

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ
ДВУХКАНАЛЬНОЙ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОЙ
ДЕТЕКТОРНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ
КРЕМНИЕВЫХ ФОТОУМНОЖИТЕЛЕЙ.

Работу выполнил студент: Талалай К.А.

Научный руководитель: Бойко Н.С.



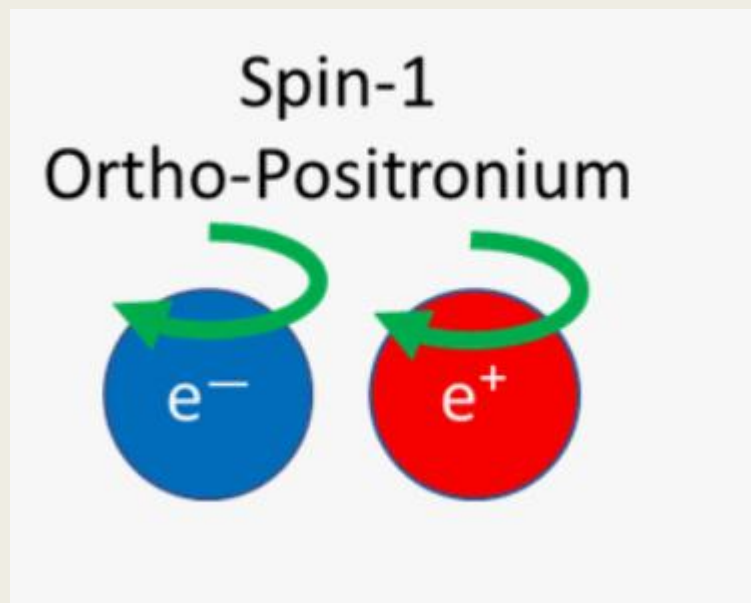
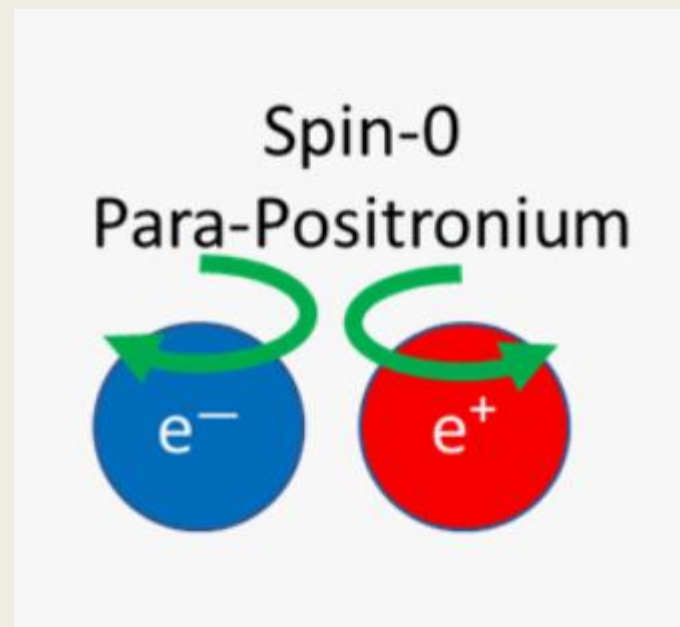
Актуальность

Детекторная система, над которой мы работаем направлена на изучение состава вещества для измерения времени жизни позитрония методом позитронно-аннигиляционной спектроскопии.

Позитроний — связанная квантовомеханическая система, состоящая из электрона и позитрона, которая в вакууме аннигилирует с определенным дискретным временем: o-Ps составляет 142 нс, а p-Ps 125 пкс. Но в материале время жизни o-Ps значительно сокращается: Pick-off аннигиляция и спин-обменное взаимодействие

Метод изменения времен жизни в зависимости от материала – суть позитронно-аннигиляционной спектроскопии. Нам нужен детектор с наилучшим времен разрешением, какого мы можем добиться

Для того, чтобы измерять времена жизни позитрония, нам нужно собрать детектор с наилучшим временным разрешением (~170 пс).



Цель и задачи

Цель: Измерение временного разрешения двухканальной сцинтиляционной детекторной системы на основе кремниевых фотоумножителей.

Задачи:

- 1 Сборка экспериментальной установки на основе двух кремниевых фотоумножителей и полистирольного сцинтиляционного световода;
2. Проведение калибровки экспериментальной установки и системы регистрации сигналов;
3. Измерение разности времен прихода сигналов с двух фотоприемников и определение временного разрешения системы;
4. Оценка пространственного разрешения координаты взаимодействия частицы по разности времен регистрации сигналов при помощи ВЦП.

Схема экспериментальной установки

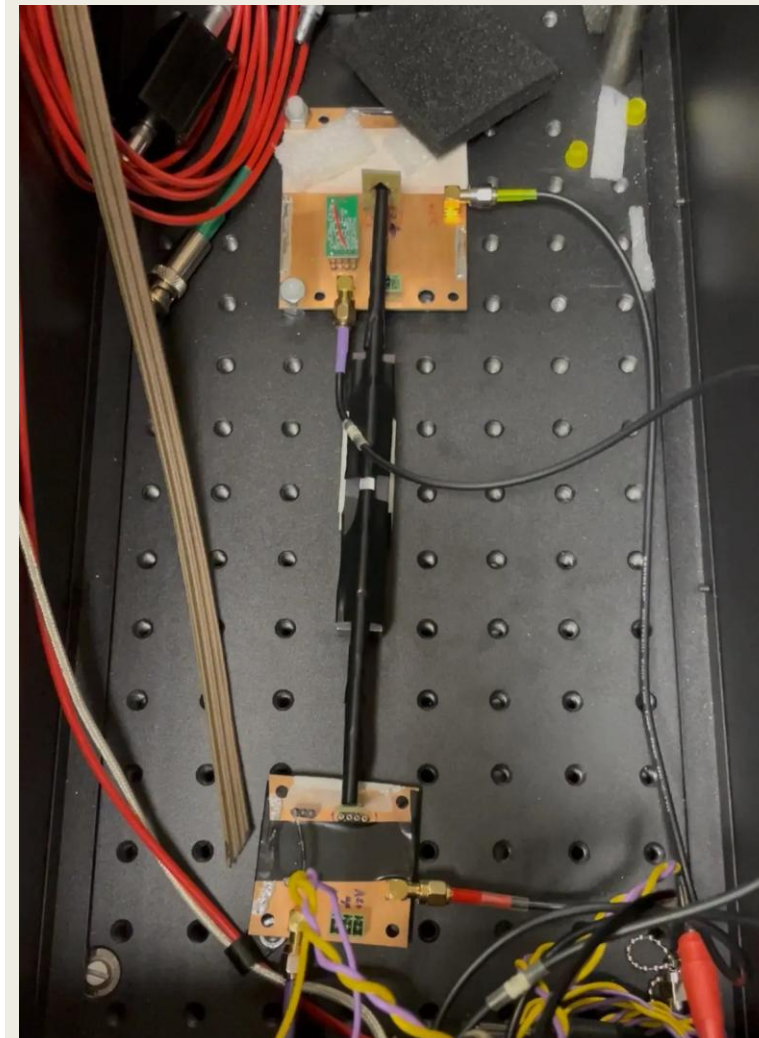
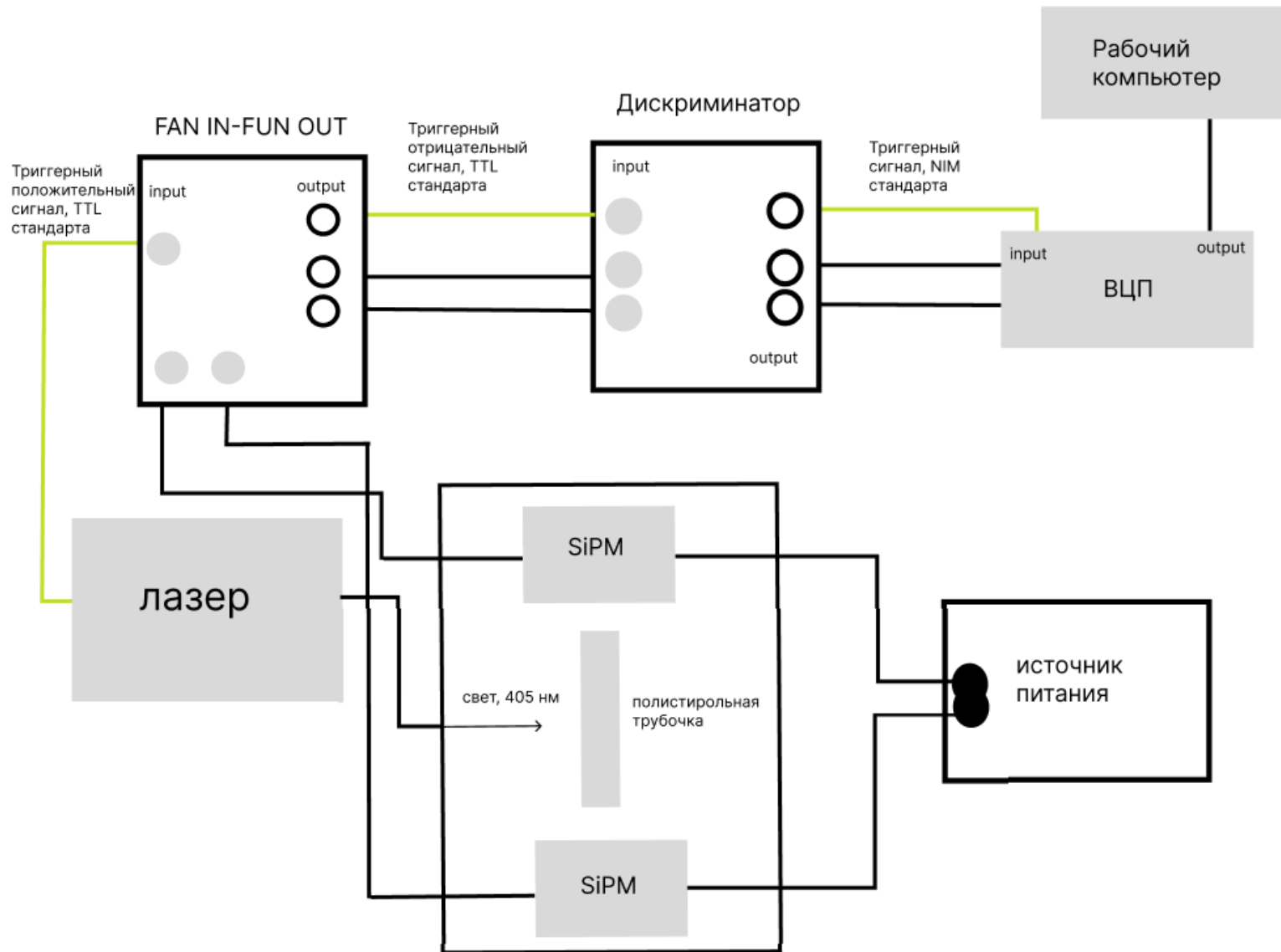


График зависимости математического ожидания от положения источника света, SiPM

положение источника света и mean

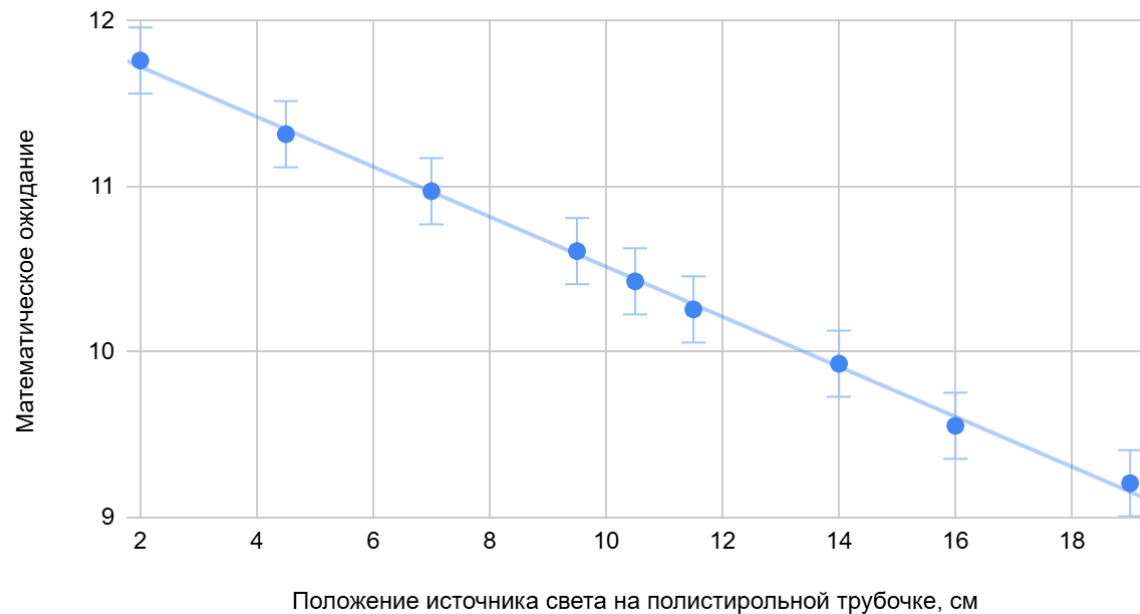
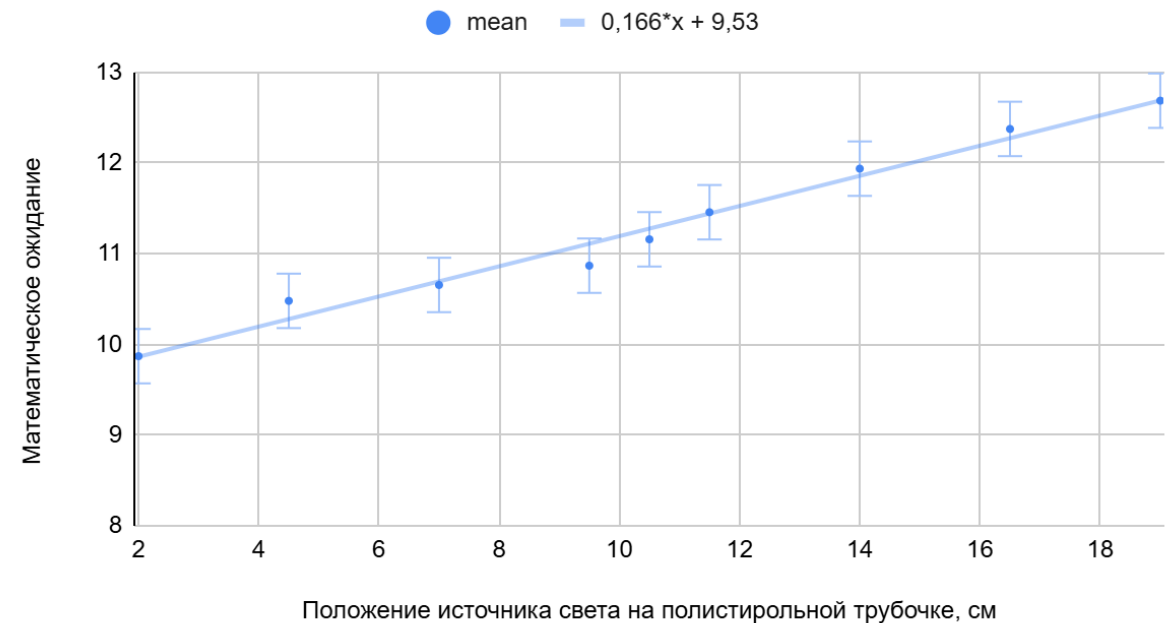


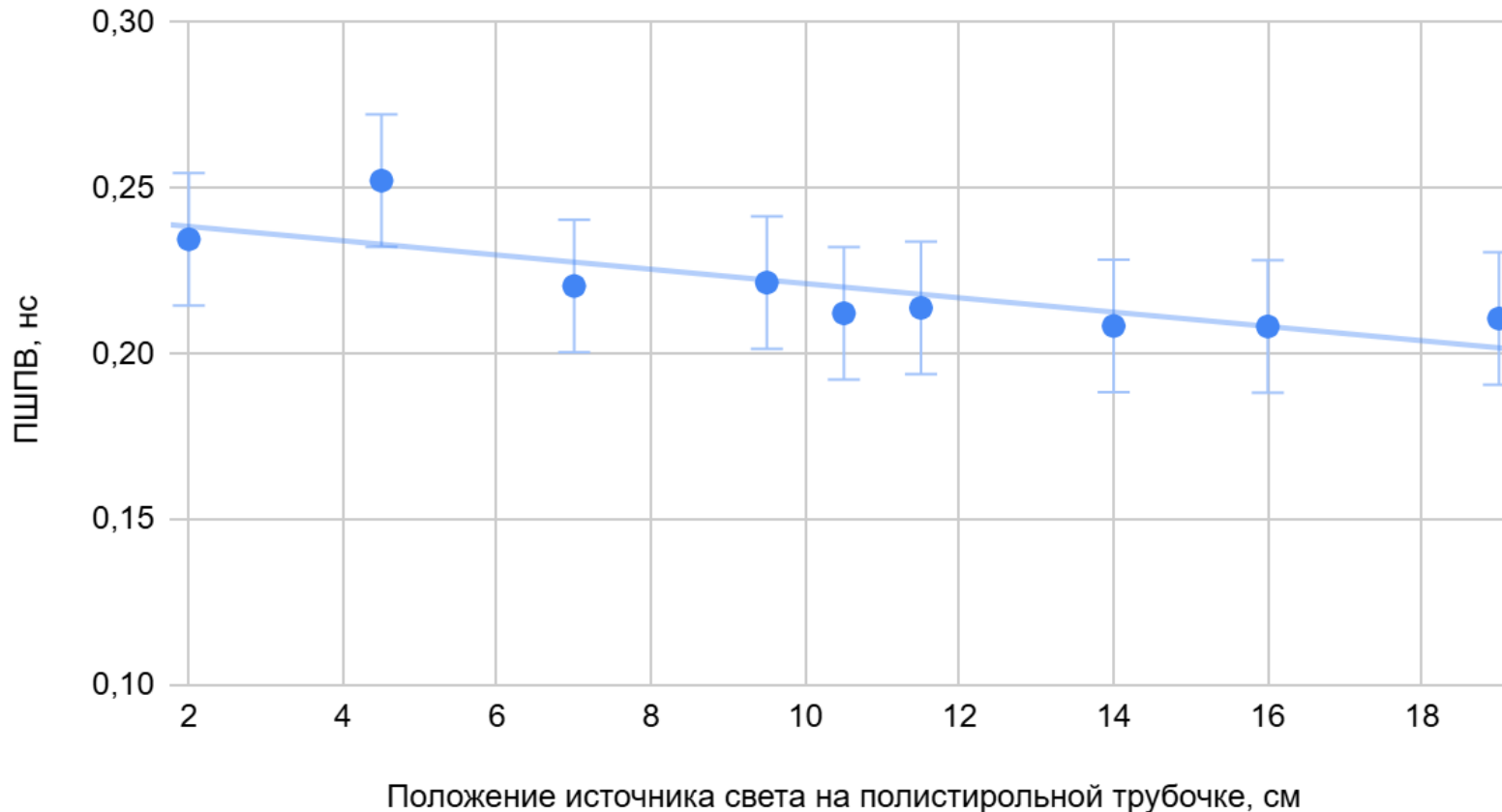
График зависимости математического ожидания от положения источника света, ФЭУ МКП

PMT-MCP 30



ПШПВ - полная ширина на половине высоты

ПШПВ и положение источника света



ПШПВ_{ср} = 220пс,
ПШПВ_{мах.откл} = 252пс,
ПШПВ_{лучш} = 208 пс,
Разлет составляет 44пс
R = 21см
R - пространственное разрешение,
ПШПВ МКП_{лучш} = 100пс,

Вклад в ПШПВ внесли:
Источник света ~ 2 %
ВЦП ~ 4%
SiPM ~ 45%

Эксперимент был проведен впервые. На полистирольной трубке неравномерно были открыты сечения, а также установка была неустойчива. Это все внесло большой вклад на разброс значений временного разрешения

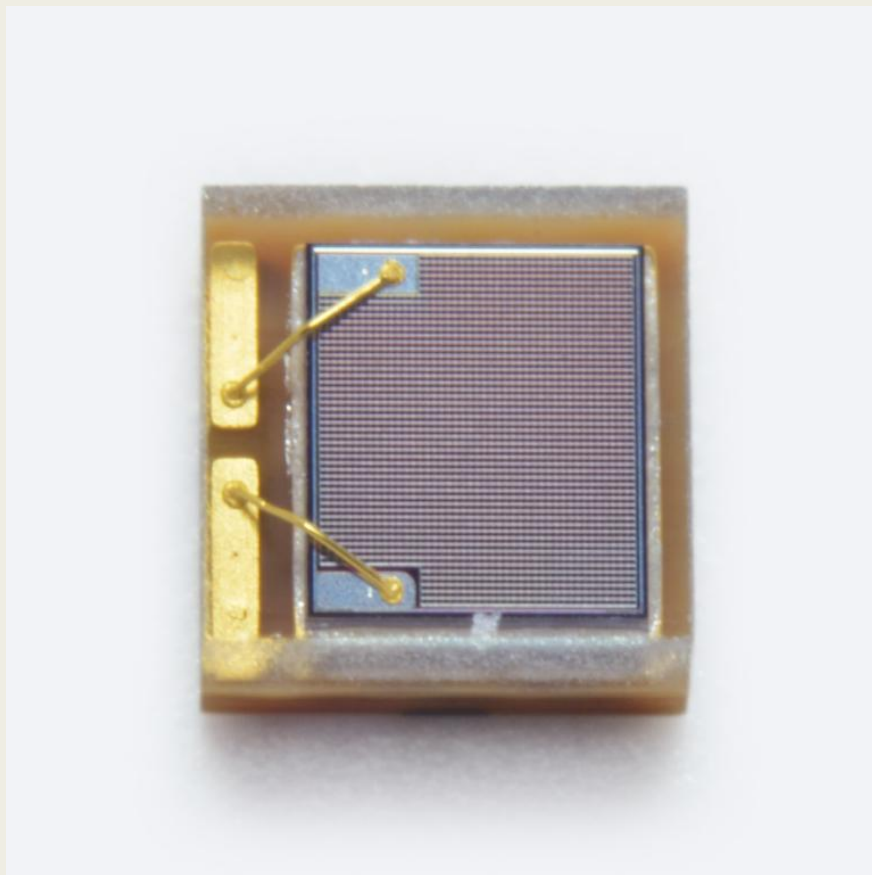
Заключение

- Собрана экспериментальная установка,
- Проведена калибровка экспериментальной установки и системы регистрации сигналов;
- Была измерена разность времен прихода сигналов с двух фотоприемников и вычислен временное и пространственное разрешение. При первых экспериментах было получено временное разрешение: $\text{ПШПВ}_{\text{ср}} = 220\text{пс}$
- Получили пространственное разрешения координаты взаимодействия частицы по разности времен регистрации сигналов при помощи ВЦП: $R = 21\text{см}$

Как считалось ПШПВ?

$$\text{ПШПВ} = \sigma * 2,335/\sqrt{2}$$

SiPM



SiPM

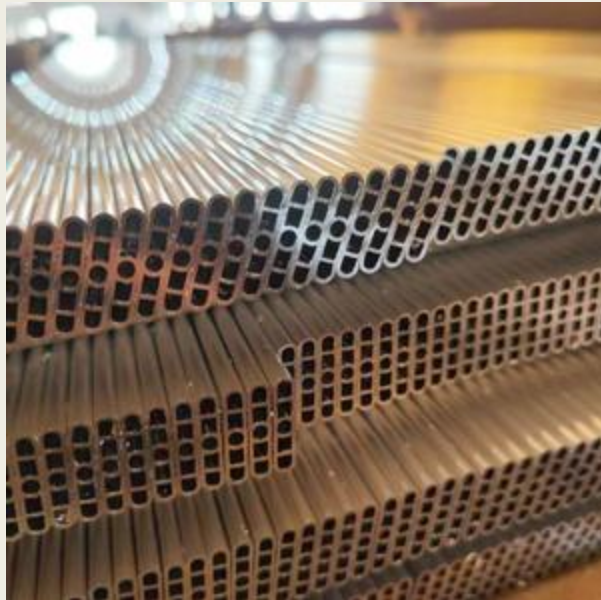
Преимущества:

- Разрешение на уровне отдельных фотонов,
- Небольшое рабочее напряжение,
- Нечувствительность к внешним магнитным полям,
- Хорошее временное разрешение.

Недостатки:

- Температурная чувствительность
- Перекрестные помехи, послеимпульсы
- Малая фоточувствительная площадь.

МКП



МКП

Преимущества:

- Высокое пространственное и временное разрешение
- Большой коэффициент усиления
- Хорошее временное разрешение.

Недостатки:

- Невозможность работы в воздушной среде
- Невозможность работы в магнитных полях.