

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ТЕЛЕСКОПА ДЛЯ РЕГЕСТРАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЧАСТИЦ

Студент

Л. С. Аюков

Научный руководитель

Г. Х. Салахутдинов

Научный консультант

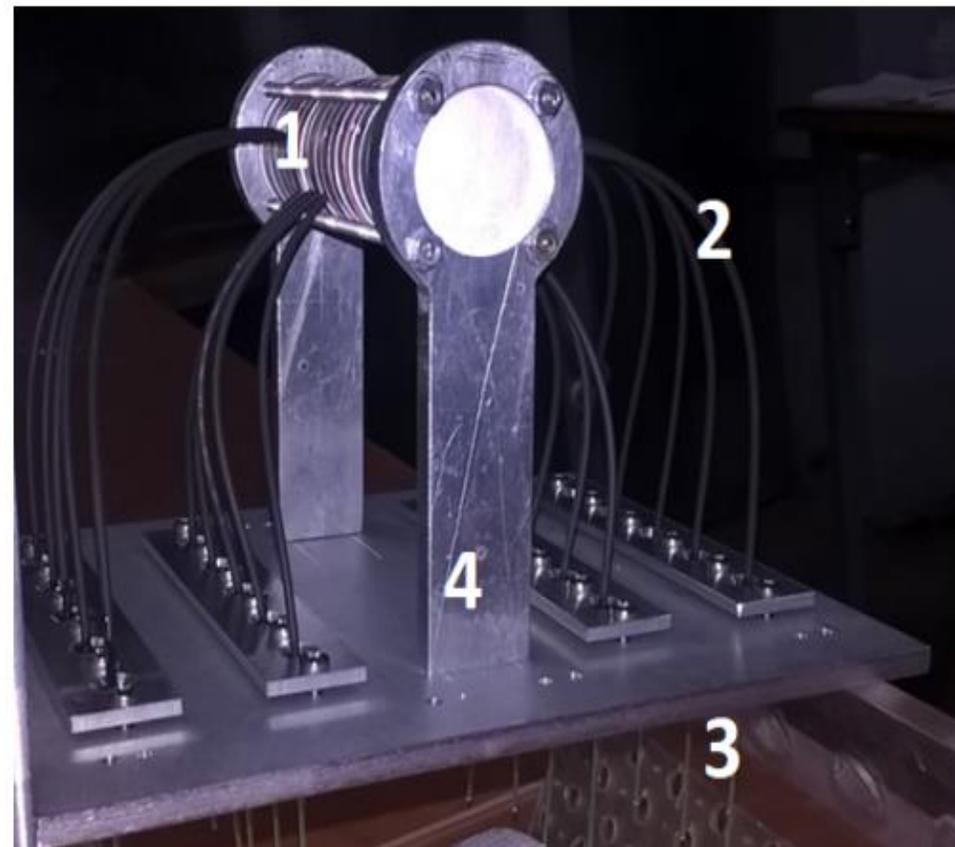
А. П. Ивашкин

Содержание

- Внешний вид детектора
- Описание детектора
- Внешний вид установки
- Обработка результатов измерений
- Заключение

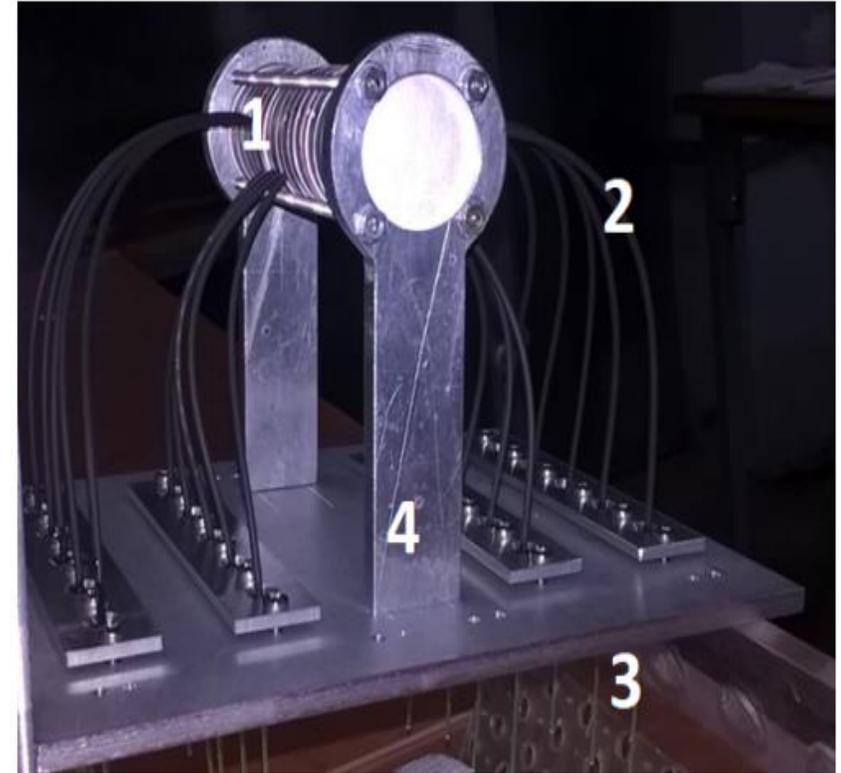
Внешний вид детектора

- 1 - сцинтилляционные диски
- 2 - оптические волокна, обернутые изоляцией
- 3 - электроника с SiPM
- 4 - алюминиевое основание



Описание детектора

Экспериментальный прототип детектора представляет собой цилиндрическую сборку, состоящую из 20 независимых сцинтилляционных ячеек. В качестве активного материала в каждой ячейке используется пластиковый сцинтиллятор на основе полистирола. Для оптической изоляции ячеек и увеличения выхода сцинтилляционного света каждый сцинтилляционный диск индивидуально обёрнут в высокоотражающую плёнку Tyvek производства компании DuPont. Регистрация сцинтилляционных вспышек осуществляется с помощью кремниевых фотоумножителей Hamamatsu S12575-015P. Все SiPM смонтированы на общей теплопроводящей подложке, что обеспечивает выравнивание их рабочей температуры.



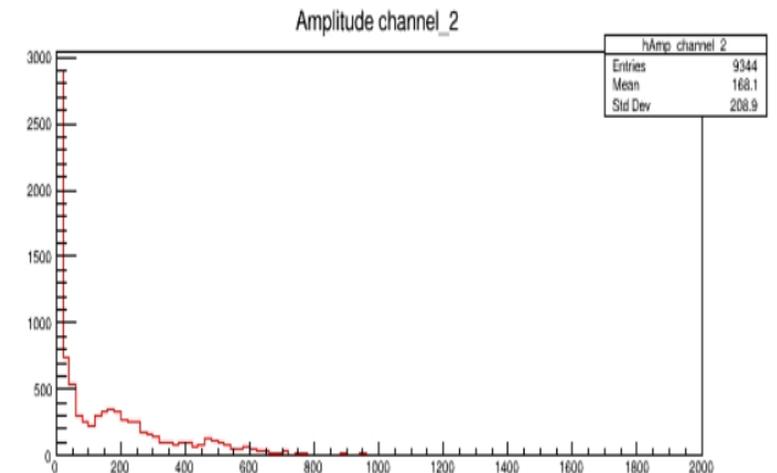
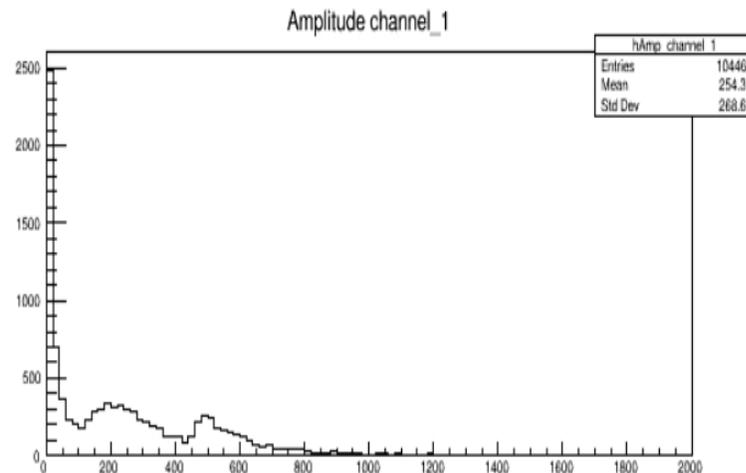
Внешний вид установки

Основным элементом установки является сцинтилляционный телескоп, размещённый внутри криостата (холодильника) для обеспечения необходимого температурного режима. Световые сигналы от сцинтилляторов по оптоволоконным световодам поступают на кремниевые фотоумножители (SiPM). Напряжение смещения на SiPM подаётся от внешнего генератора. Электрические сигналы с фотодетекторов оцифровываются с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и передаются в персональный компьютер для последующей обработки.



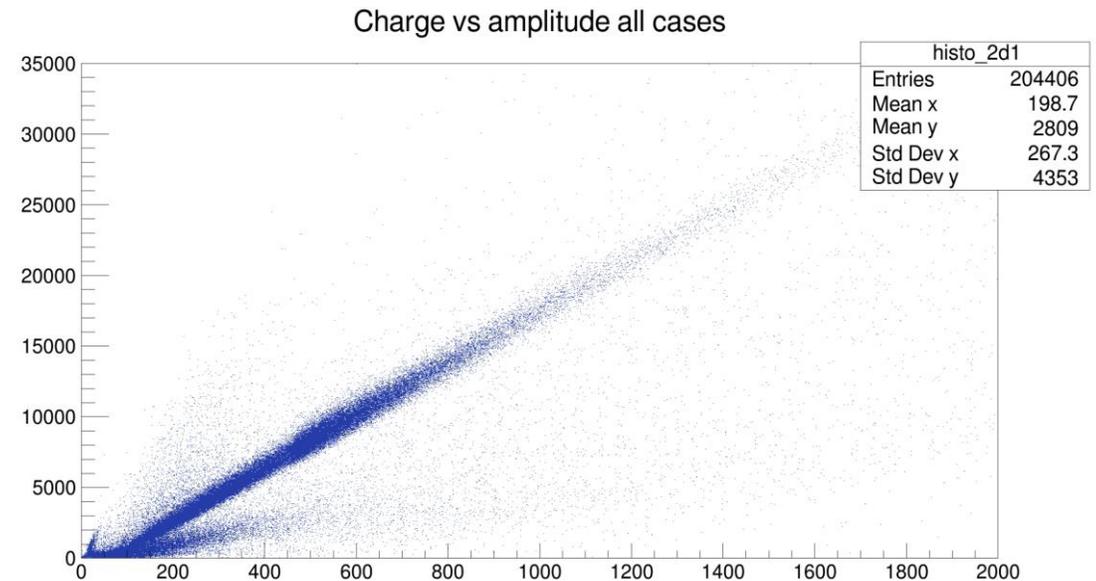
Исходные (необработанные) распределения амплитуды и заряда сигнала

Первичный анализ данных показал, что исходные гистограммы распределения амплитуды и заряда демонстрируют доминирующий пик в области малых значений соответствующих величин. Это позволяет предположить, что данный пик соответствует шумовым событиям, в то время как истинные сигналы от мюонов, обладающие большими значениями амплитуды и заряда, изначально оказываются скрыты на его фоне.

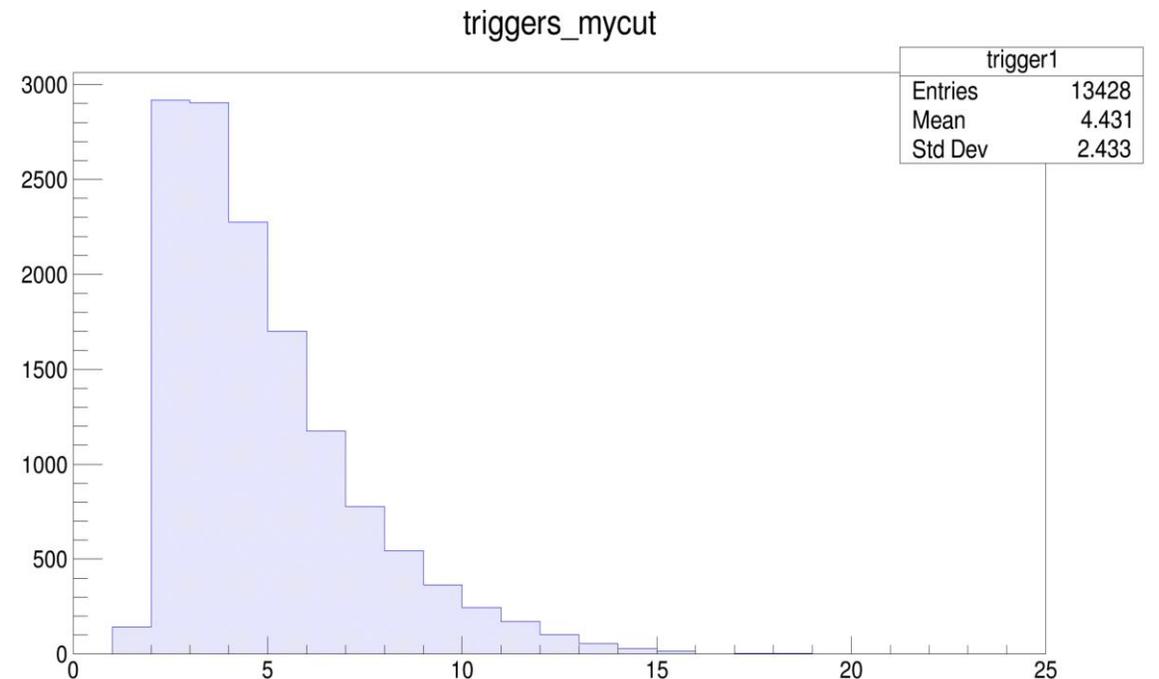
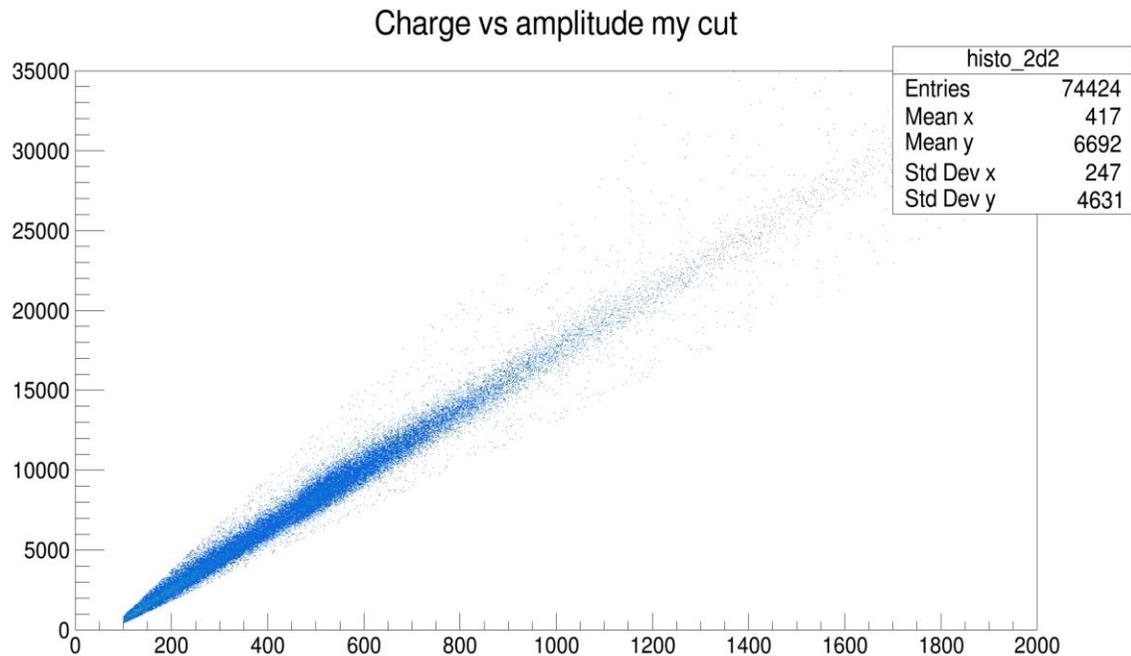


Двумерное распределение: заряд сигнала в зависимости от амплитуды

Анализ двумерной гистограммы зависимости заряда от амплитуды (рис.4) показал, что в формировании общего спектра участвуют несколько различных процессов. Для их разделения и изучения был применён метод наложения селективирующих условий («cuts») на количество сработавших дисков с последующим анализом изменений на двумерной гистограмме.

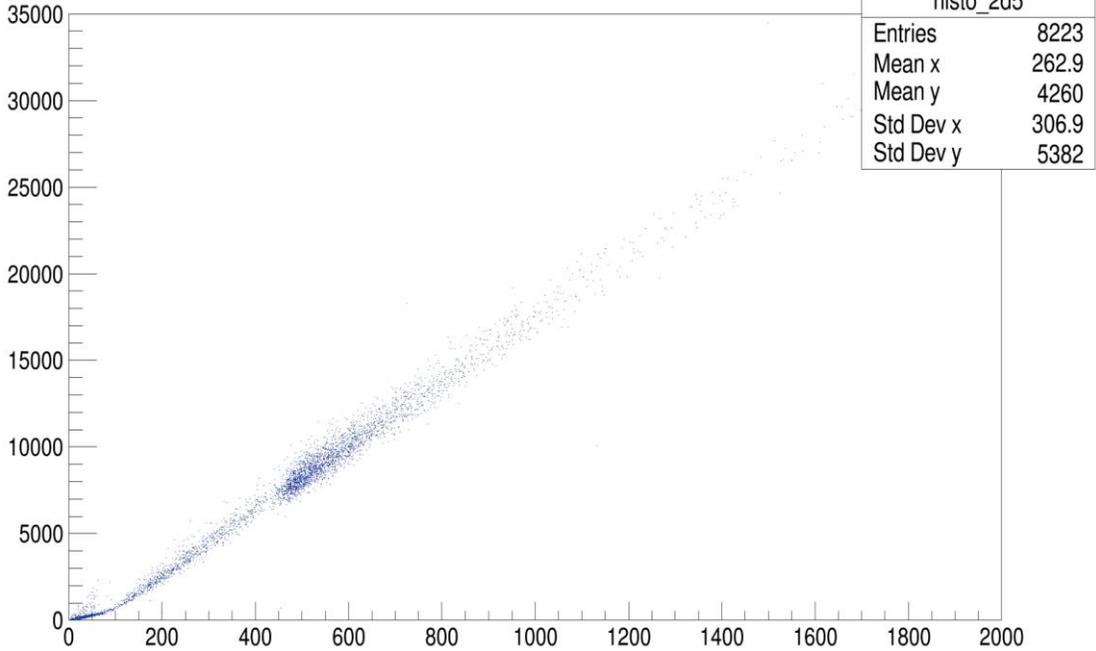


Результат применения селектирующих условий (cuts): а) двумерное распределение; б) распределение по числу сработавших сцинтилляционных дисков

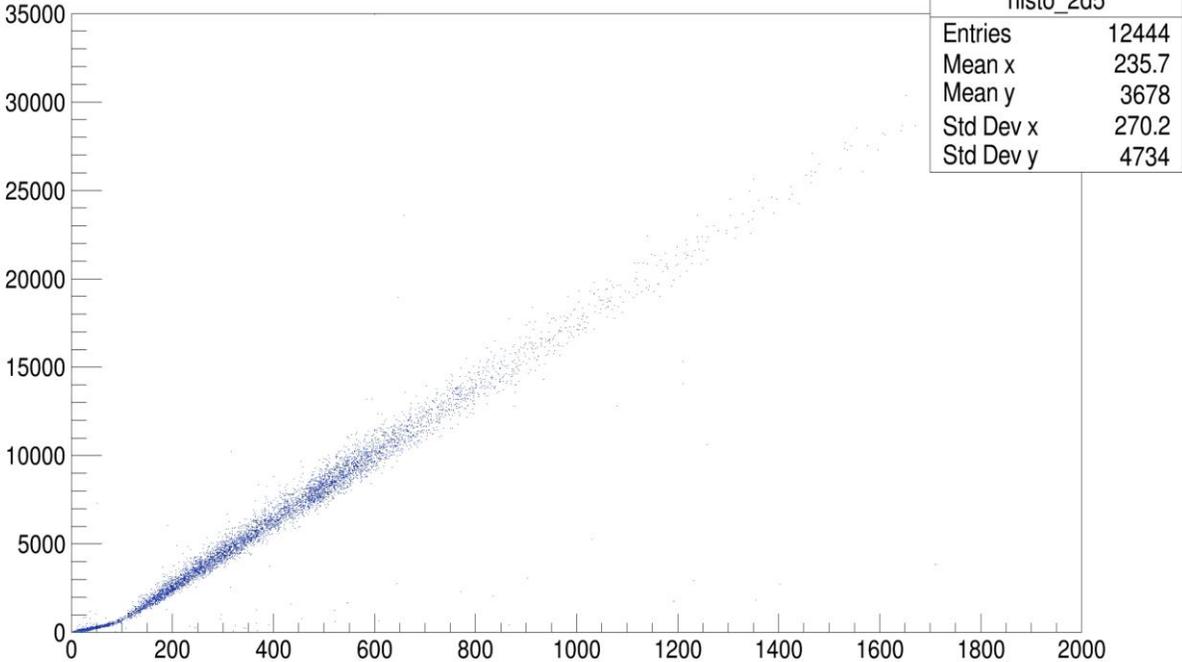


Сравнение спектральных пиков для событий с 3 и 6 сработавшими каналами

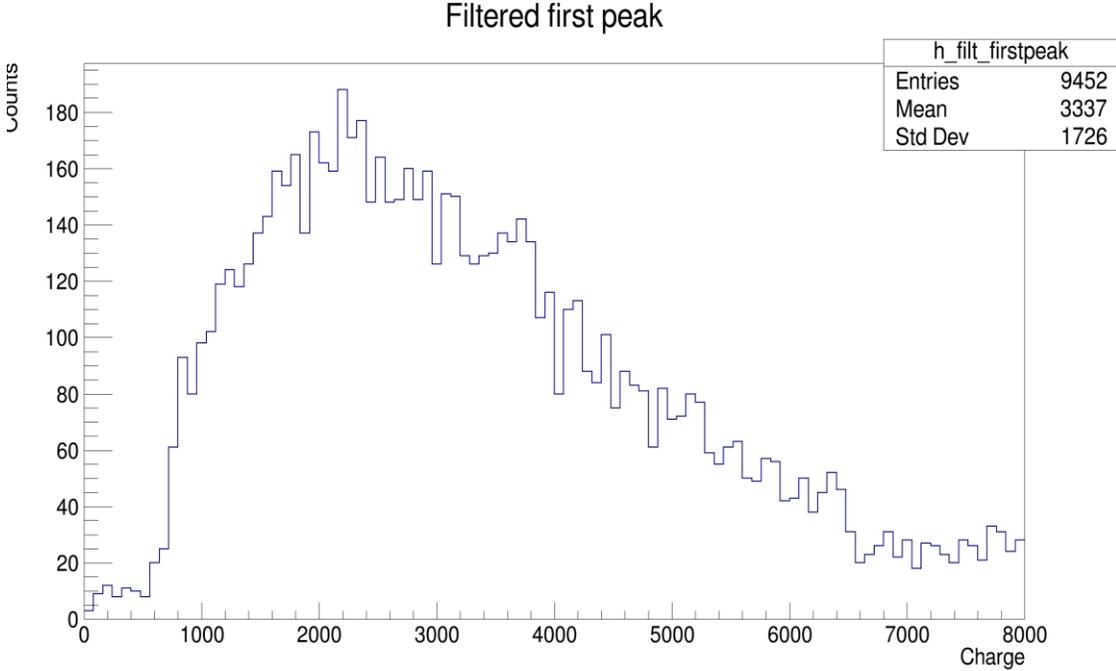
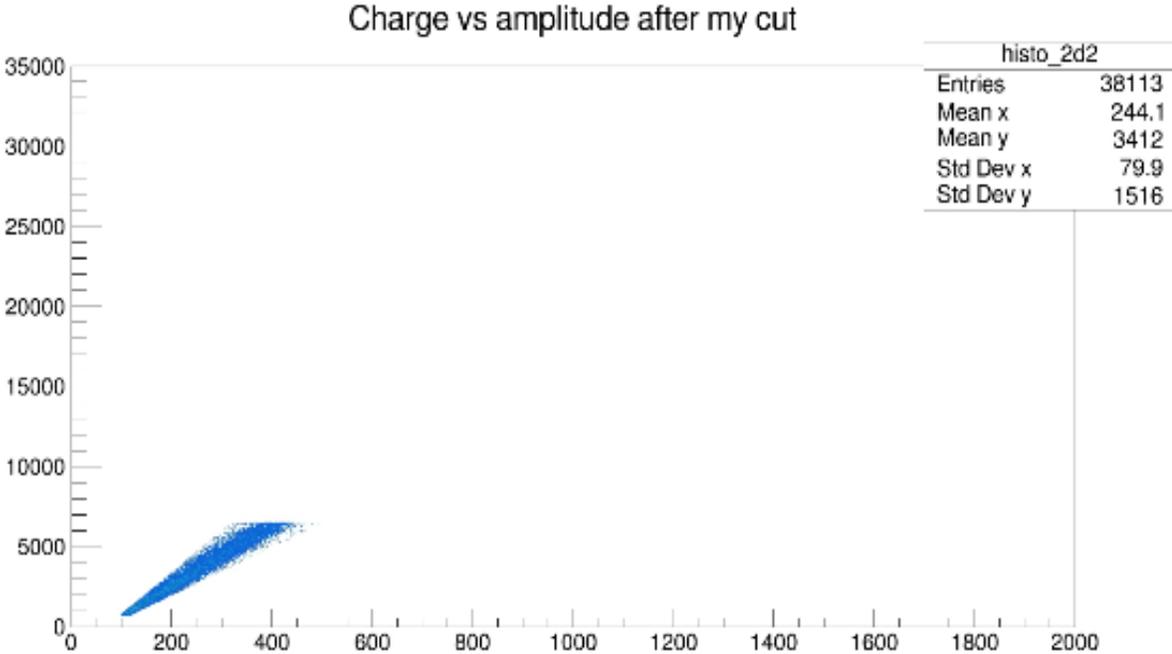
Charge vs amplitude 3 channels > 0



Charge vs amplitude 6 channels > 0



Распределения после применения оптимизированных условий селекции: а) двумерное распределение заряд–амплитуда; б) итоговое распределение по заряду



В ходе работы были последовательно решены следующие задачи:

1. Собрана и настроена детекторная установка на основе сцинтилляционного телескопа с кремниевыми фотоумножителями (SiPM) в качестве фотоприёмников.
2. Накоплен и проанализирован массив данных от мюонов космических лучей в фоновом режиме.
3. Разработан и применён комплекс селектирующих условий (cuts), позволивший эффективно подавить шумовые события и выделить полезный сигнал.
4. Выполнена энергетическая калибровка каналов детектора. В качестве реперной точки использовалось известное среднее энергосодержание мюонов космических лучей в пластиковом сцинтилляторе (~0.8-1.0 МэВ на слой). Корректность калибровки подтверждена аппроксимацией полученного энергетического спектра распределением Ландау, характерным для ионизационных потерь, и положением пика в ожидаемой области.
5. Получен и проанализирован общий спектр энергосодержания для отобранных мюонных событий

Заключение

