

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

КАФЕДРА №40 «ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ»

УДК 539.144.3

ОТЧЁТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ  
**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОТБОРА СОБЫТИЙ,  
СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ С ЦИКЛАМИ  
РАБОТЫ УСКОРИТЕЛЯ SPS, ДЛЯ  
ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ТЕСТИРОВАНИЮ  
ДЕТЕКТОРА ПЕРЕХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Научный руководитель  
доцент

\_\_\_\_\_ С. Ю. Смирнов

Студент

\_\_\_\_\_ В. С. Попов

Москва 2021

# Содержание

<b>Введение</b>	<b>3</b>
Цель работы . . . . .	3
<b>1 Описание экспериментальной установки</b>	<b>4</b>
<b>2 Анализ данных</b>	<b>4</b>
<b>3 Вывод</b>	<b>6</b>

# Введение

Переходное излучение – это вид электромагнитного излучения, возникающего при пересечении заряженной частицей границы раздела сред с разными диэлектрическими проницаемостями.

Наибольший интерес представляет переходное излучение, созданное ультрарелятивистской частицей ( $\gamma \gg 1$ ), основная энергия которого лежит в области Рентгеновского спектра. Рентгеновские лучи излучаются в диапазоне от нескольких кэВ до десятков кэВ в прямом направлении под малыми углами.

В рентгеновском спектре переходное излучение имеет сильную зависимость от Лоренц-фактора ( $\gamma$ ). Метод, основанный на переходном излучении в рентгеновском спектре, является одним из четырех неразрушающих методов определения частиц и охватывает диапазон  $\gamma \gtrsim 500$

Для определения частиц с  $\gamma \sim 10^5$  используется зависимость угла распространения переходного излучения  $\theta$  от  $\gamma$ .

## Цель работы

Целью данной работы является написание алгоритма анализа данных для определения ложного срабатывания триггера, а также построение гистограмм с распределением времен прихода триггерных сигналов. Под ложным срабатыванием подразумевается срабатывание во время цикла накопления и ускорения частиц до заданной энергии то есть в то время, когда частицы не должны вылетать из ускорителя в экспериментальную установку.

# 1 Описание экспериментальной установки

В ходе работы производился анализ данных полученных с экспериментальной установки (Схема установки 1 из статьи [1]) которая представляет из себя: многослойный радиатор находящийся на расстоянии порядка 2 м от детектора, трубу заполненную гелием для предотвращения поглощения фотонов переходного излучения, сенсор из компенсированного хромом GaAs толщиной 500 мкм соединенный с TimePix3 чипом использовался как детектор с квадратной матрицей  $256 \times 256$  пикселей с шагом пикселя в 55 мкм. За детектором располагается система определения частиц, состоящая из ливневого и черенковского детектора, а также калориметра из свинцового стекла.

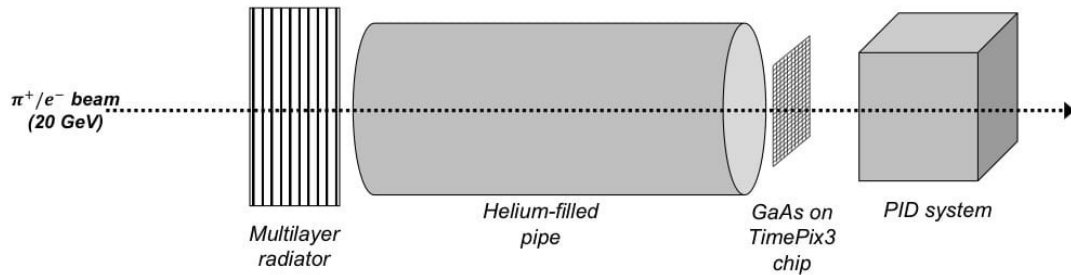


Рисунок 1 — Схема экспериментальной установки

# 2 Анализ данных

Для анализа предоставлялось 2 файла с полным набором данных сеанса измерений №187 2021 года и сеанса измерений №51 2018 года. Была написана программа на языке C++ для отбрасывания ложных сигналов и построены гистограммы с распределением времен прихода триггерных сигналов до 2(a), 3(a), и после обработки 2(b), 3(b).

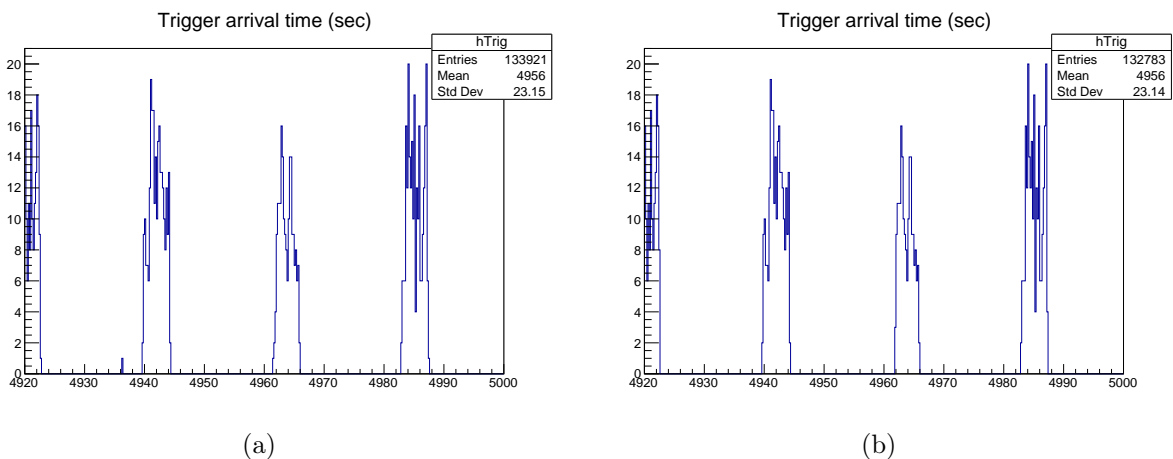


Рисунок 2 — гистограммы с распределением времен прихода триггерных сигналов сеанса измерений №187. (ось абсцисс - секунды)

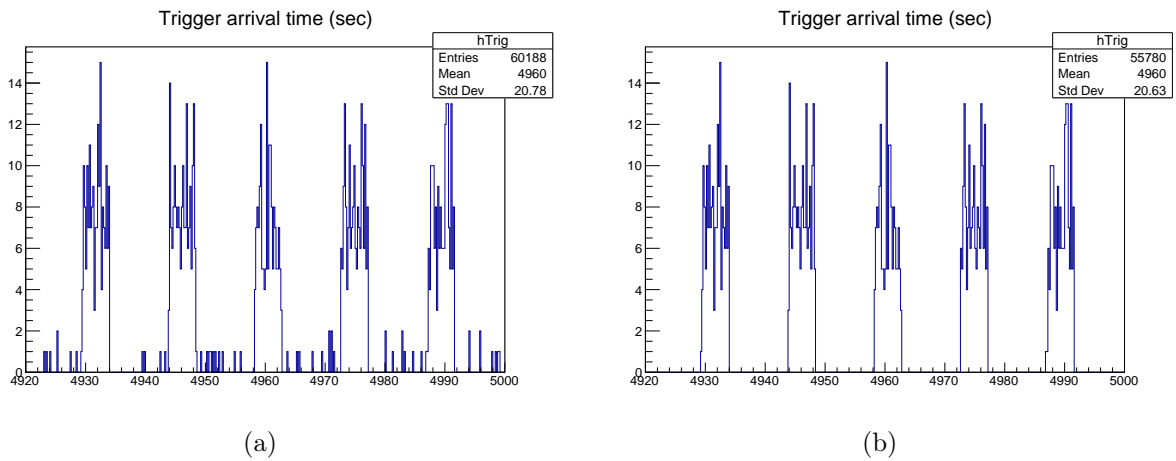


Рисунок 3 — гистограммы с распределением времен прихода триггерных сигналов сеанс измерений №51. (ось абсцисс - секунды)

Алгоритм по отбрасыванию ложных сигналов работает на основе частотной характеристика сеанса измерений. Алгоритм подсчитывает количество сигналов пришедших в течении временного промежутка длительностью 0.58 для секунд сеанса измерений №187 и 0.45 для сеанса измерений №51 после первого зафиксированного сигнала. Если это количество больше 2 (4) для сеансов измерений №187 и №51 соответственно , то сигналы считаются верными, иначе ложными. Далее алгоритм считает количество сигнал пришедших в течении 0.58 (0.45) секунд после первого нового (еще не определенного по классу «верности») сигнала, и так далее пока весь файл не будет обработан. Значения 0.58 (0.45) секунд и 2 (4) сигналов были выбраны опытным путем так как они дают наиболее точный результат по сравнению с другими параметрами. Если начать увеличивать пороговое число сигналов тогда алгоритм начнет воспринимать верные частицы как не верные, а если увеличить временной промежуток тогда наоборот неверные сигналы будут восприниматься как верные. Алгоритм имеет недостаток, связанный с тем, что частицы пришедшие в конце сброса он зачастую фиксирует как неверные, а также если ложные срабатывания триггера произошли более 2 (4) раз за 0.58 (0.45) секунд он посчитает их верными соответственно.

Так же были построены гистограммы 4, 5, длительности сбросов и интервалов между сбросами для сеансов измерений №187 и №51.

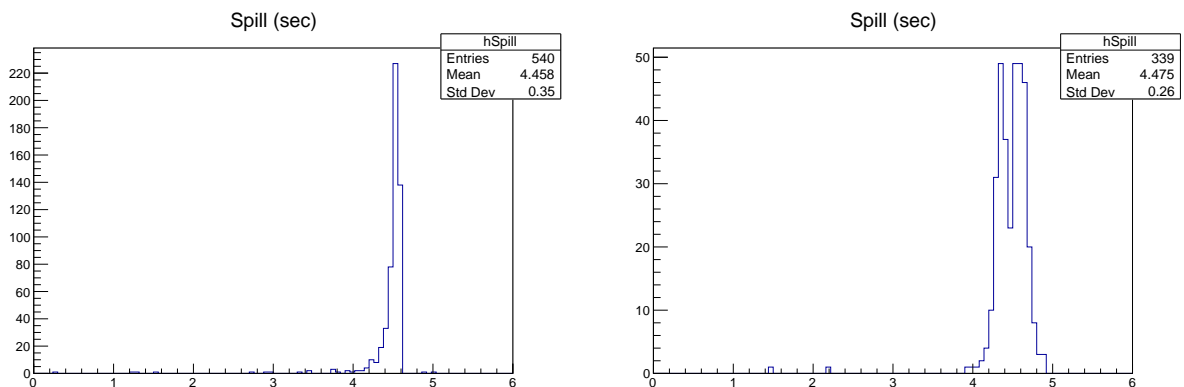


Рисунок 4 — гистограммы длительности сбросов для сеансов измерений №187 и №51. (ось абсцисс - секунды)

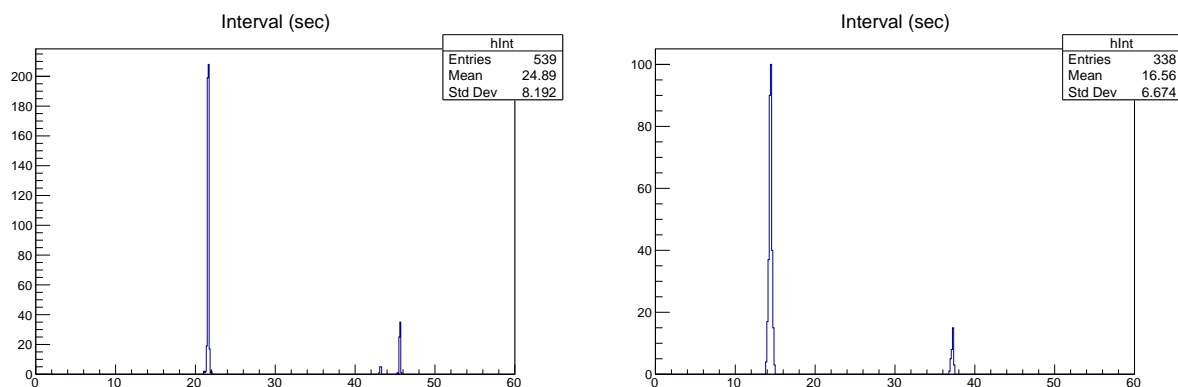


Рисунок 5 — гистограммы интервалов между сбросами для сеансов измерений №187 и №51. (ось абсцисс - секунды)

Временной промежуток и пороговое число сигналов выбиралось для каждого сеанса измерений при помощи программы, которая находило наименьшее значение порогового числа сигналов для каждого значения временного промежутка, при котором число сбросов длительностью меньше 3 секунд не превосходило 7 и 2 для серий измерений №187 и №51 соответственно. Также программа подсчитывала число сигналов, зарегистрированных как ложные. При помощи пакета ROOT были построены графики зависимости количества ложных сигналов от длительности временного промежутка 6. Значения, при котором количество зарегистрированных ложных сигналов было минимально и использовалось для последующей работы.

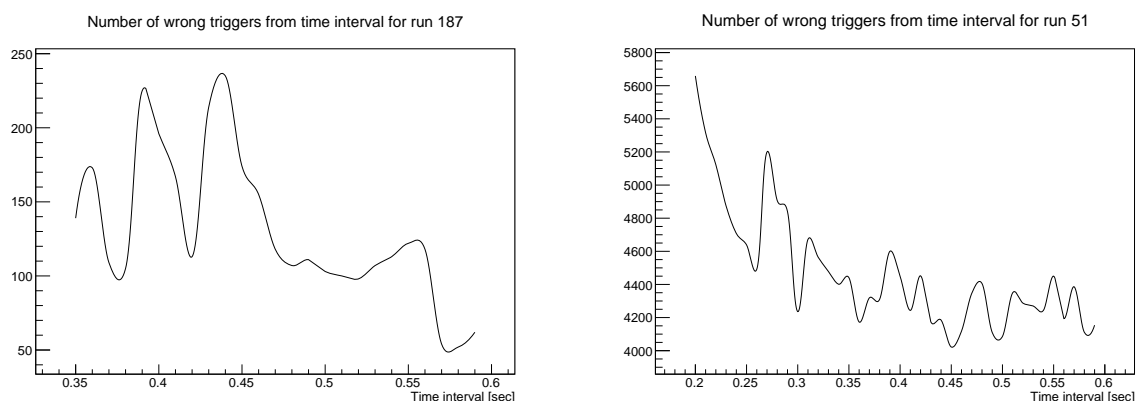


Рисунок 6 — графики зависимости количества ложных сигналов от длительности временного промежутка для сеансов измерений №187 и №51. (ось абсцисс - секунды, ось ординат - количество ложных сигналов)

### 3 Вывод

На языке C++ был написан алгоритм отсеивания ложных срабатываний, получены файлы с верными и ложными сигналами. По гистограммам видно, что алгоритм справляется со своей задачей.

## Список литературы

- [1] J. Alozy et al. Registration of the transition radiation with GaAs detector: Data/MC comparison. *J. Phys. Conf. Ser.*, 1690(1):012041, 2020.