



Мюонный телескоп для проведения тестирования элементов сцинтилляционного детектора BBC для эксперимента SPD

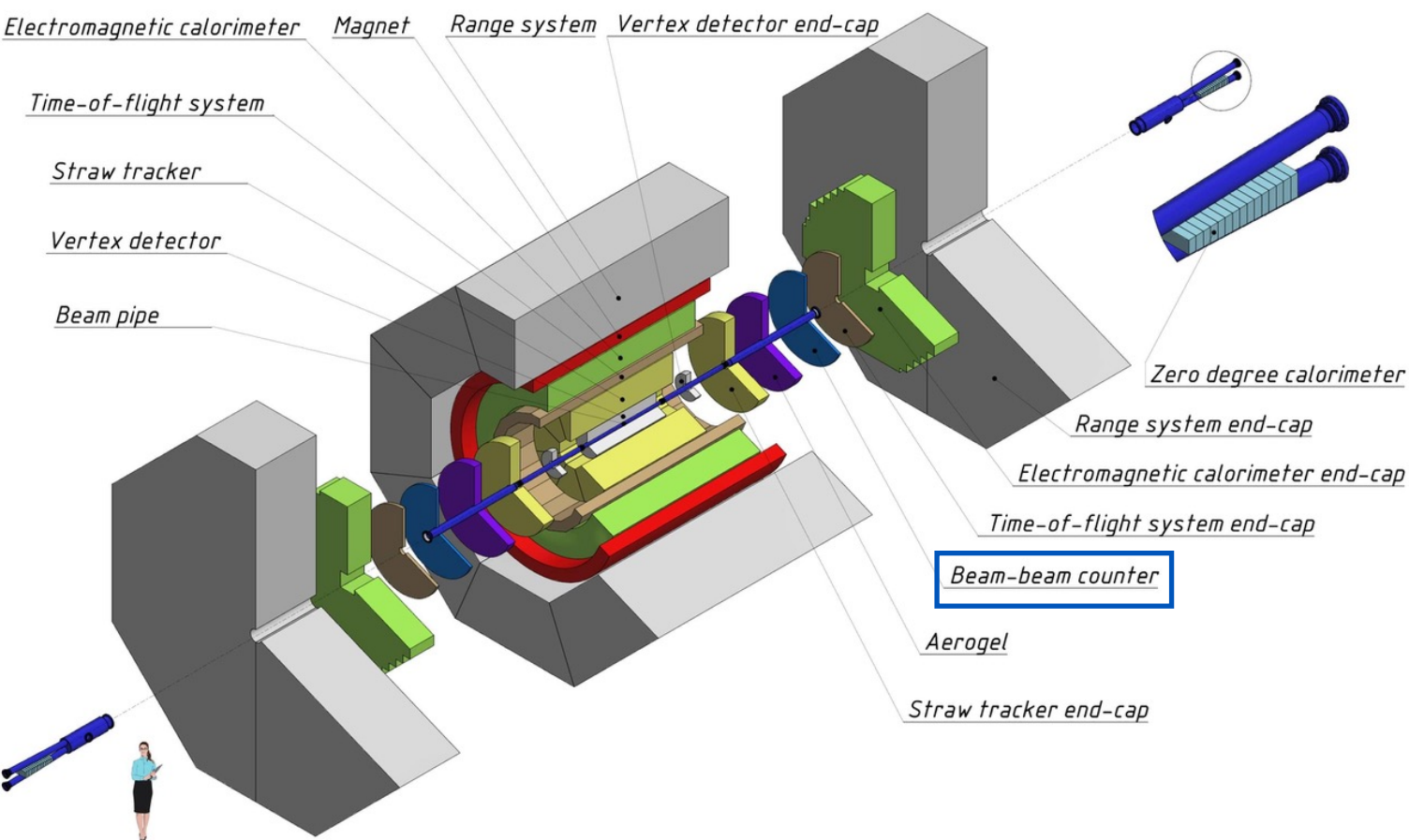
Научный руководитель: П.Е. Тетерин
к.ф.-м.н., доц.

Студентка: К.А. Тертышная

Москва, 2025



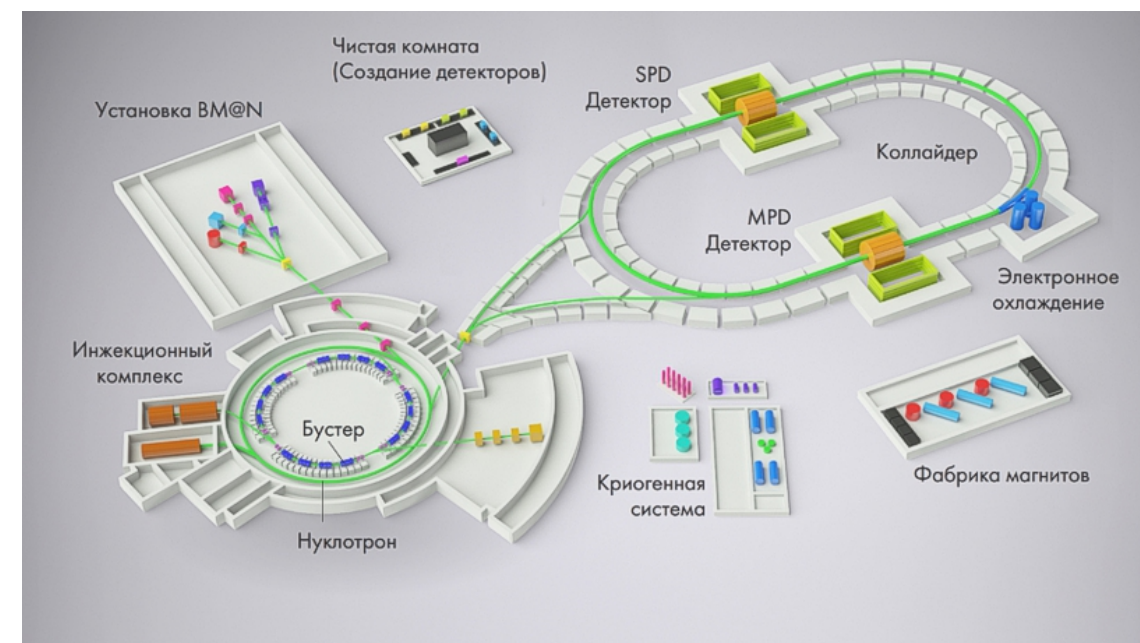
Коллайдер NICA и эксперимент SPD



Детекторная система SPD

Spin Physics Detector - это универсальная установка для исследования спиновой структуры нуклонов и других спиновых явлений.

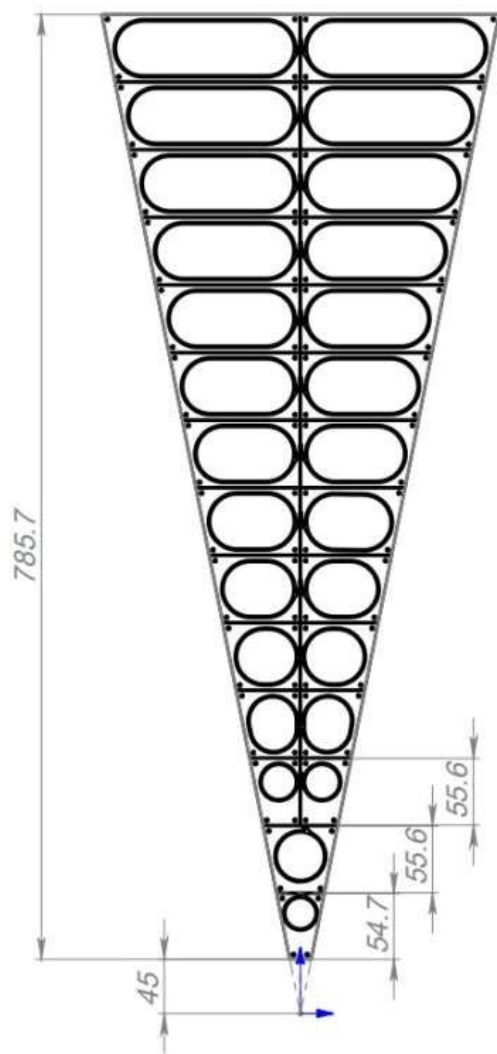
- Установка будет использовать поляризованные пучки
- Энергия частиц до 27ГэВ в системе центра масс, частота соударение - 3МГц



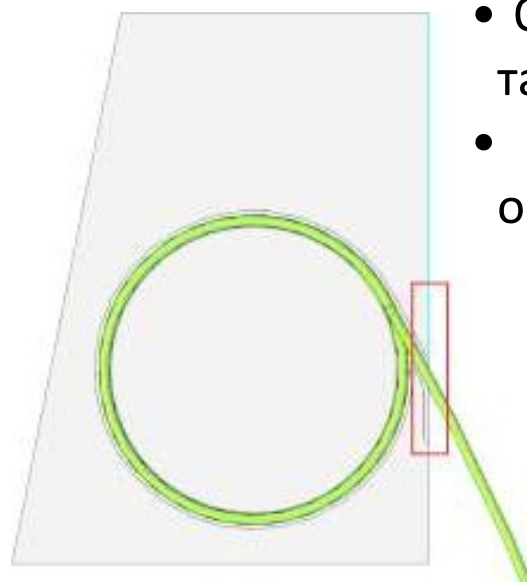
Ускорительный комплекс NICA

Beam-Beam Counter - сцинтилляционный детектор, имеющий секторную структуру.

- Одно колесо BBC содержит 16 секторов, каждый сектор состоит из 26 тайлов.
- Сцинтилляторы соединены с кремниевыми фотоумножителями (SiPM) через спектросмещающее оптоволокно.
- Оптоволокно, скрученное в несколько раз, находится внутри тайла
- Сигнал с SiPM считывается системой предварительной обработки данных CAEN FERS-5200



Геометрия сектора BBC



Сцинтиллятор
трапециевидной
формы (тайл)



CAEN FERS-5200

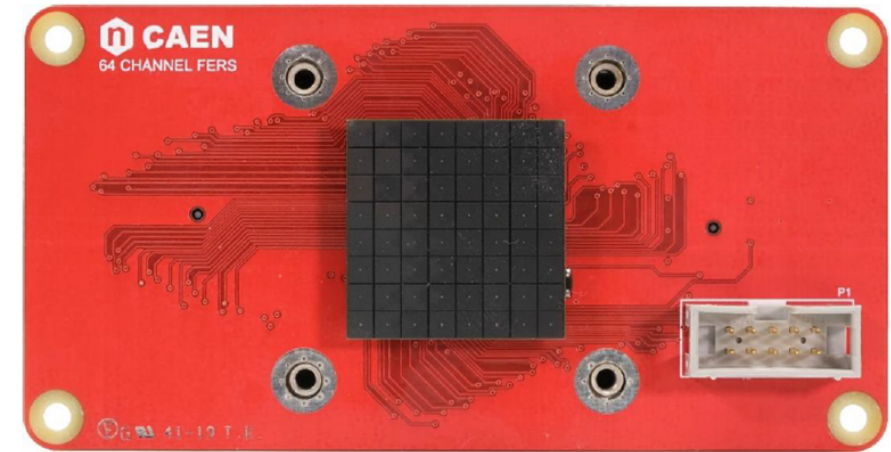
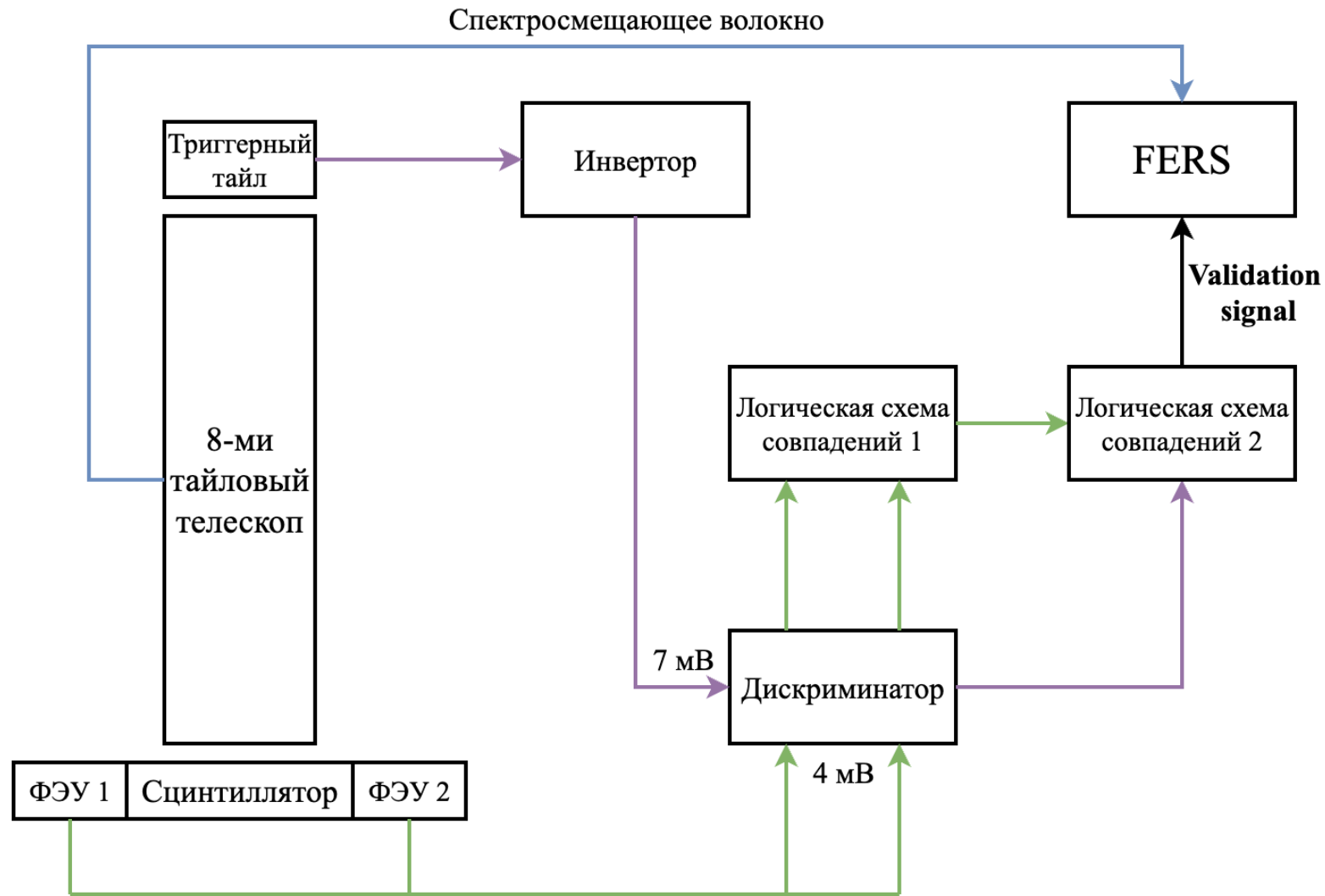
Цель:

Исследование воспроизводимости отклика тайлов детектора BBC SPD.

Задачи:

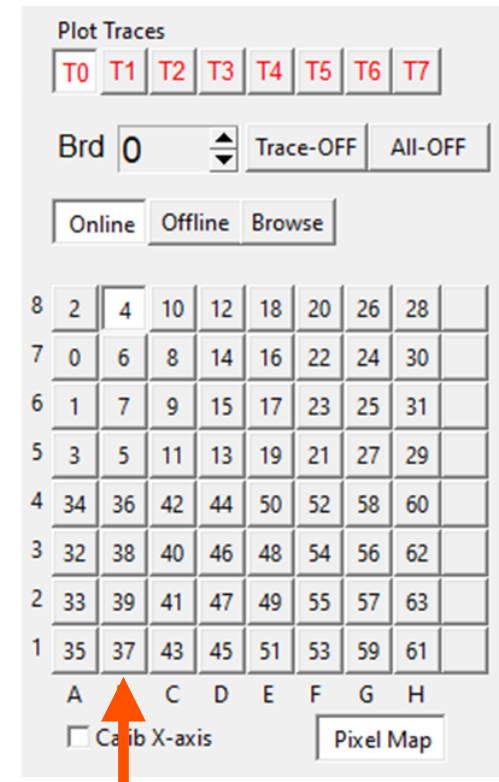
1. Собрать установку на основе 8 одинаковых тайлов в мюонный телескоп.
2. Оценить разброс величины отклика тайлов при регистрации космических мюонов.
3. Оценить эффективность детектора по заряженным релятивистским частицам.

Установка эксперимента



Матрица Hamamatsu

Расположение каналов FERS на матрице

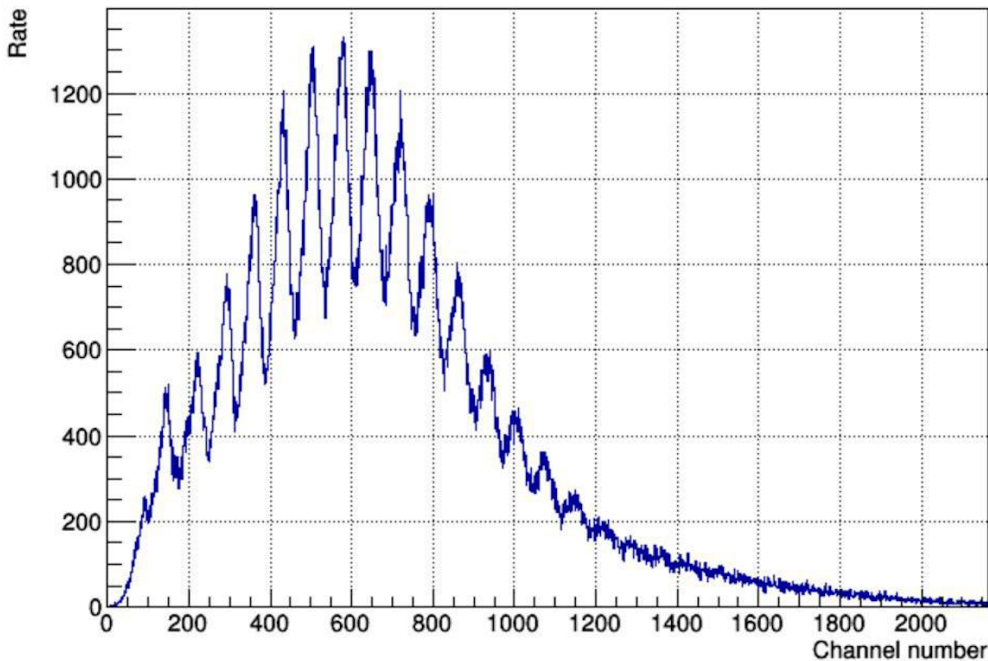


Представление результатов



8-ми тайловый телескоп

- Для калибровки «Номер канала» в «Фотоэлектроны» собран одноэлектронный спектр каждого из подключенных SiPM
- Расстояние между двумя соседними пиками равно одному фотоэлектрону



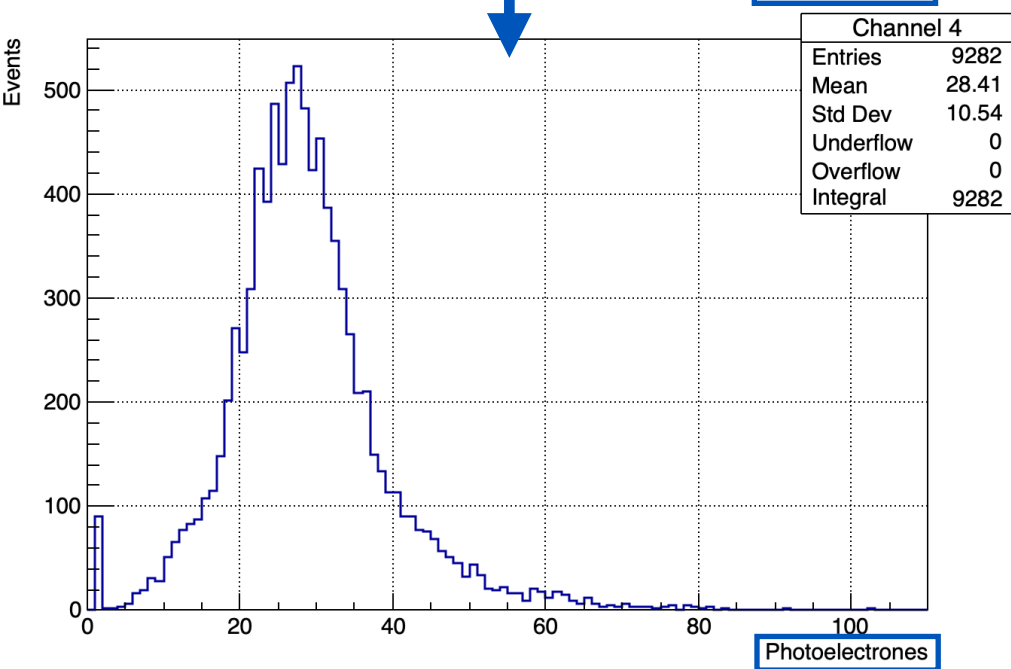
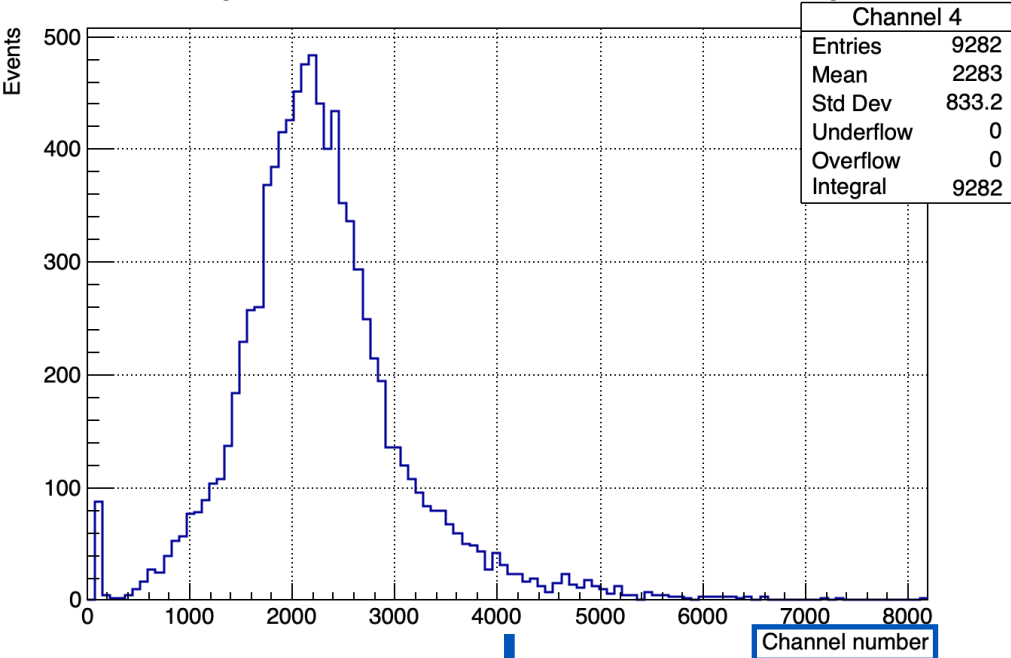
Одноэлектронный спектр сигналов SiPM для 4-ого канала FERS

Номер канала	Расстояние между соседними пиками в ед. каналов кодировщика
4	79
5	77
6	79
7	77
36	85
37	88
38	86
39	88

1-ый Citiroc-1A: 4, 5, 6, 7;
2-ой Citiroc-1A: 36, 37, 38, 39.

Представление результатов

Спектр энергетических потерь космических мюонов,
полученный с 4-ого канала детектора



Канал	Фотоэлектроны	Эффективность, %
4	27	
5	39	98
6	35	99
7	34	98
36	30	98
37	30	
38	30	99
39	30	100

Ожидаемый отклик тайлов: (31 ± 3) фотоэлектронов
Средняя эффективность: 99%

- В ходе работы на основе 8-ми сцинтиляционных тайлов собран мюонный телескоп.
- Для каждого из тайлов телескопа получена величина отклика и определён разброс величины отклика тайлов при регистрации космических мюонов. Ожидаемое положение максимума отклика составило (31 ± 3) фотоэлектронов.
- Выполнена оценка эффективности телескопа. Среднее значение эффективности составило 99%.

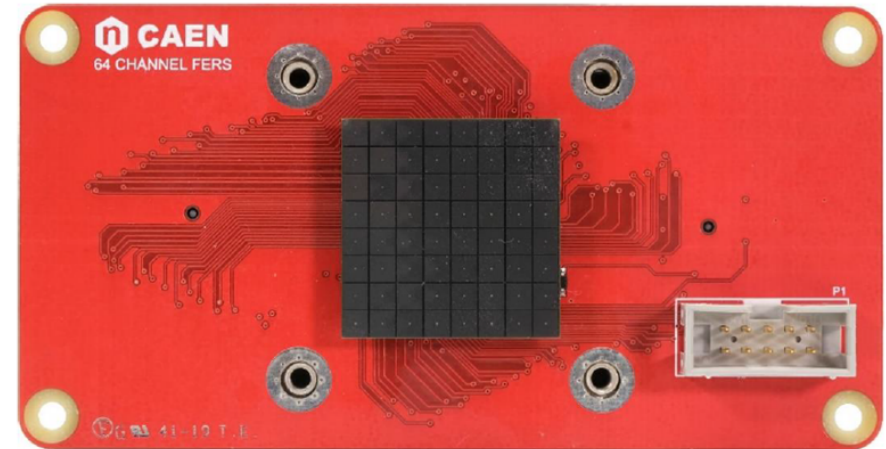
Спасибо за внимание



Back up

Характеристики матрицы:

- 64 ячейки (8×8 SiPM)
- 3584 пикселя
- Размер чувствительной области составляет 74%
- Коэффициент усиления $1,7 \times 10^6$
- Эффективность 40%



Матрица Hamamatsu

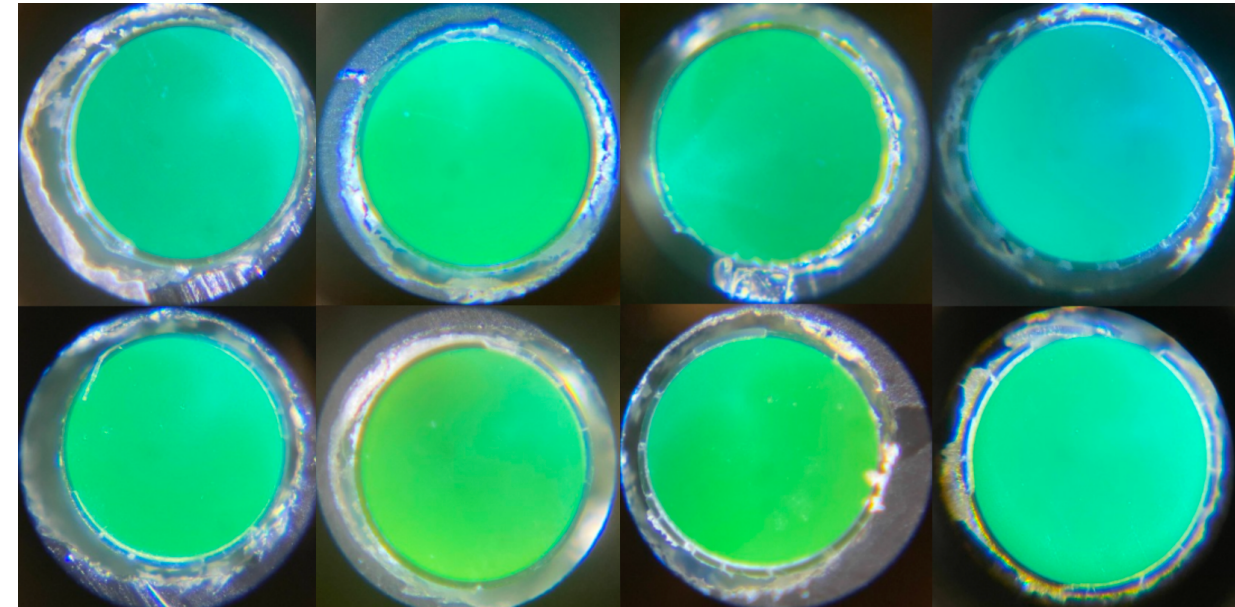
Характеристики сцинтиллятора:

- polystyrene Styrolution 124N – 98.0-98.5%
- p-Terphenyl (CAS 92-94-4) – 1.5-2.0%
- POPOP (CAS 1806-34-4) – 0.01-0.04%

Light Output, % Anthracene	Decay Time, ns	Wavelength of Max. Emission, nm	Light Attenuation Length, cm (1x20x200 cm samples)	Main Applications
60–70	2.5	430	>200	α , β , γ , fast n

Back up

- Спектросмещающее волокно SG BCF-92 ($d=1\text{мм}$)
- Коэффициент захвата фотонов 4%



Отполированные 8 волокон для телескопа