

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЦИНТИЛЛЯТОРА BaF₂

Выполнил : Кандыбин Даниил Дмитриевич
Научный руководитель : Гробов Алексей Викторович
Консультант: Долганов Григорий Дмитриевич

Основные цели:

- Работа с платой xTDC4
- Измерение временных характеристик сцинтиллятора BaF2
- Монте-Карло моделирование с помощью Geant4

Основные характеристики сцинтилляторов:

- Плотность
- Световыход
- Спектр высвечивания
- Энергетическое разрешение
- Время высвечивания
- Радиационная прочность
- Гигроскопичность



Сцинтилляторы

Сцинтилляторы в ПЭТ



Ортосиликат лютеция (LSO)

Первый используемый сцинтиллятор - NaI(Tl) , в настоящее время неиспользуемый.

Сейчас в ПЭТ применяются, в основном, BGO (ортогерманат висмута) и LSO (ортосиликат лютеция).

Также используется GAGG(Se) (Гадолиний-алюминий-галлиевый гранат активированный ионами церия)

Фторид бария



Фторид бария (BaF₂)

Рекордное время высвечивания (78 пс и 747 пс для быстрых компонент), однако сцинтиллирует на очень малой длине волны (195 нм и 220 нм соответственно). Так как световыход кристалла для быстрой компоненты достаточно мал, критически важным становится соотношение сигнал-шум, а значит высокая чувствительность фотоумножителей на рабочей длине волны

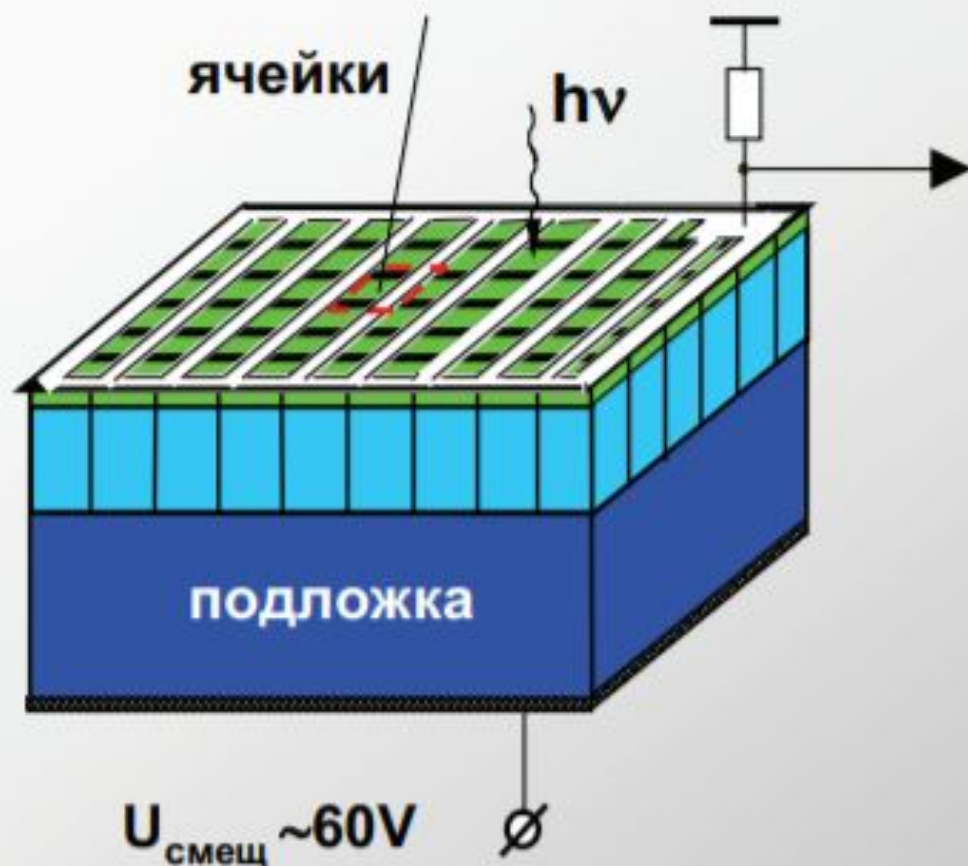


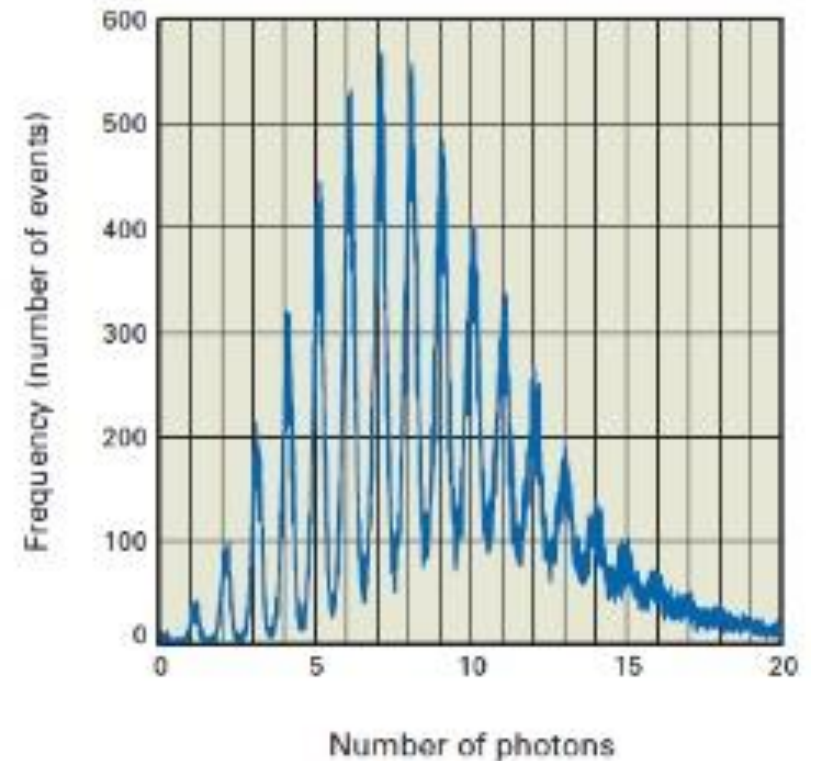
Схема SiPM

Кремниевый фотоумножитель (SiPM) представляет собой микропиксельный лавинный фотодиод, предназначенный для счета фотонов.

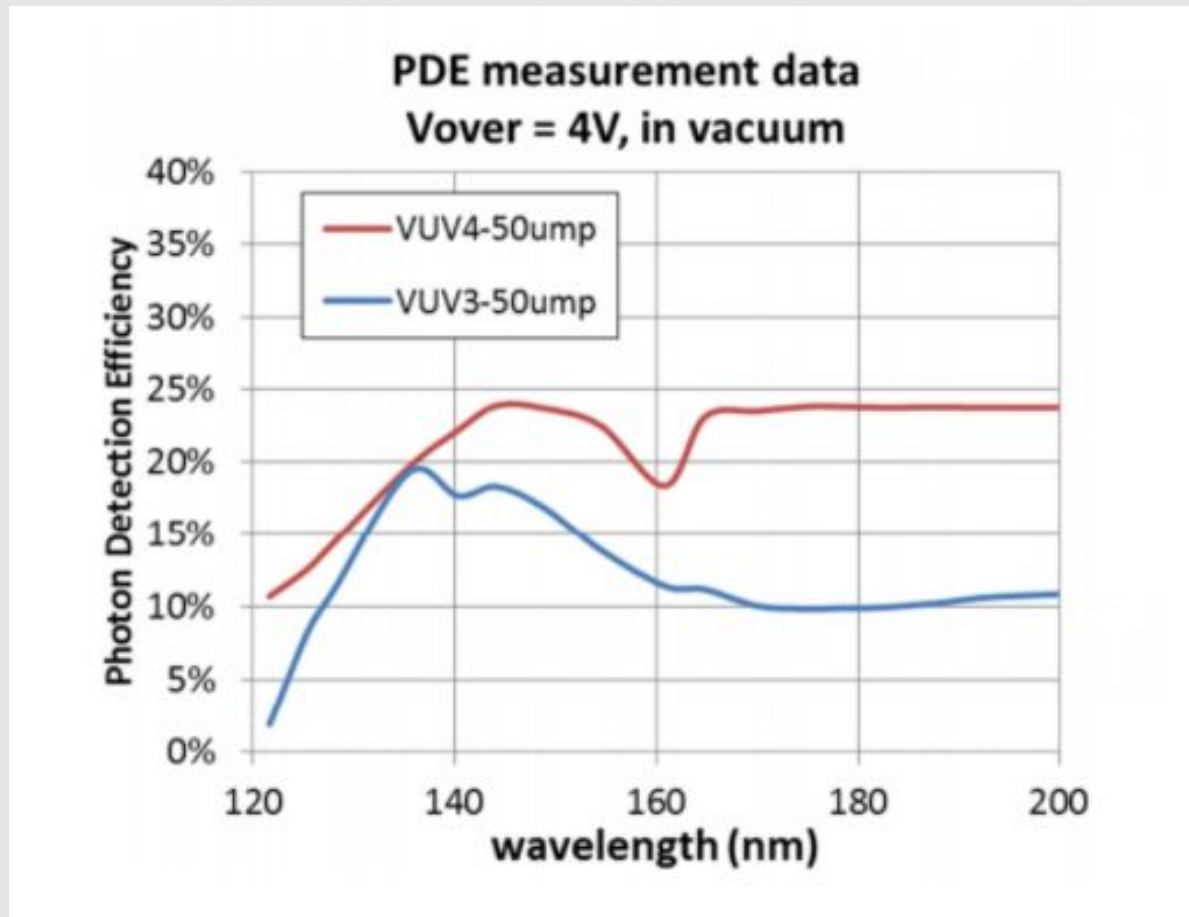
Каждый пиксель SiPMа создает импульсный выходной сигнал при обнаружении единичного фотона. Характерный размер ячейки составляет порядка 30–100 мкм

Основные характеристики SiPMов:

- Эффективность регистрации
- Временные характеристики
- Коэффициент усиления
- Темновой счет
- Послеимпульсы
- Кросс-токи

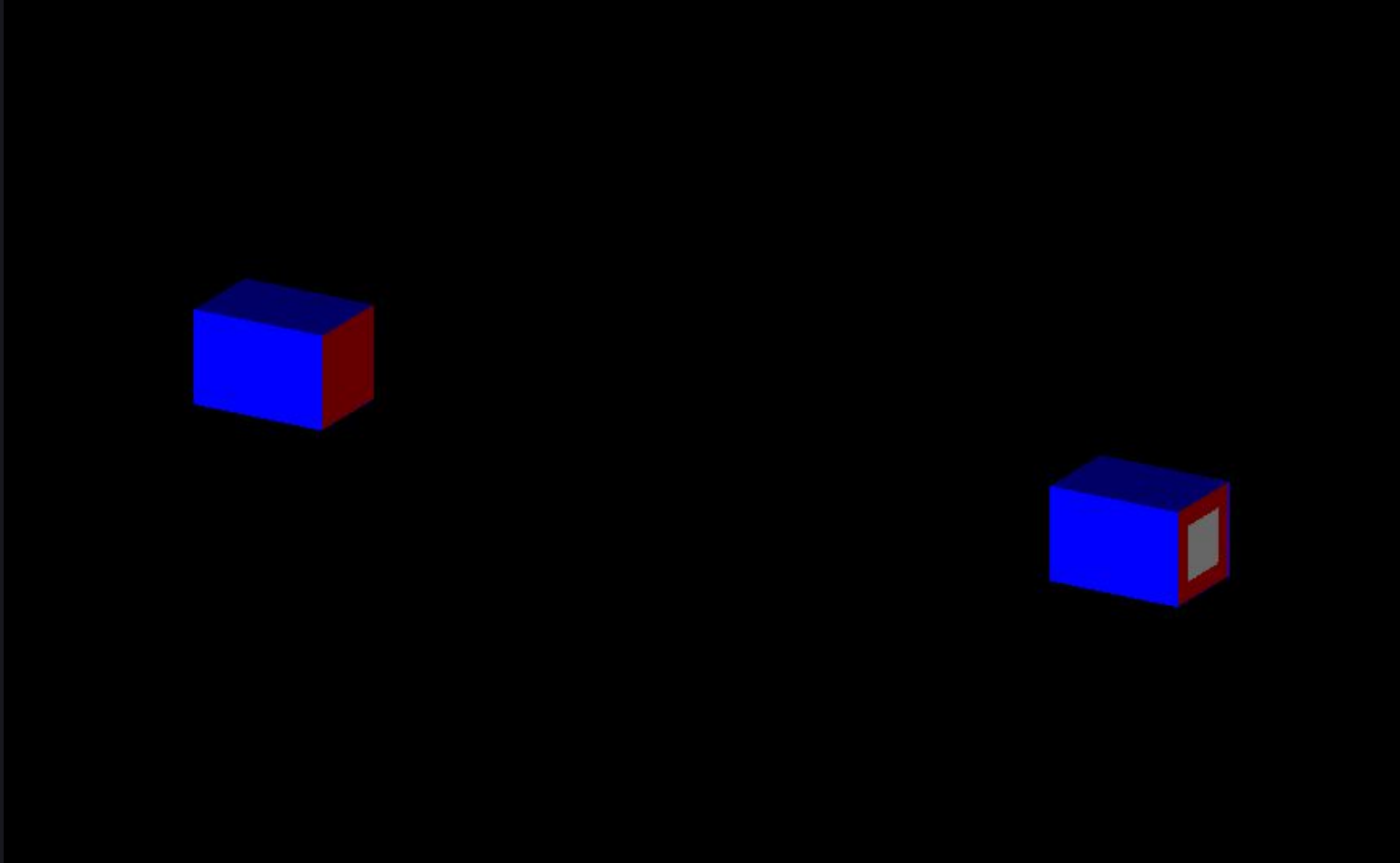


Амплитудный спектр

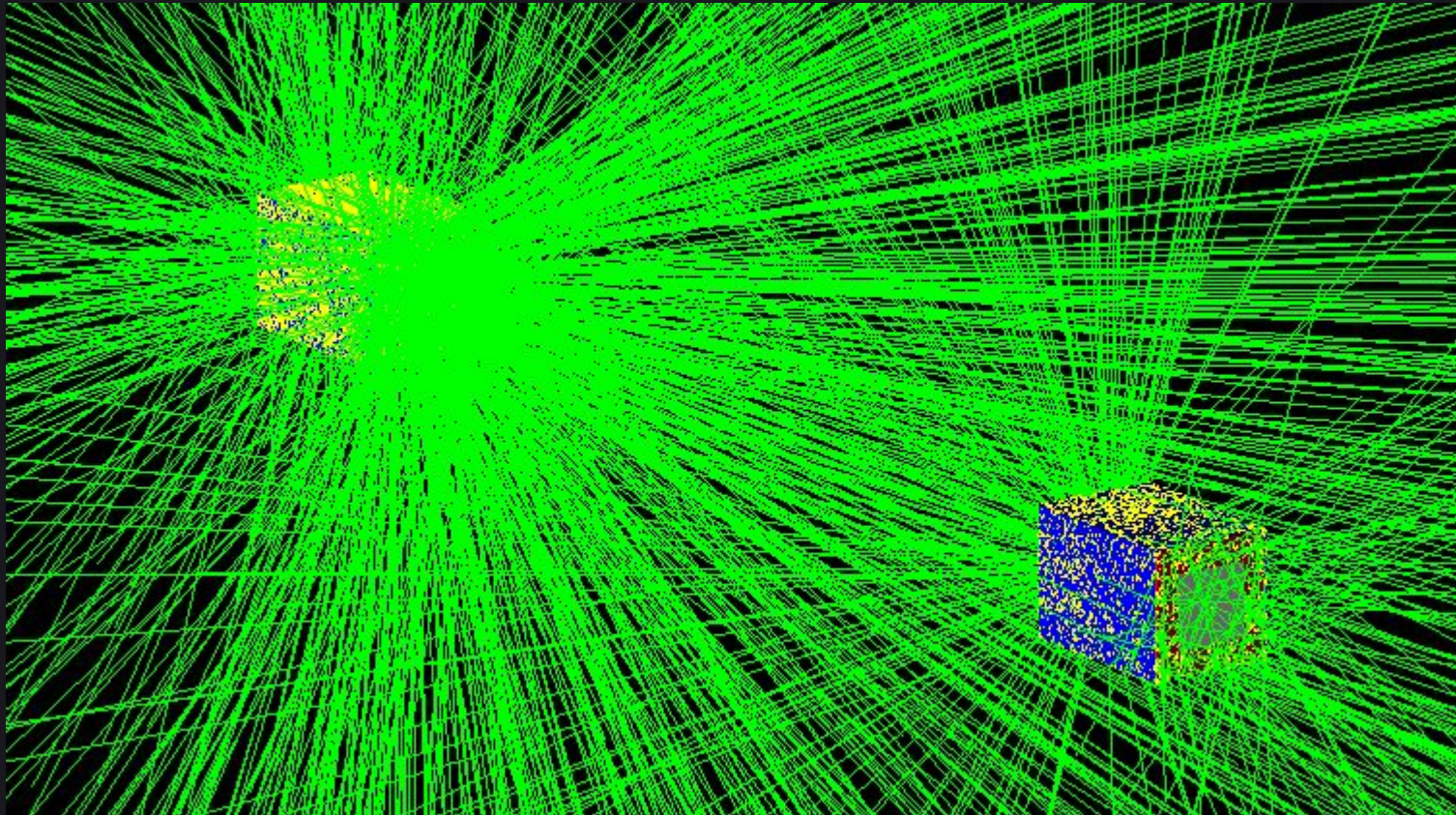


В данной работе используются SiPMы, для которых значение эффективности регистрации фотонов с длиной волны в области ниже 200 нм порядка 25%, что предположительно позволит реализовать малые времена высвечивания кристалла BaF2.

Эффективность регистрации



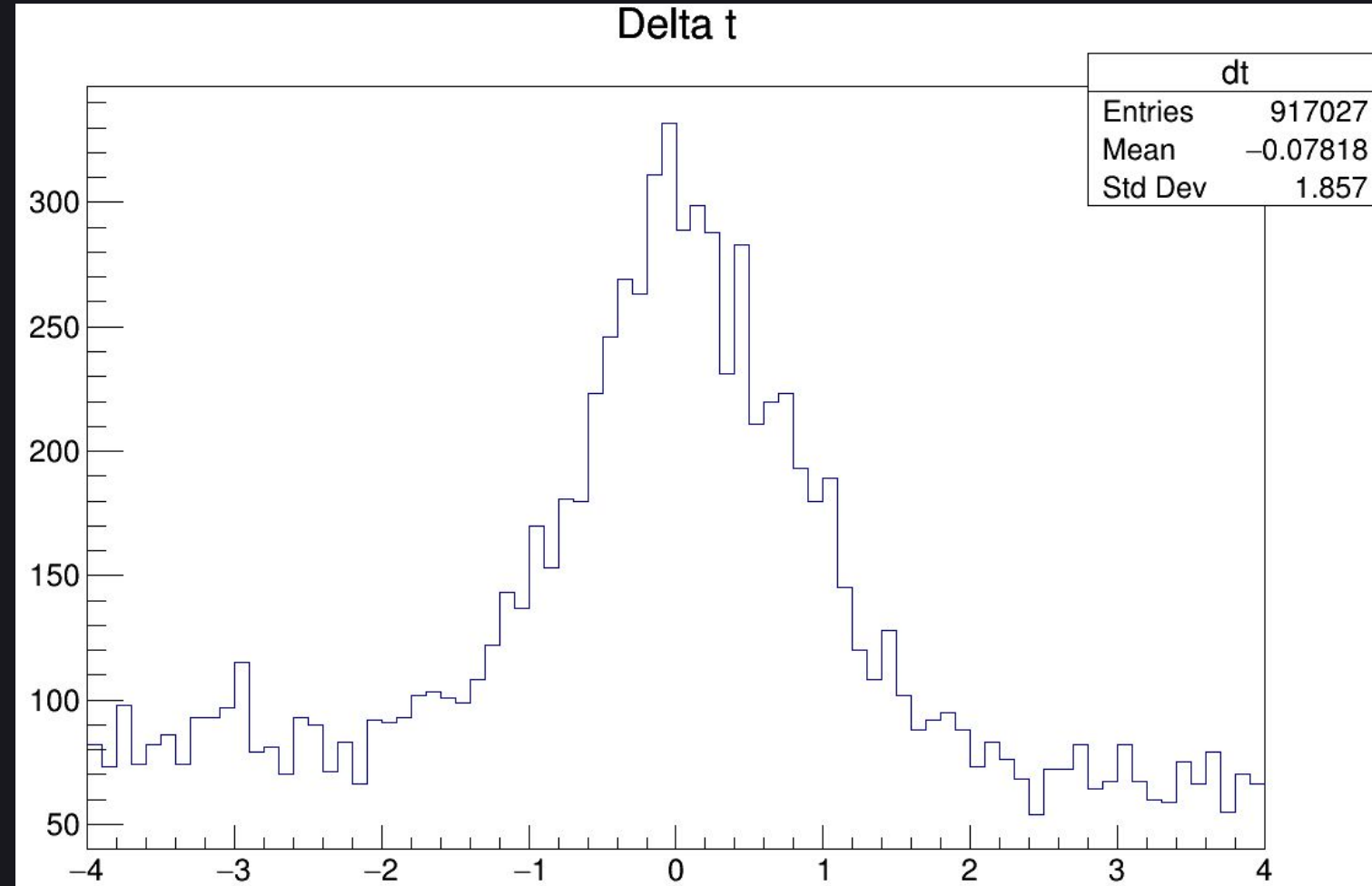
Два кристалла
BaF2 размерами
5мм × 5мм × 15мм.
К концам
кристаллов
вплотную
прилегают
кремниевые
фотоумножители
(SiPMы).



Источник частиц изначально располагался в центре между кристаллами. Далее он сначала двигался к одному кристаллу, затем к другому.

Результаты моделирования

Построены распределения разницы времени между приходами частиц на SiPMы для различных положений источника.



Распределение разницы времен

Плата xTDC4

xTDC4 – это time-to-digital преобразователь, в котором записываются временные метки переднего или заднего фронтов импульсов.

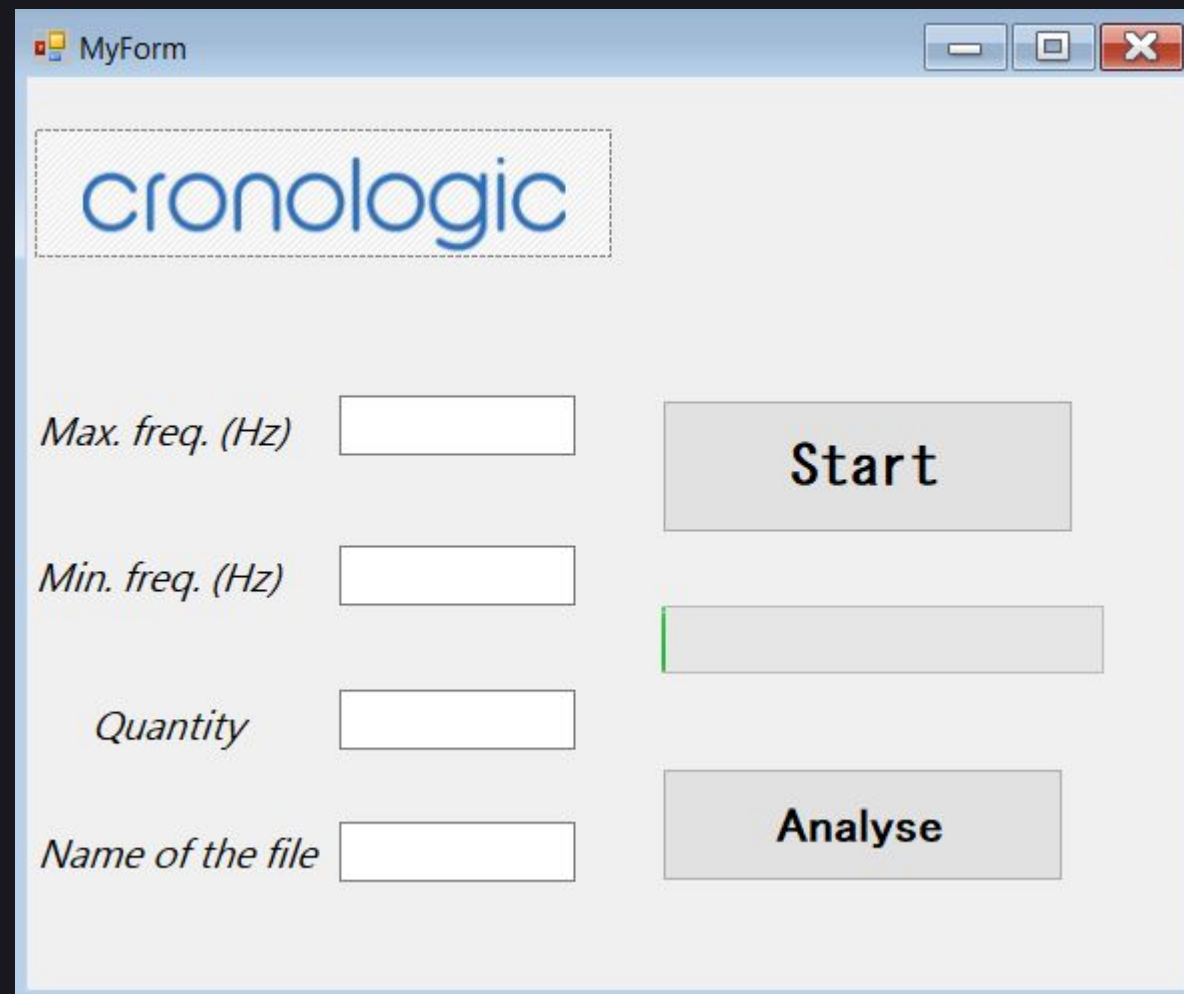
xTDC4 производит поток выходных пакетов, каждый из которых содержит временную задержку сигналов.



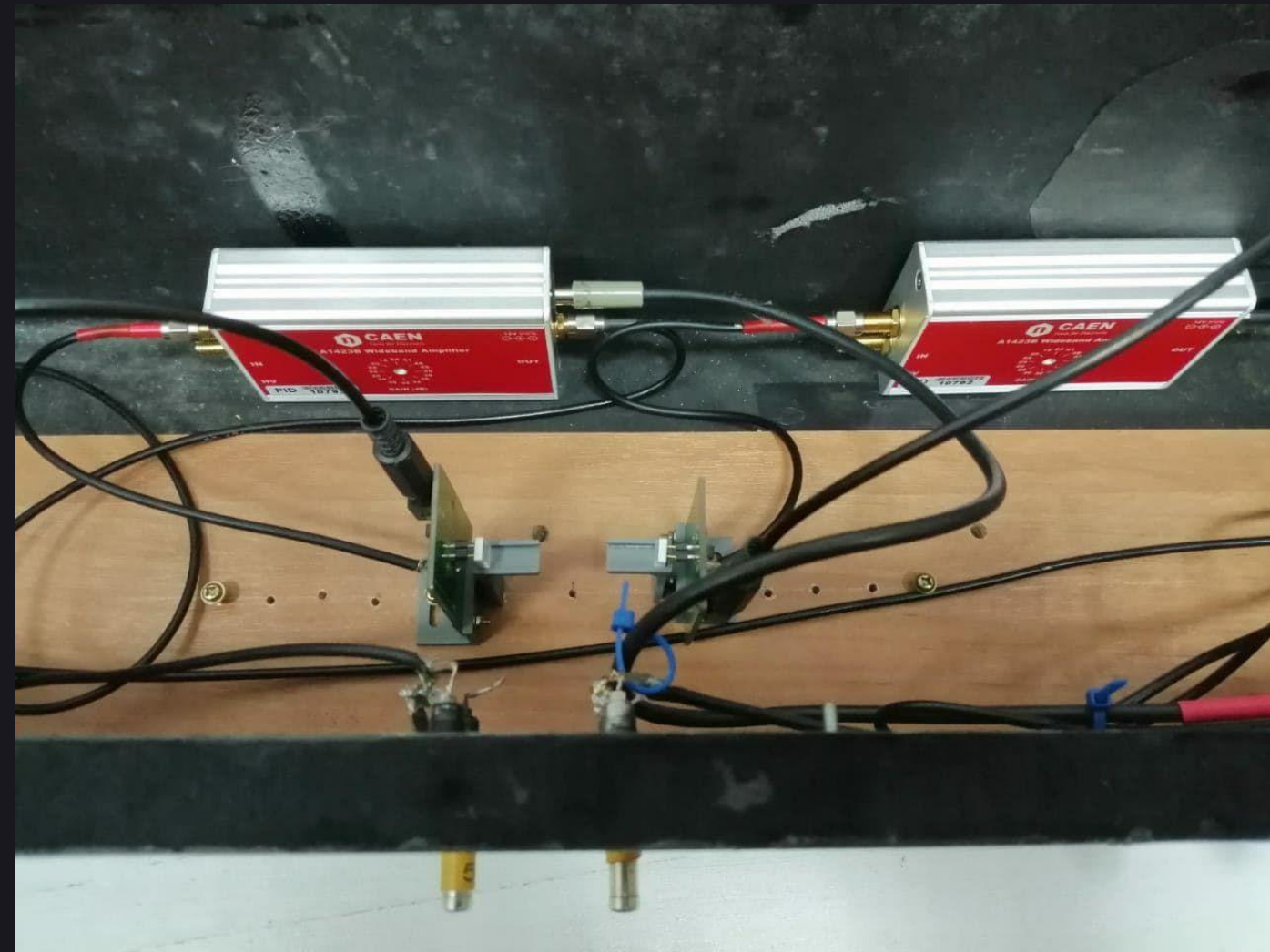
xTDC4

User Interface

Для работы с платой xTDC4 был разработан простой интерфейс, где вводятся необходимые данные. Для разработки использовался интерфейс Windows Forms.



The screenshot shows a Windows Forms application window titled "MyForm". The window contains a logo for "cronologic" at the top. Below the logo, there are four input fields with labels: "Max. freq. (Hz)", "Min. freq. (Hz)", "Quantity", and "Name of the file". To the right of these fields are two buttons: "Start" and "Analyse". There is also a horizontal bar with a green indicator on the left side, positioned between the "Min. freq. (Hz)" and "Quantity" fields.



Два смоделированных и распечатанных на 3D принтере “уголка”, к которым крепятся платы с SiPM, прикручиваются к доске.

На доске имеются отверстия с шагом в 1.5 см, для дальнейшего изменения расстояния между кристаллами.

Заключение

В ходе работы проведено Монте-Карло моделирование и получены данные, которые в дальнейшем могут быть сопоставимы с полученными экспериментально. В дальнейшем планируется доработать модель и получить большую статистику данных.

Также проведен ряд действий для подготовки экспериментальных измерений. Проведена работа по доработке программы для измерения с помощью платы xTDC4 и разработан простой User Interface для нее.

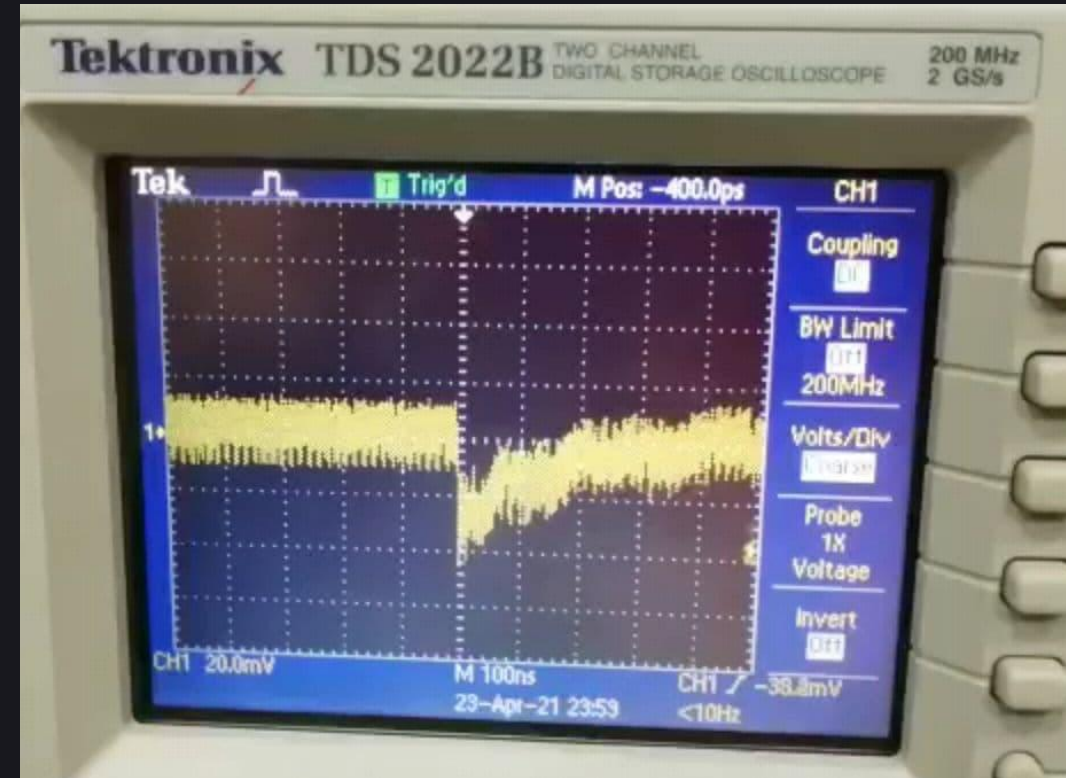
Собрана установка для проведения временных измерений сцинтиллятора ВаF2. В дальнейшем планируется провести измерения и сопоставить их с данными моделирования.

Спасибо за внимание

BACKUP

Первичная осциллограмма

На рисунке представлен сигнал с одной из плат, полученный при первичных измерениях. Видны сильные наводки, сигнал со второй платы отсутствовал.



УСТАНОВКА

