

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

УДК 539.144.3

ОТЧЁТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ  
**ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОНОВ И ПИОНОВ В СМЕШАННОМ  
ПУЧКЕ УСКОРИТЕЛЯ SPS В ЭКСПЕРИМЕНТЕ  
2018 ГОДА ПО ТЕСТИРОВАНИЮ ДЕТЕКТОРА  
ПЕРЕХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Научный руководитель \_\_\_\_\_ С. Ю. Смирнов

Студент \_\_\_\_\_ Л. А. Якобнюк

Москва 2021

# Содержание

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

# Введение

Переходное излучение – это вид электромагнитного излучения, возникающего при пересечении заряженной частицей границы раздела сред с разными диэлектрическими проницаемостями. Данное излучение ещё в 1945 году было предсказано В.Л.Гинзбургом и И.М.Франком

Наибольший интерес представляет переходное излучение, созданное ультрарелятивистской частицей ( $\gamma \gg 1$ ). Формируется переходное излучение, основная энергия которого лежит в области рентгеновского спектра. В этом спектре энергия довольно сильно зависит от Лоренц фактора.

Детекторы переходного излучения (TRDs) широко используются для регистрации ультрарелятивистских заряженных частиц. Больше информации о Лоренц-факторе можно получить, используя угловое распределение переходных фотонов.

## Цель работы

Целью работы является выделение электронов и пионов в смешанном пучке с энергией 20 ГэВ при помощи трех детекторов: черенковского (Cherenkov QDC), ливневого (PreShower QDC) и калориметра из свинцового стекла (LeadGlass QDC).

Необходимо установить: с какой вероятностью пион будет идентифицирован как электрон, и наоборот (определение остаточной примеси частиц одного сорта в наборе данных по частицам другого сорта).

## 1 Описание установки

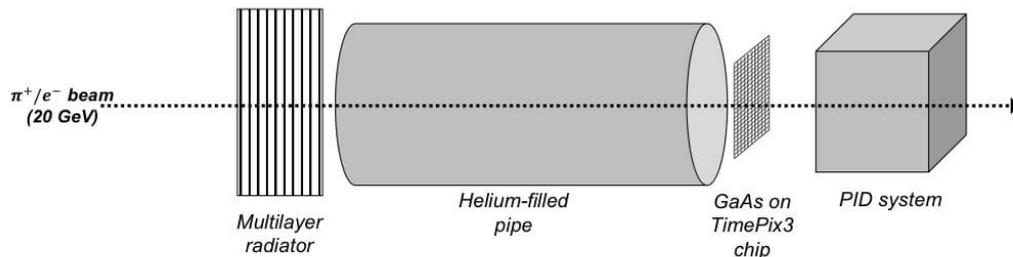


Рис. 1 —Схема экспериментальной установки

В ходе работы производился анализ данных полученных с экспериментальной установки (Схема установки 1 представлена в статье [1] ), состоящей из многослойного радиатора, находящегося на расстоянии около 2 м от детектора, трубы, заполненной гелием для предотвращения поглощения фотонов переходного излучения и сенсора из компенсированного хромом GaAs толщиной 500 мкм, соединенного с TimePix3 чипом, который использовался как детектор с квадратной матрицей  $256 \times 256$  пикселей с шагом пикселя в 55 мкм. За детектором располагается система определения частиц, состоящая из черенковского и ливневого детекторов, а также калориметра из свинцового стекла.

## 2 Анализ данных

В процессе работы проводился анализ информации, записанной в дереве внутри файла root. Данный файл был записан в течение летнего сеанса измерений 2018 года, когда из ускорителя на установку, представленную на Рис. 1, выводился смешанный пучок электронов и пионов (пи-мезонов) с энергией 20 ГэВ. Каждое событие прохождения частицы через установку регистрировалось многими детекторами (датчиками), которые суммарно давали 19 измерений, и именно они записаны в этом файле.

Основные детекторы, используемые для выделения электронов и пионов из пучка — это черенковский, ливневый детекторы и калориметр из свинцового стекла. Поэтому на первом этапе были построены гистограммы спектров амплитуд сигналов от этих 3 детекторов в зависимости от того, какой флаг выработала триггерная система (Trigger electron flag или Trigger pion flag). Полученные графики представлены на Рис. 2. По этим графикам были определены границы областей по амплитудам, в которых с наибольшей вероятностью лежат сигналы от электронов и пионов для каждого из 3 детекторов.

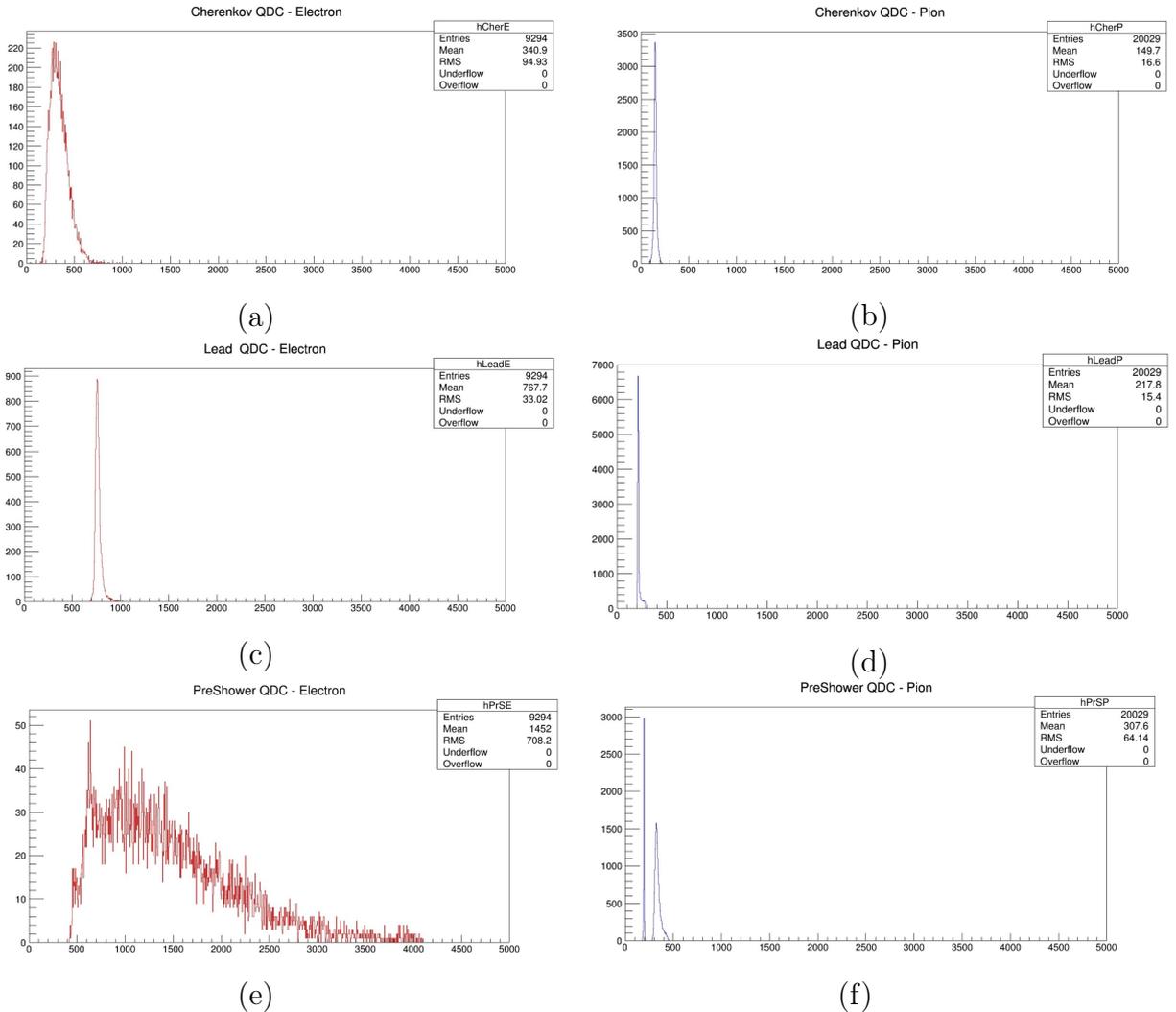


Рис. 2 — Амплитуды сигналов в зависимости от того, какой флаг выработала система

- Для черенковского детектора сигнал от электрона лежит в области 200 — 1200, от пиона в области 50 — 200.

- Для Ливневого детектора сигнал от электрона лежит в области 500 — 4100, от пиона в области 100 — 450.
- Для калориметра из свинцового стекла сигнал от электрона лежит в области 700 — 1100, от пиона в области 100 — 600.

На втором этапе необходимо было научиться строить двумерные гистограммы зависимости амплитуды одного детектора от амплитуды другого, т.е. гистограммы: Cher1 qdc data vs PreS qdc data, Cher1 qdc data vs Lead qdc data и PreS qdc data vs Lead qdc data для всех событий и для сработавших триггерных флагов для сработавших триггерных флагов. Полученные гистограммы представлены на Рис. 3

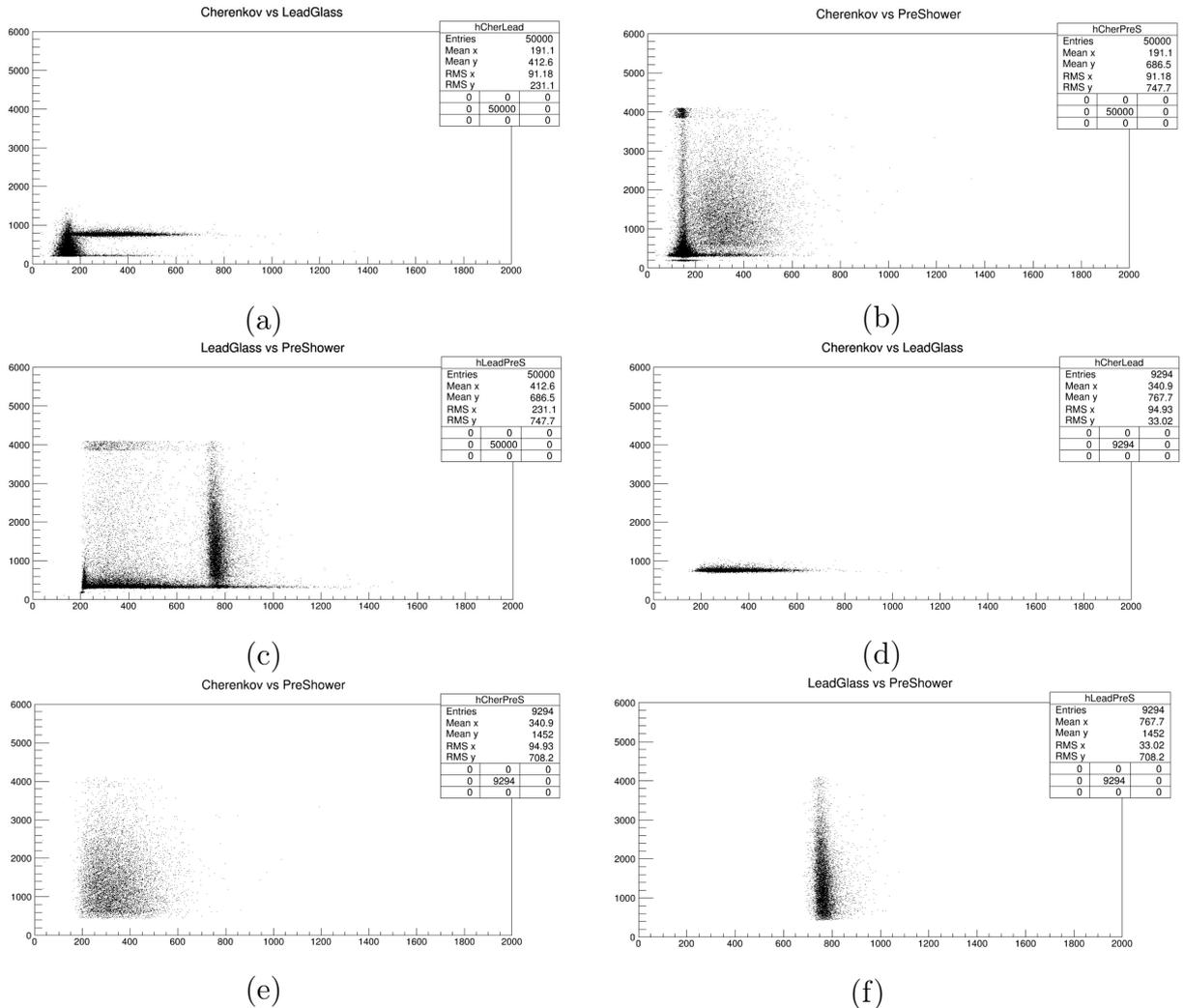


Рис. 3 — Двумерные гистограммы зависимости амплитуды одного детектора от амплитуды другого для сработавших триггерных флагов (a-c) и для всех событий (d-f)

На заключительном этапе были изучены амплитудные спектры одного из детекторов, когда два другие определили конкретный тип частицы. Это определение было сделано на основе тех границ областей по амплитудам, которые были получены на первом этапе. По этим данным можно произвести оценку остаточной примеси частиц одного сорта в наборе данных по частицам другого сорта, т.е. с какой вероятностью пион может быть ложно идентифицирован как электрон и наоборот. По гистограмме (a) мы можем определить диапазон, в котором частица может быть определена и как электрон, и как пион, а гистограмма (b) представляет собой гистограмму черенковского

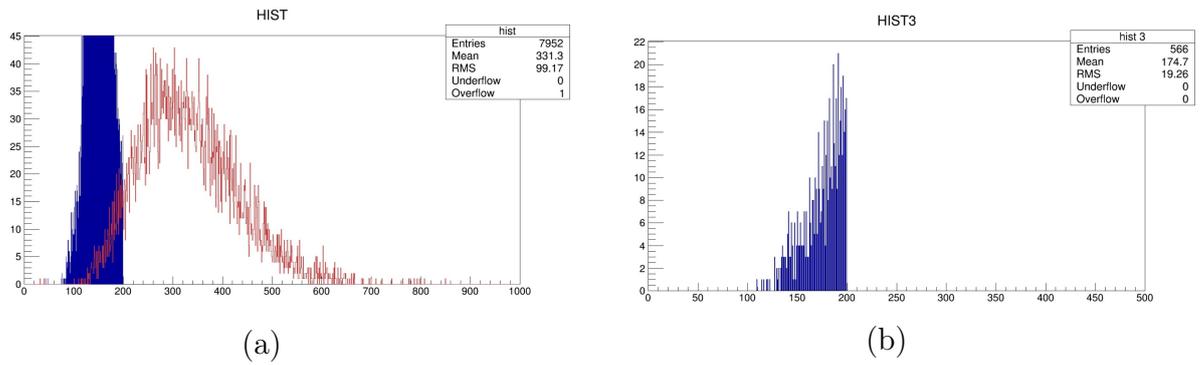


Рис. 4 — Амплитудные спектры черенковского детектора, когда ливневый детектор и калориметр из свинцового стекла уже определили тип частицы

излучения в этом диапазоне. Из второй гистограммы мы можем увидеть число таких частиц.

### 3 Выводы

Проводя несложные математические расчёты, а именно производя деление числа "неопределённых частиц" на число электронов и пионов, определенных на первом этапе для черенковского детектора, получаем оценку остаточной примеси

- $\sim 6,1$  % электронов могут быть ложноопределены как пионы;
- $\sim 2,8$  % пионов могут быть ложноопределены как электроны.

По сравнению с имеющимися у меня данными для летнего сеанса измерений 2021 года (  $\sim 16$  % для электронов и  $\sim 27$  % для пионов ), можно сделать вывод о том, что во время сессии измерений 2018 года черенковский детектор сработал намного эффективнее, чем летом 2021 года.

## Список литературы

- [1] E Celebi, T Brooks, M Joos, C Rembser, S Gurbuz, S A Cetin, S P Konovalov, V O Tikhomirov, K Zhukov, K A Phillipov, A Romaniouk, S Yu Smirnov, P E Teterin, K A Vorobev, A S Boldyrev, A Maevsky, and D Derendarz. Test beam studies of the TRD prototype filled with different gas mixtures based on xe, kr, and ar. *Journal of Physics: Conference Series*, 798:012172, jan 2017.