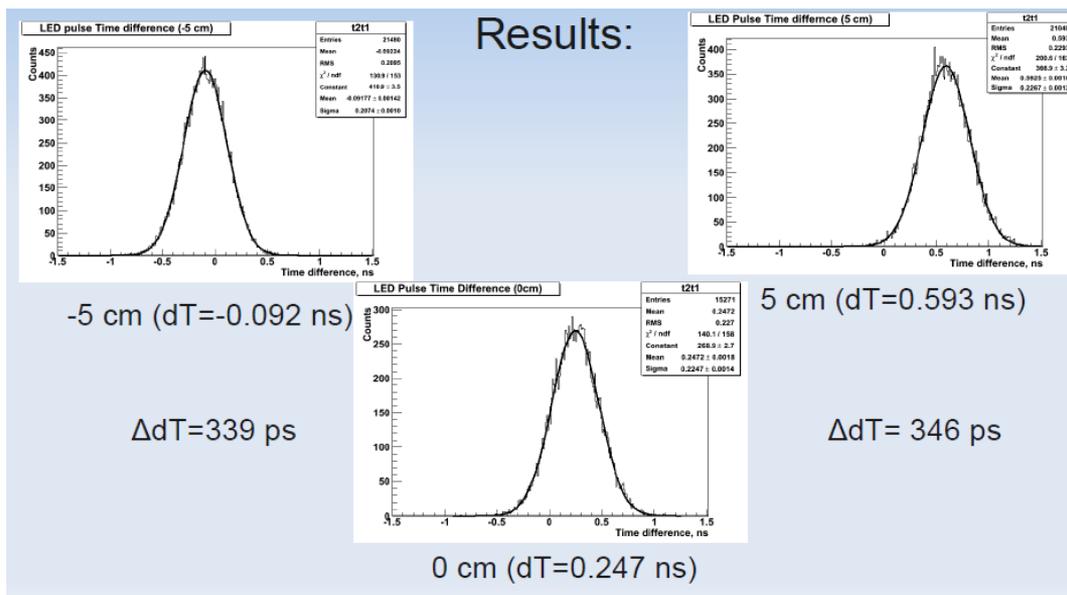
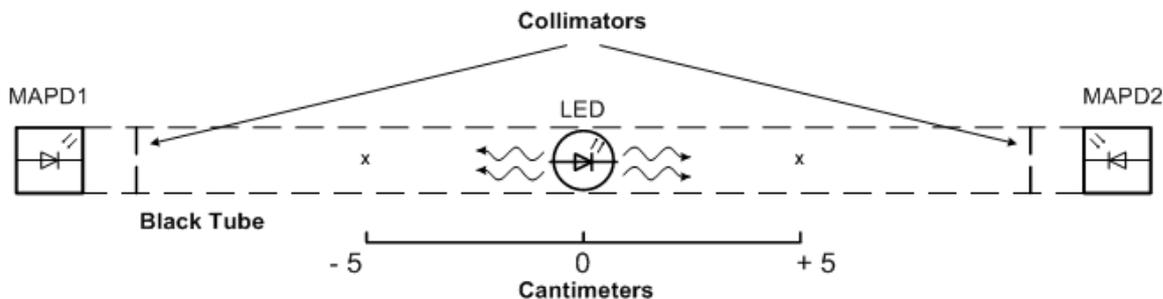
Проверка точности измерения времени прихода сигнала



Результаты измерения временной задержки с использованием кабелей CERN и LEMO-LEMO соединителя:

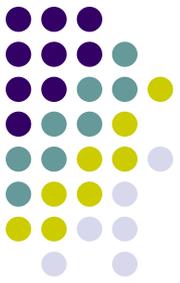
$\langle N_{ph.e} \rangle$	$\Delta T_0, ps$	$\Delta T_1, ps$	$\Delta T_4, ps$	$\Delta T_1 - \Delta T_0, ps$	$\Delta T_4 - \Delta T_0, ps$	$\Delta T_4 - \Delta T_1, ps$
261.7	-388 2	752 2	3790 2	1140 4	4178 4	3038 4
419.0	-391 2	743 2	3787 2	1134 4	4178 4	3044 4
531.1	-454 2	683 2	3723 2	1137 4	4177 4	3040 4

Проверка разработанного метода



- согласно расчетам, задержка по времени при сдвиге источника на 5см. составляет 333пс
- точность измерения времени составляет несколько процентов

Результаты работы



- разработана методика измерения времени
- создано специализированное программное обеспечение для обработки сигналов, с использованием программного пакета ROOT.
- создана установка позволяющая проводить ряд измерений с МЛФД
- получено экспериментальное доказательство справедливости разработанного метода
- создана база для создания прототипа TOF-PET системы на основе МЛФД

Конец.

Спасибо за внимание.

