

Измерение характеристик экспериментальной установки с сцинтиллятором GAGG и кремниевыми фотоумножителями

Выполнил : Кандыбин Даниил Дмитриевич
Научный руководитель : Мачулин Игорь Николаевич
Консультант: Долганов Григорий Дмитриевич

Основные цели:

- Монте-Карло моделирование с помощью Geant4 взаимодействия аннигиляционных гамма-квантов с GAGG;
- Подготовка электроники для считывания сигнала с кремниевых фотоумножителей;
- Определение рабочего напряжения на кремниевых фотоумножителях
- В дальнейшем - создание прототипа ПЭТ-сканера.

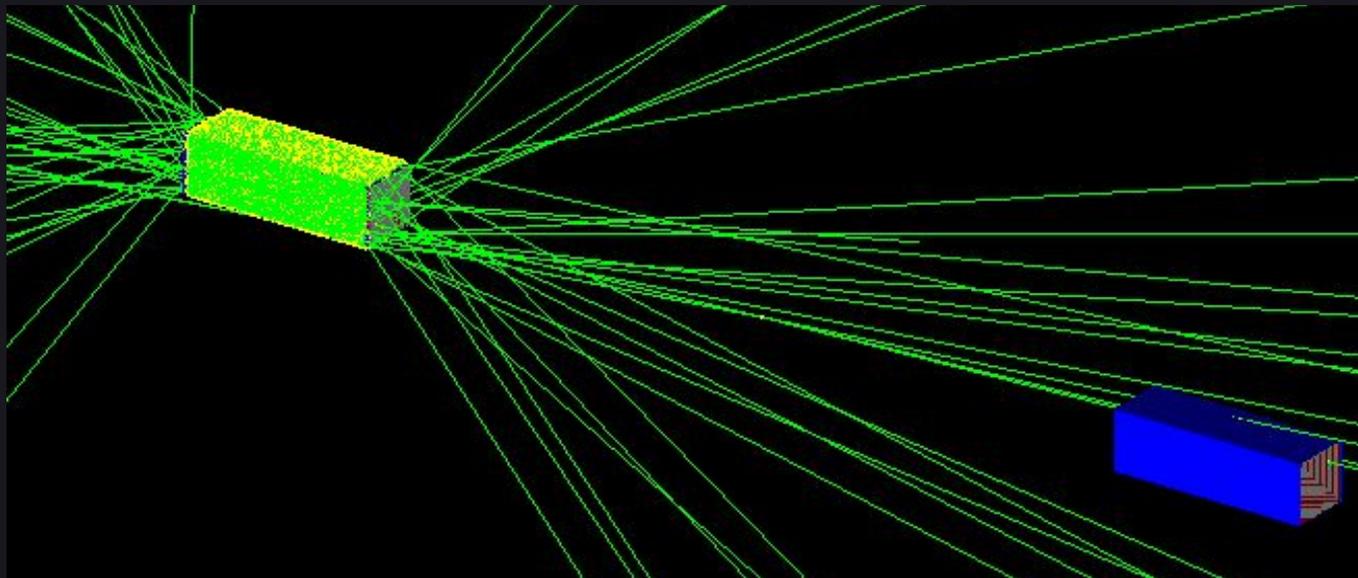
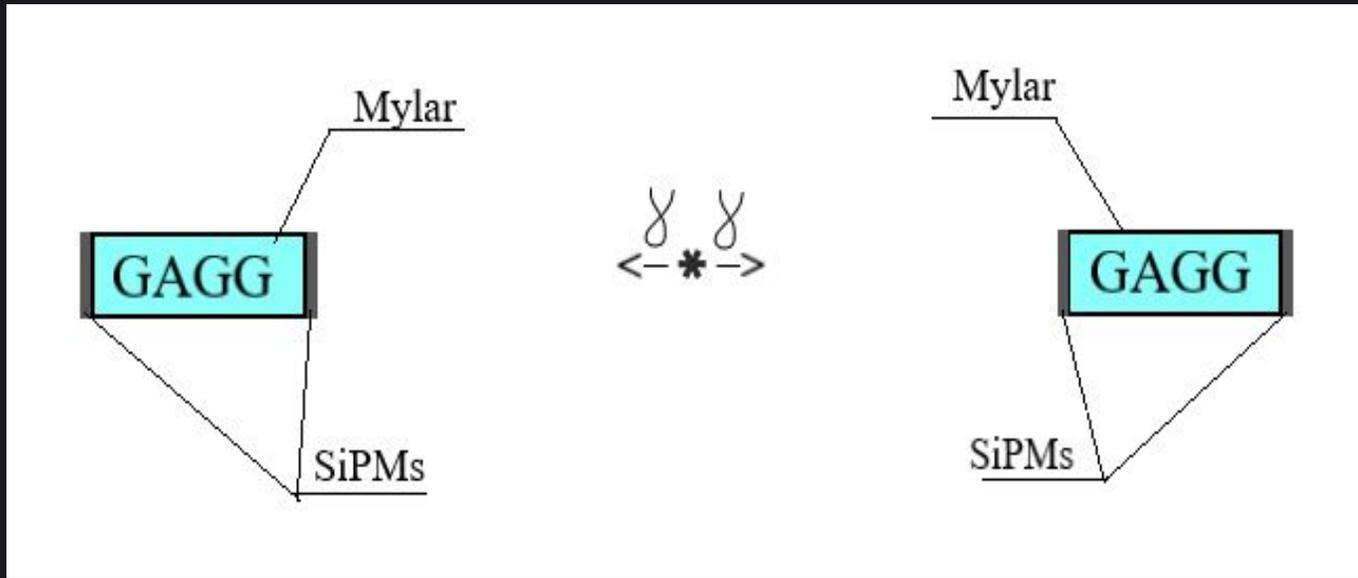
СЦИНТИЛЛЯТОРЫ

GAGG интересен для исследований,- так как обладает гораздо большим световыходом, в сравнении с аналогами.

	Световыход, фот./кэВ	Время высв., пс	Макс. длина волны, нм	Гигроскопичность	Плотность, г/см ³
GAGG	38	92	520	нет	6.68
BGO	8-10	300	480	нет	7.13
GSO	8-10	30-60	430	нет	6.7
LYSO	32	41	410	нет	7.15
NaI	38	250	415	да	3.67
CsI	41	630	420	да	4.51

Характеристики некоторых сцинтилляторов

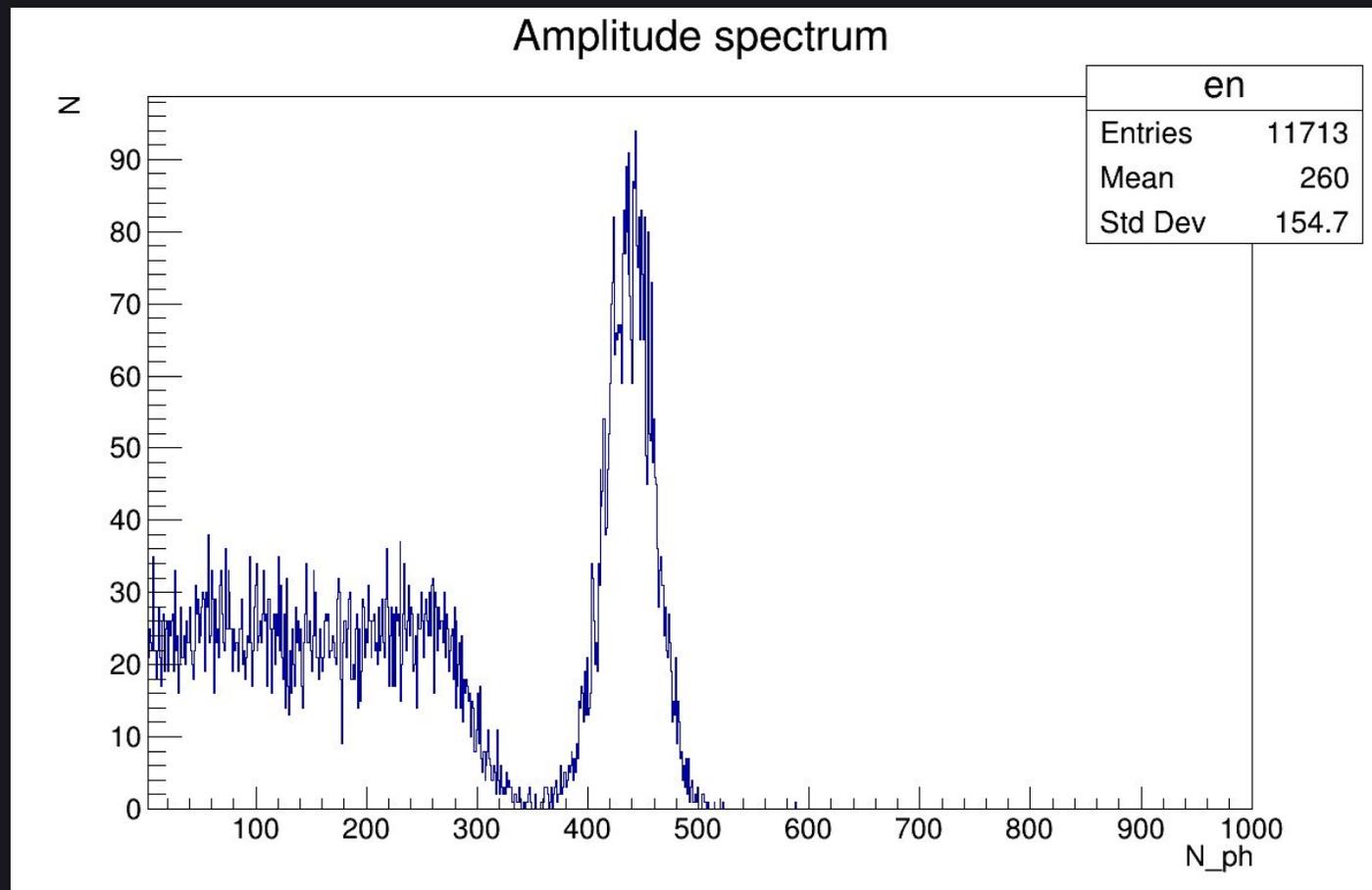
Моделирование в Geant4



Два кристалла GAGG размерами 3мм × 3мм × 20мм. К концам кристаллов с двух сторон вплотную прилегают кремниевые фотоумножители (SiPMы).

Результаты моделирования

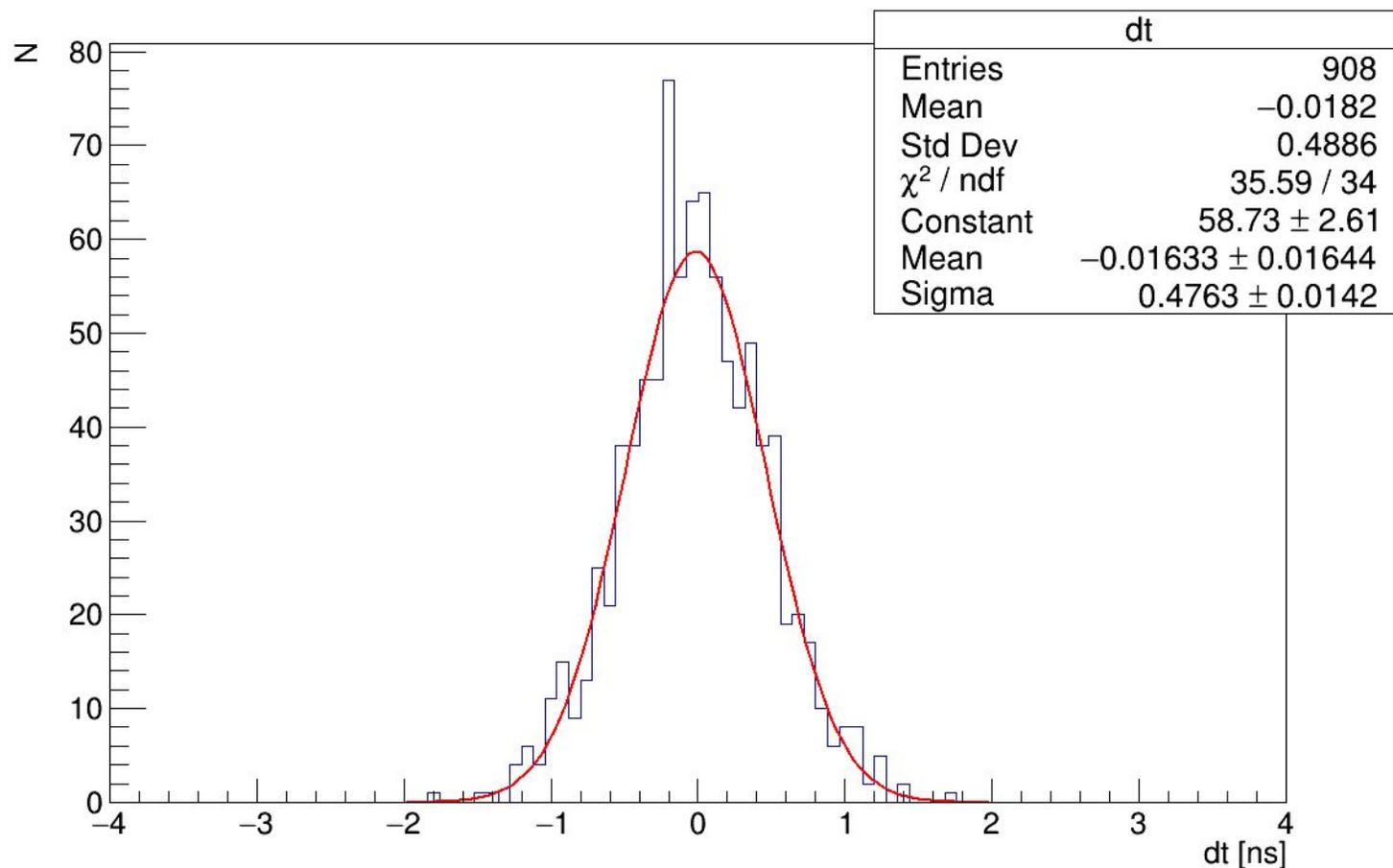
Для корректного определения временного разрешения необходимо сделать отбор событий по энергии.



Амплитудный спектр аннигиляционных фотонов

Результаты моделирования

The difference between arrival times in SiPMs

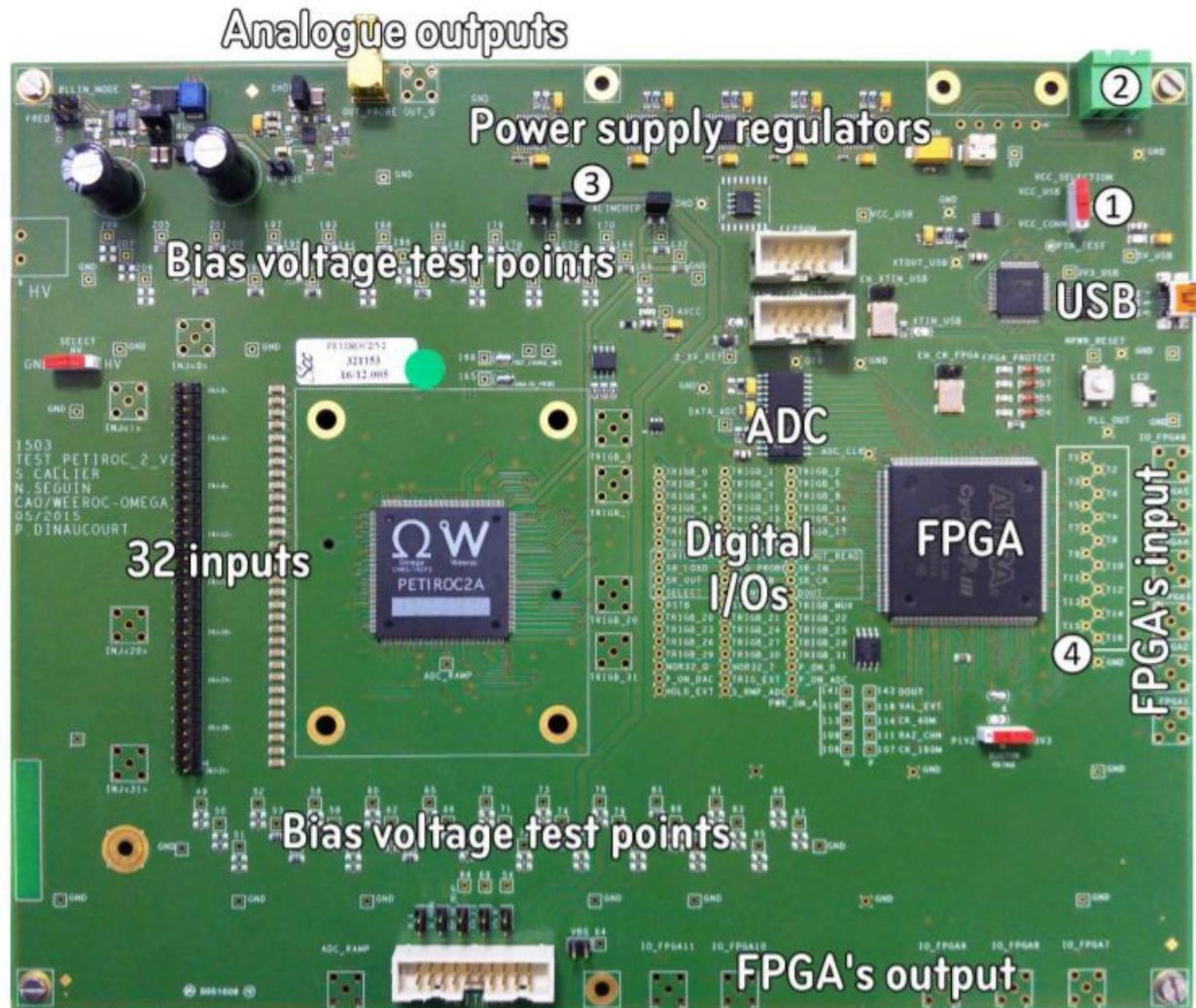


Оценено значение
временного разрешения,
которое равно ширине
распределения на
полувысоте:

$$\Delta t = 1.12 \pm 0.03 \text{ нс}$$

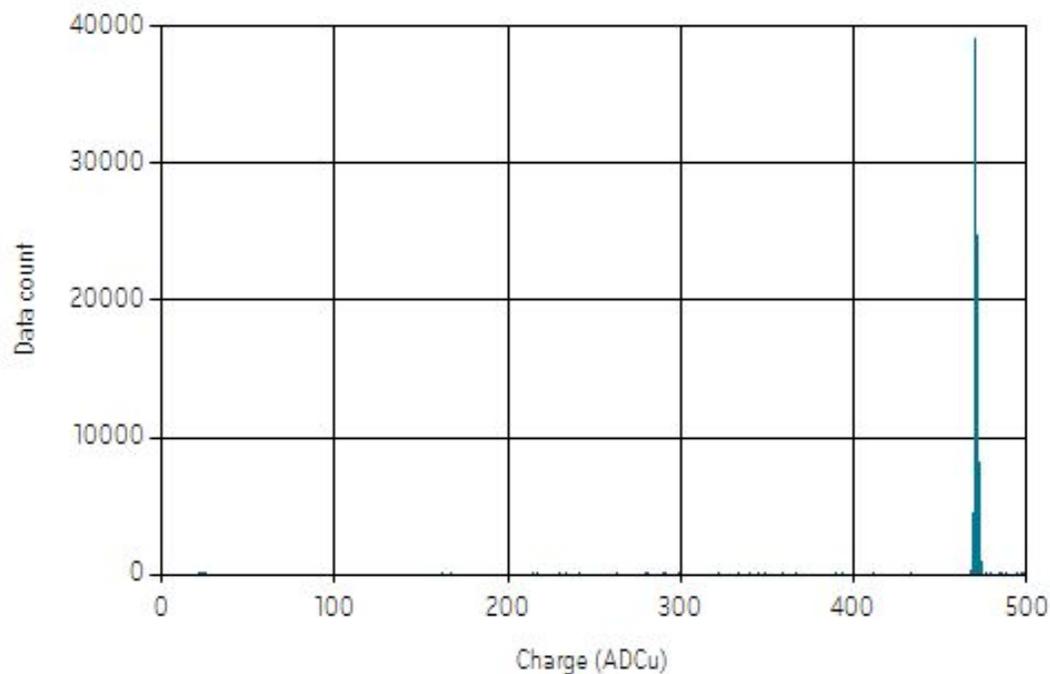
Распределение разницы времен прилета

Оборудование

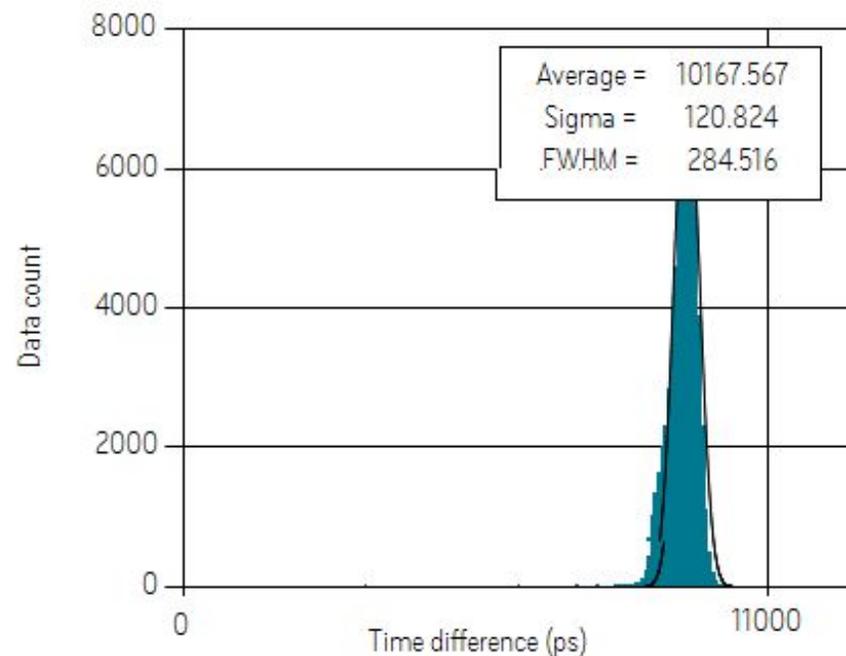


Для считывания сигналов с SiPMов использовалась плата Petiros2A, имеющая 32 входных канала.

Тестирование каналов Petros2A



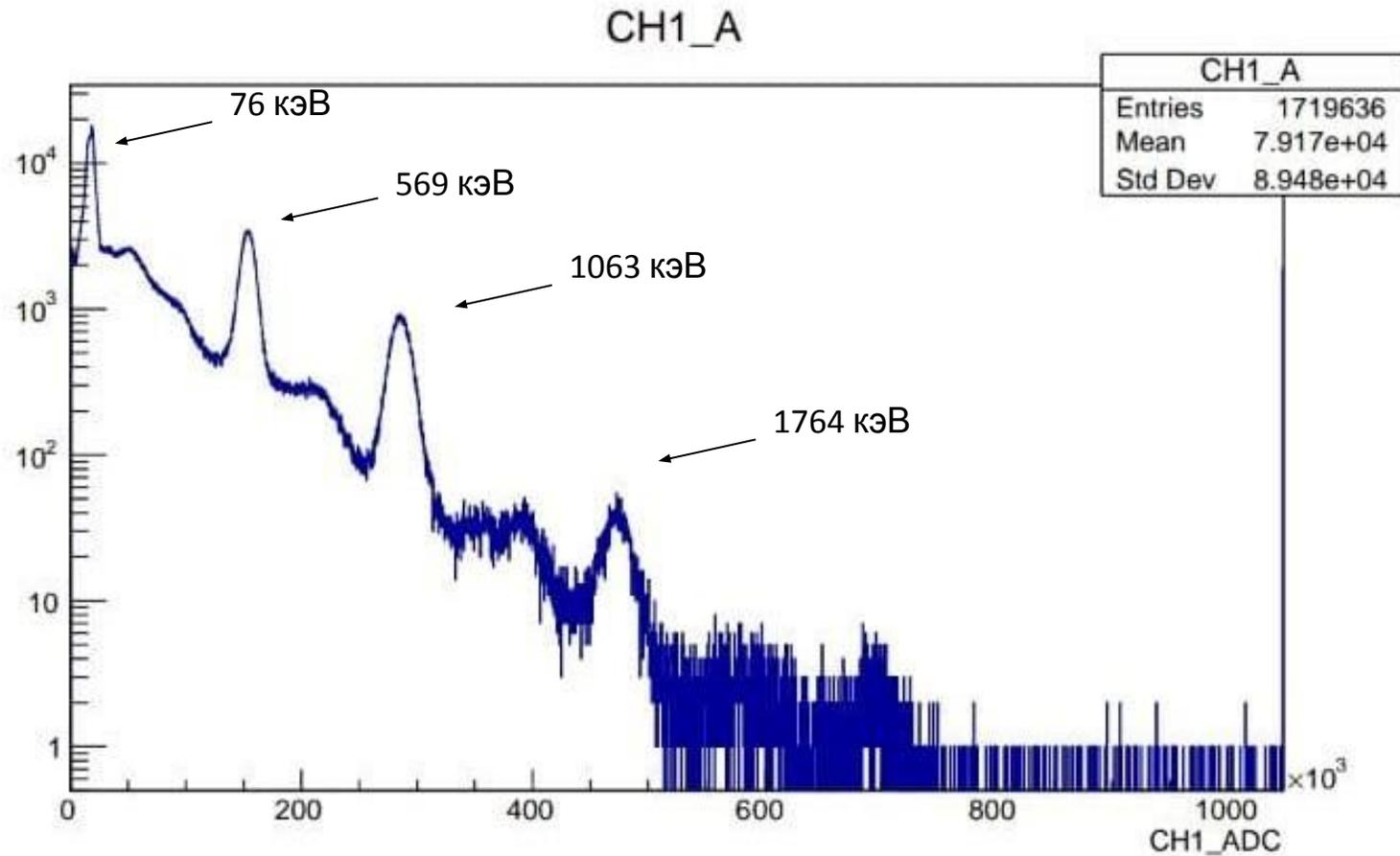
**Амплитудный спектр
генераторного сигнала**



**Разница времен прихода сигналов на двух
каналах**

Для проверки работоспособности всех каналов, подавался сигнал с генератора на два канала, далее один из них менялся, а другой использовался в качестве канала для измерения совпадений.

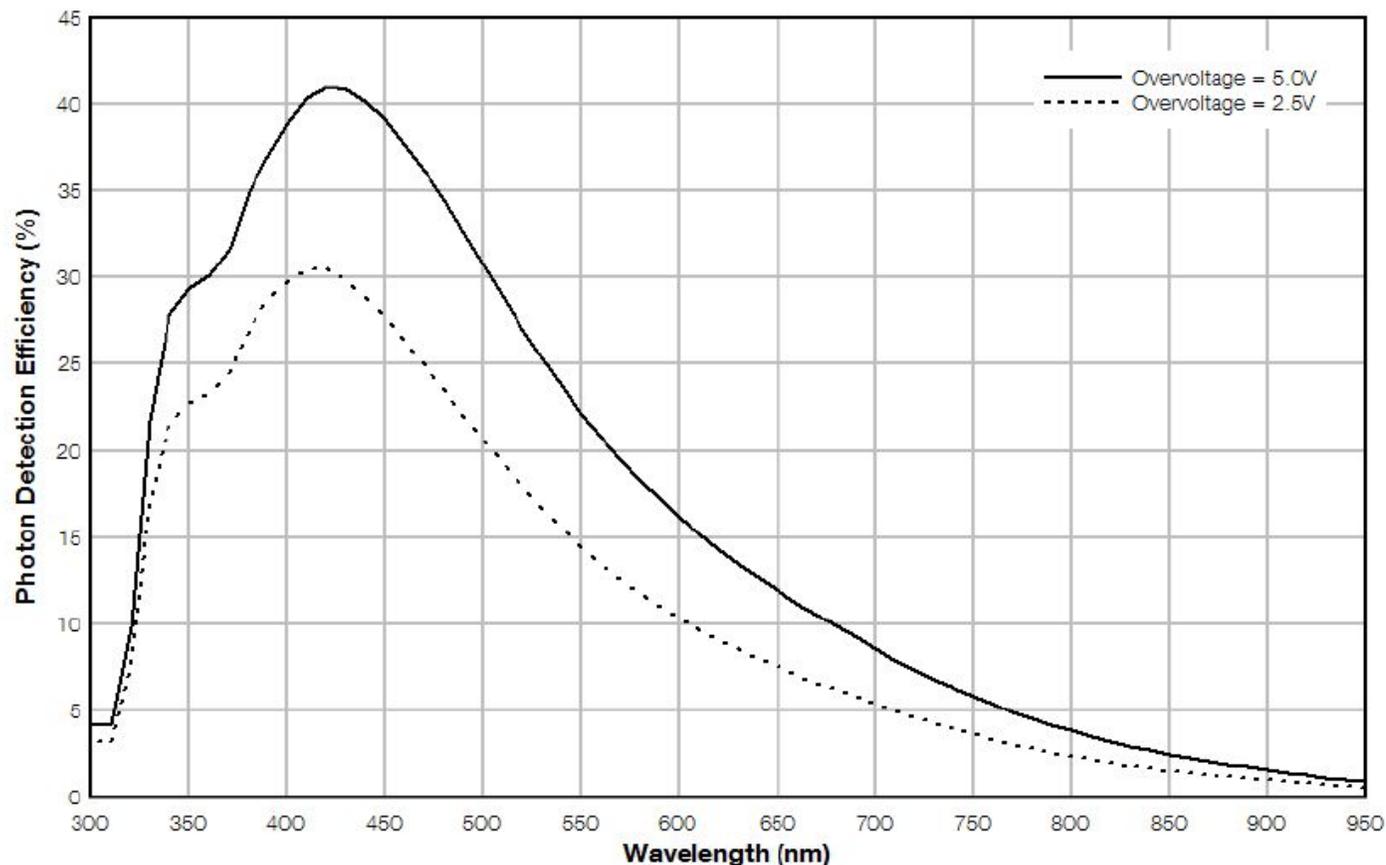
Спектр Вi



The energy values of ^{207}Bi are as follows:

1st Peak: 569.194 KeV, **2nd Peak:** 1063.1 KeV, **3rd Peak:** 1763.58 KeV

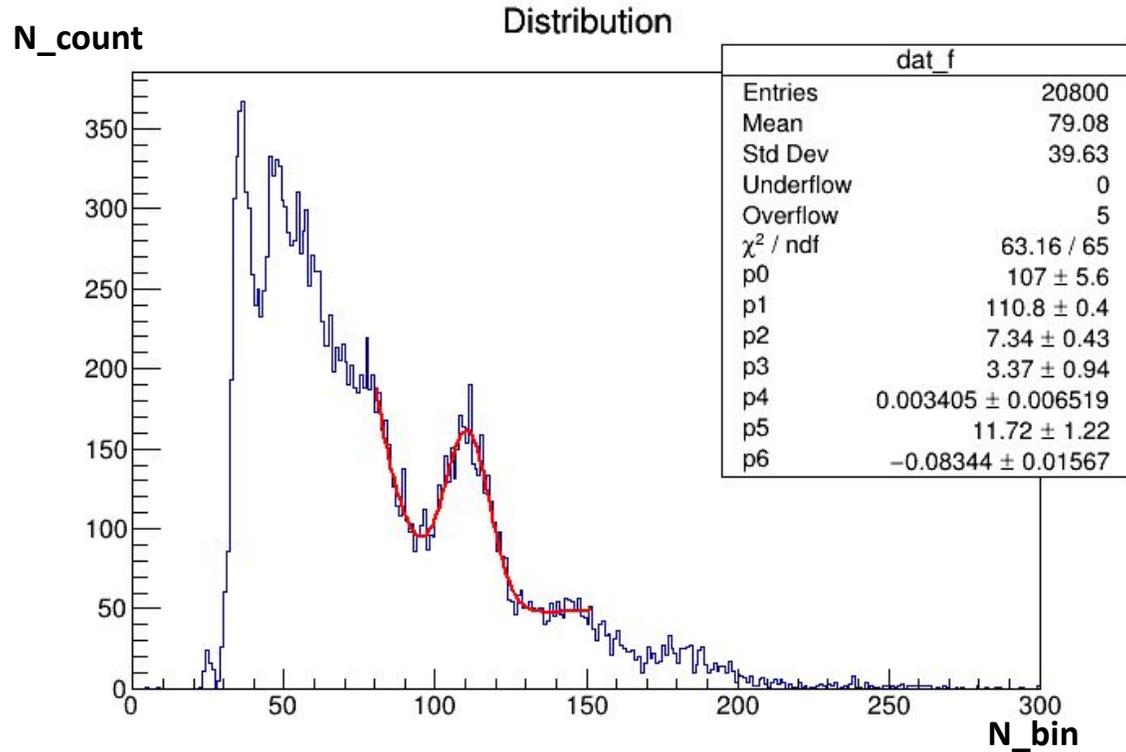
SiPM MicroFC-30035-SMT



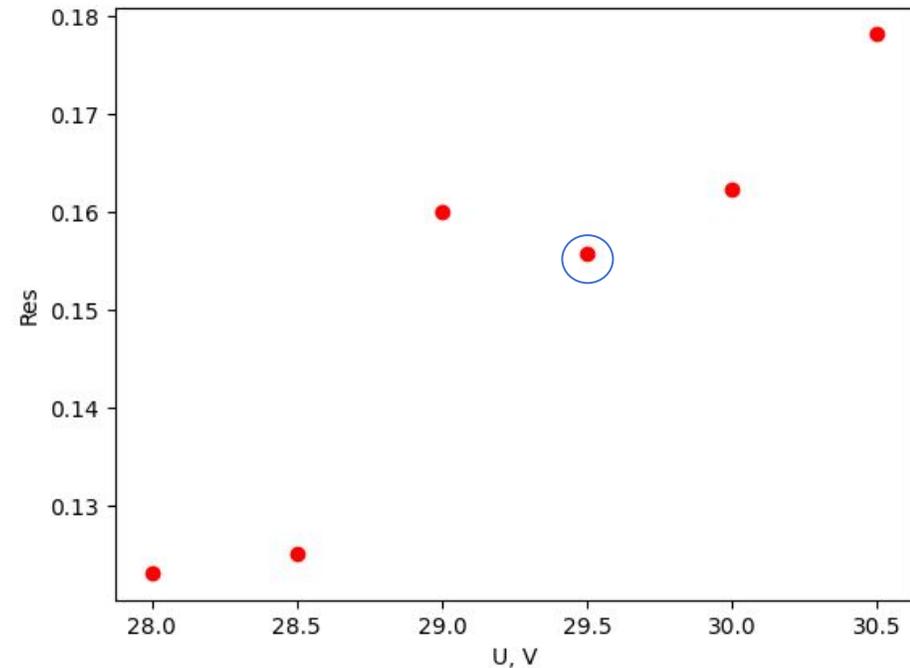
**Эффективность регистрации
используемых SiPMов**

- Основные характеристики:
- Пробойное напряжение: 24.5 В
 - Макс. перенапряжение: 5 В
 - Макс. спектр. диапазона: 420 нм

Рабочая точка SiPMов



Измеренный спектр висмута



Зависимость относительного энергетического разрешения от напряжения на SiPMax

Для определения рабочей точки SiPMов в качестве источника излучения использовался изотоп висмута Bi-207.

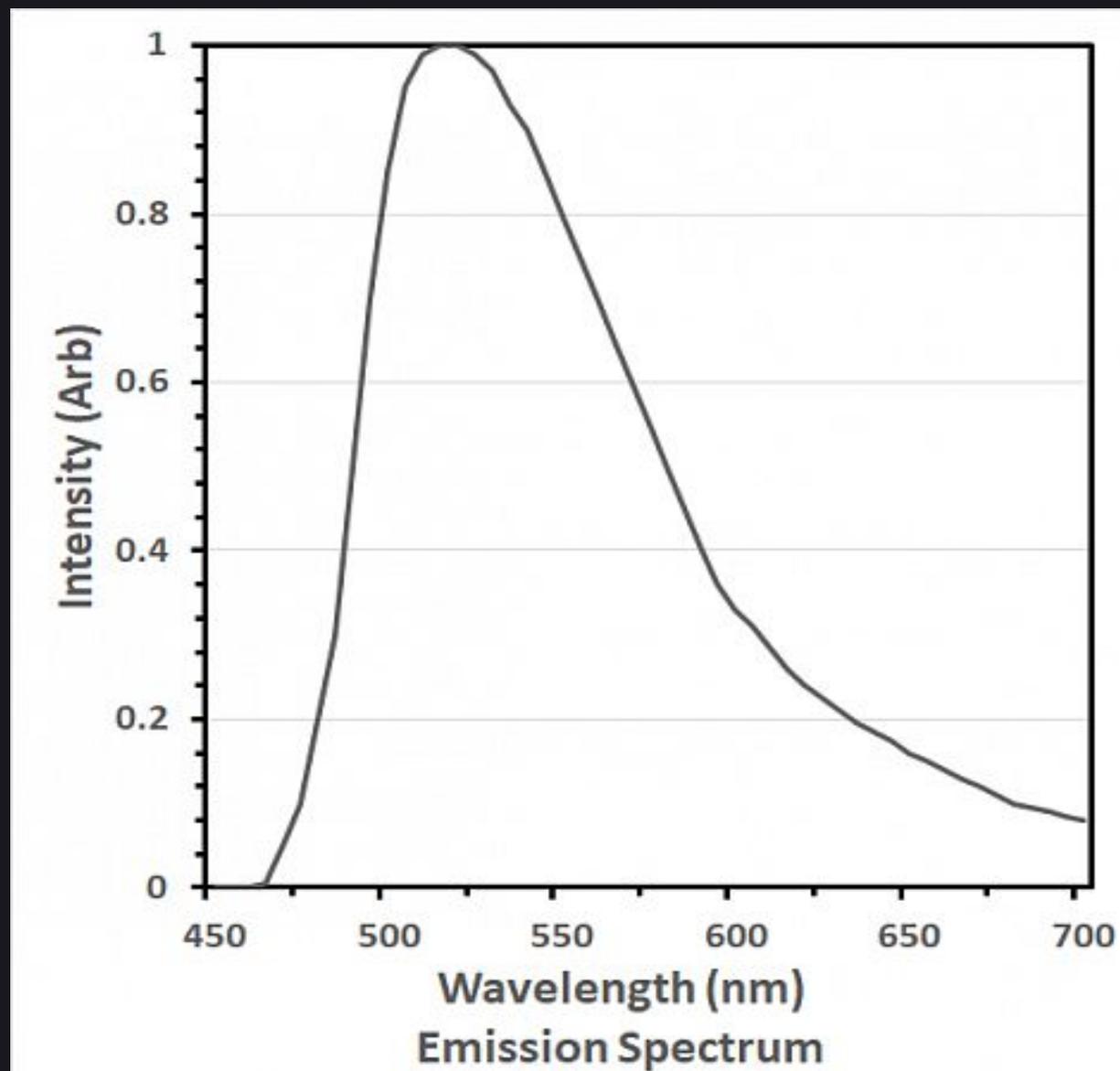
- Проведено моделирование сцинтилляторов GAGG с SiPMами с помощью Geant4;
- Оценено временное разрешение кристаллов:
 $\Delta t = 1.11 \pm 0.02$ нс;
- Получены данные о каналах платы;
- Снята зависимость относительного энергетического разрешения от напряжения на SiPM.

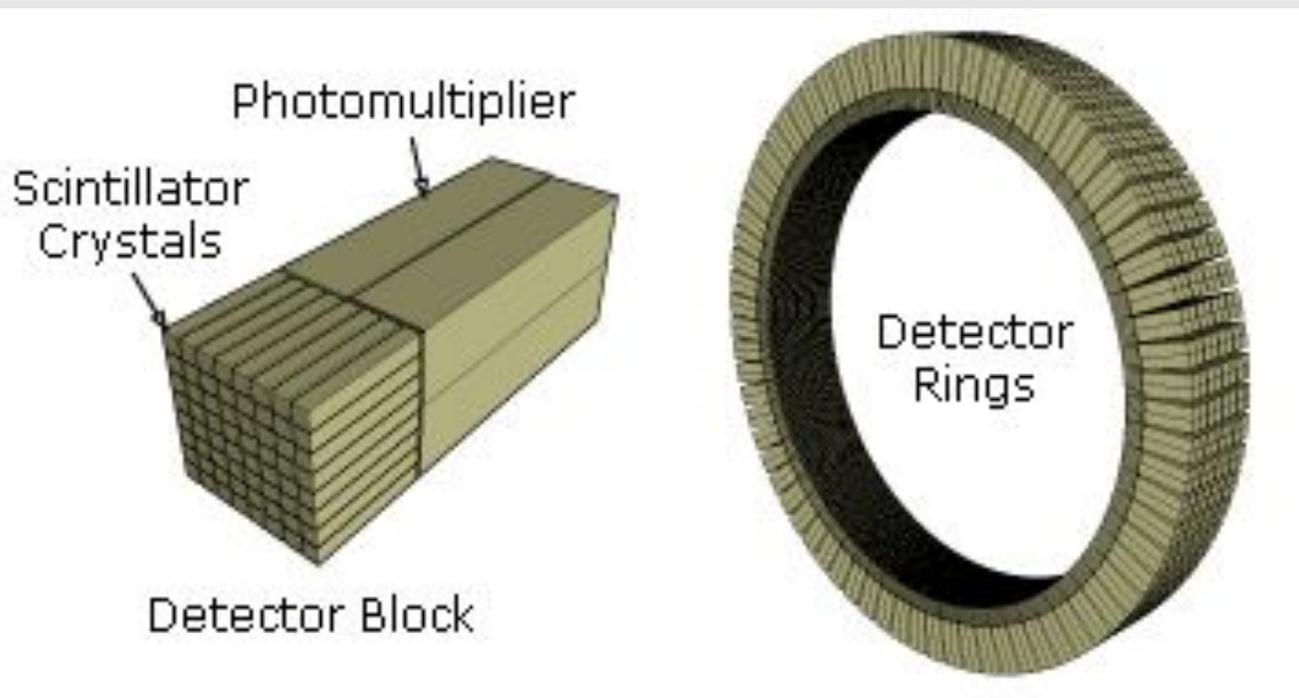
В дальнейшем необходимо обнаружить причину проблемности одного из каналов, причины некорректных данных при определении рабочего напряжения и в перспективе собрать прототип пэт.

Спасибо за внимание

BACKUP

Спектр GAGG





ПЭТ-сканер представляет из себя кольцо сцинтилляционных детекторов, которые представляют собой комбинацию сцинтиллятора и фотоумножителя.

Регистрируются два гамма-кванта, которые участвовали в акте аннигиляции.

Во время пролётом варианте ПЭТ – TOF PET, измеряется различие во времени между прибытием совпадающих фотонов в пару детекторов.