

Исследование характеристик  
и эффективности  
черенковских детекторов  
различных конфигураций  
методами  
компьютерного  
моделирования

---

Селимова Асият  
409 группа  
Физический Факультет МГУ

## Введение и актуальность

- Эксперименты ePIC (EIC) и SPD (NICA) требуют сверхточных систем идентификации частиц.
- Надежное разделение пионов и каонов в диапазоне импульсов 2–8 ГэВ/с.
- Использование детекторов RICH (DIRC, FARICH).

## Цели работы:

- Моделирование прохождения  $\pi$ - и  $K$ -мезонов ( $p = 2.0\text{--}8.0$  ГэВ/с).
- Анализ распределения фотонов (черенковских колец) на матрицах ФЭУ.
- Анализ зависимости от угла попадания частицы в радиатор.

# Физические основы эффекта Черенкова

$$\frac{c}{n} < v_p < c \quad \cos \theta = \frac{1}{\beta n},$$

Формула Франка-Тамма, для расчета энергии черенковского света, излученного частицей с зарядом  $e$  на единице пути  $L$  в единичном интервале частот  $\omega = 2\pi\nu$

$$\frac{d^2 W}{d\omega dL} = \left(\frac{e}{c}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{\beta^2 n^2}\right) \omega.$$

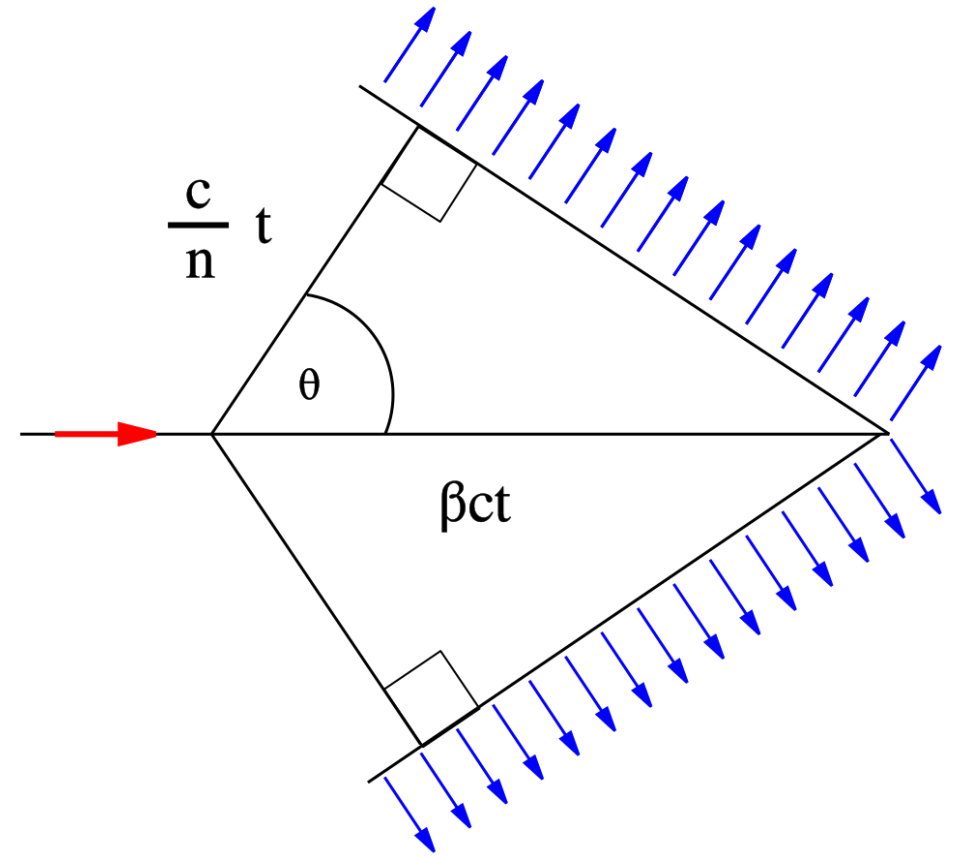


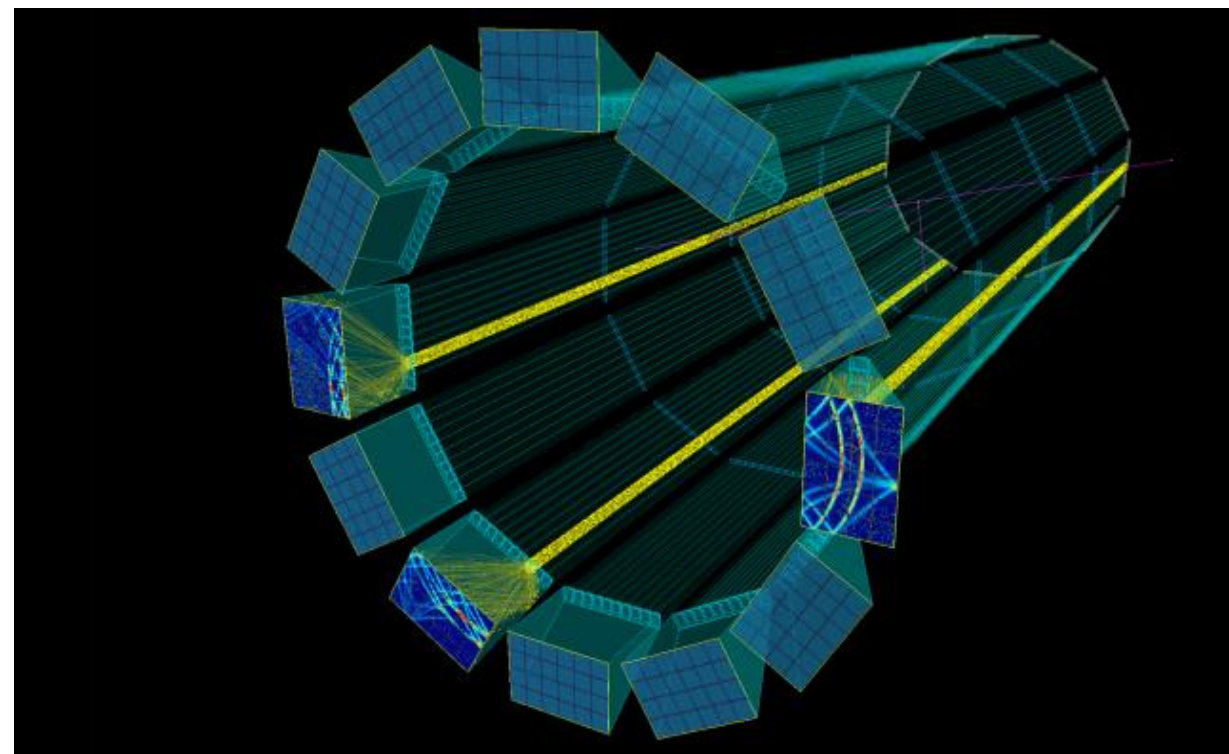
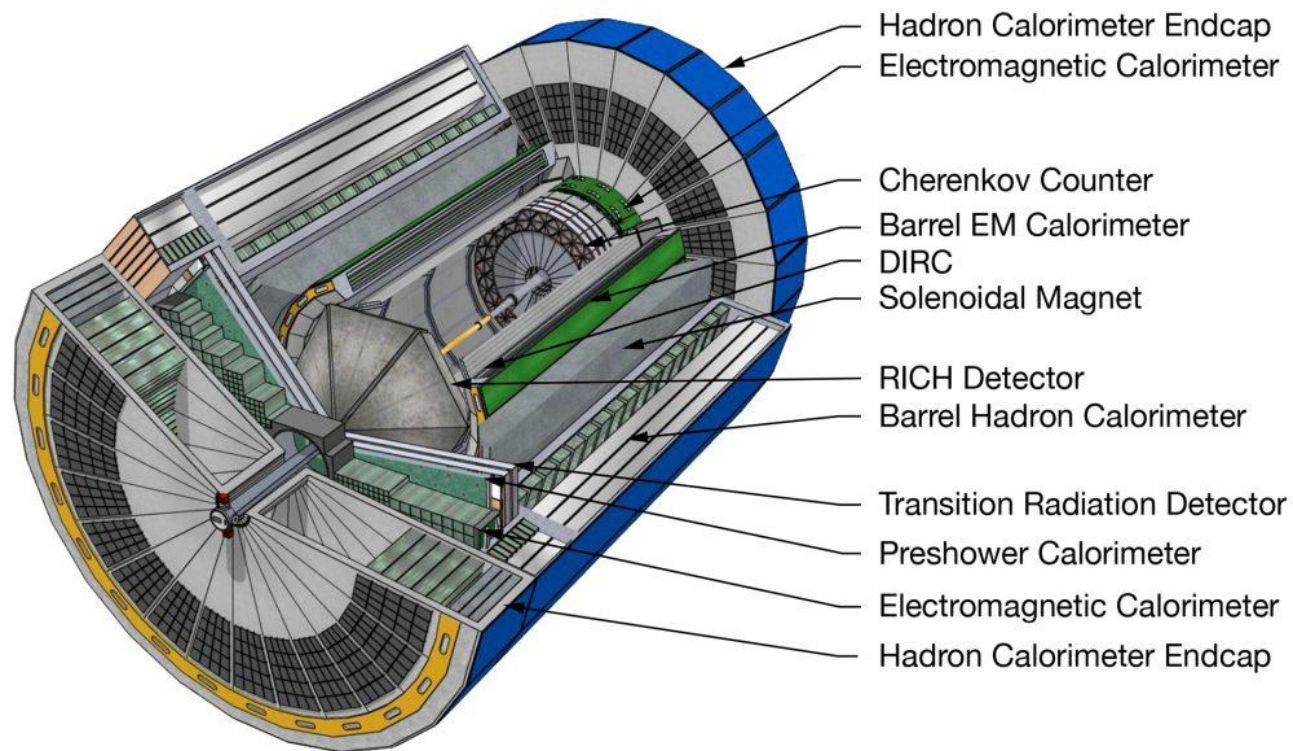
Рис.1 Геометрия черенковского излучения для идеального случая

# DIRC В конфигурации ePIC one Varbox

Радиатор (рождение черенковского света)

Фокусирующая и расширяющая система (трехслойные сферические линзы)

ФЭУ SiPM (кремниевые 4x6, 32x32 пикселя, 2x2 mm)



# Влияние угла влета частицы при работе Черенковского детектора на основе Электрон-Ионного коллайдера

На примере моделирования прохождения 10000 пионов и каонов 6 ГэВ в поле 1.7 Тл через черенковский детектор

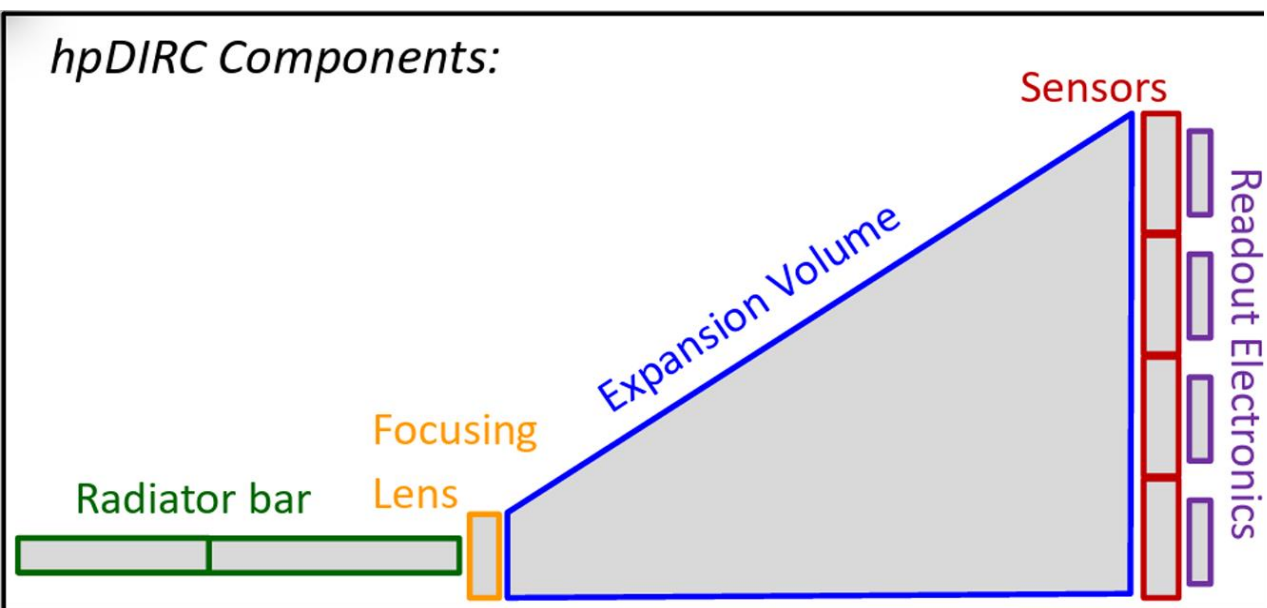


Рис.2 Наглядная геометрия черенковского детектора

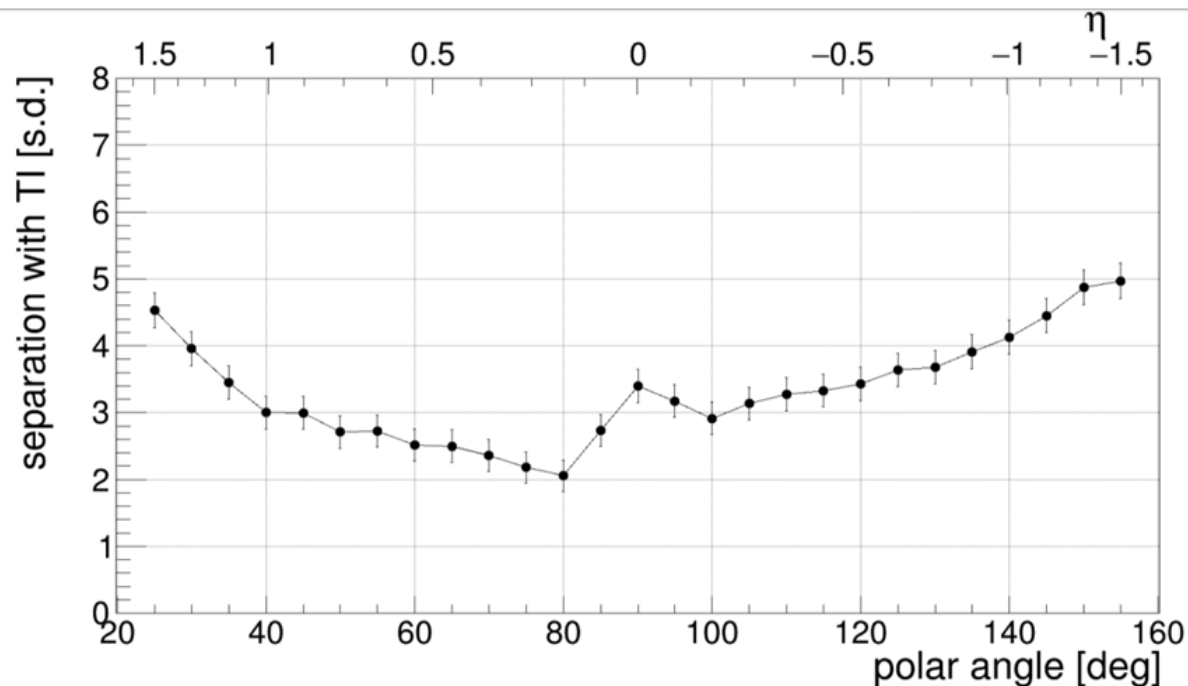


Рис.3 Зависимость разделимости типов частиц от полярного угла и псевдобыстроты с помощью временной визуализации

# Моделирование прохождения 10000 пионов и каонов 6 ГэВ в поле 1.7 Тл через черенковский детектор

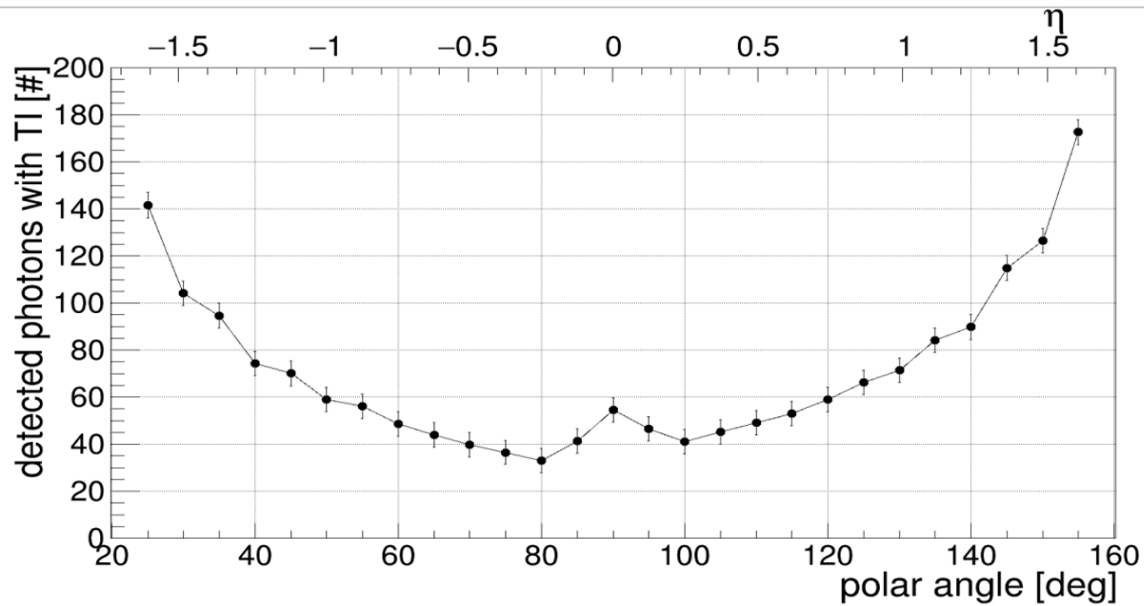


Рис.4 Зависимость количества зарегистрированных на детекторе фотонов от полярного угла

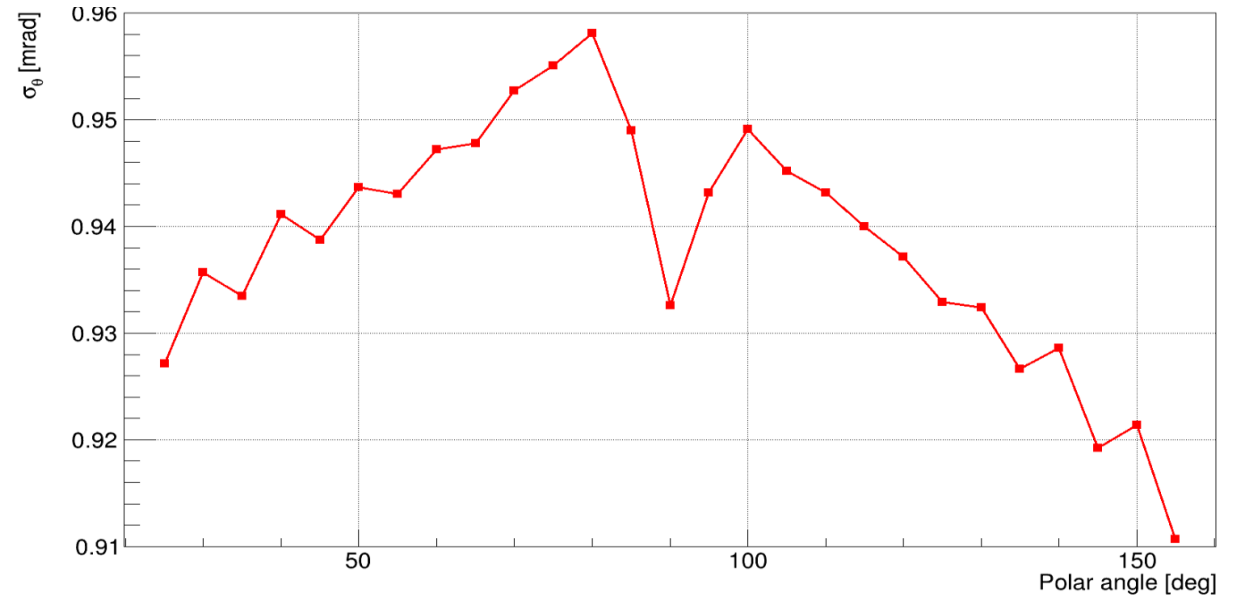


Рис.5 Разрешение угла черенкова от угла влета частиц

# Двумерная гистограмма распределения фотонов на фотодетекторе при различных углах влета частицы в радиатор

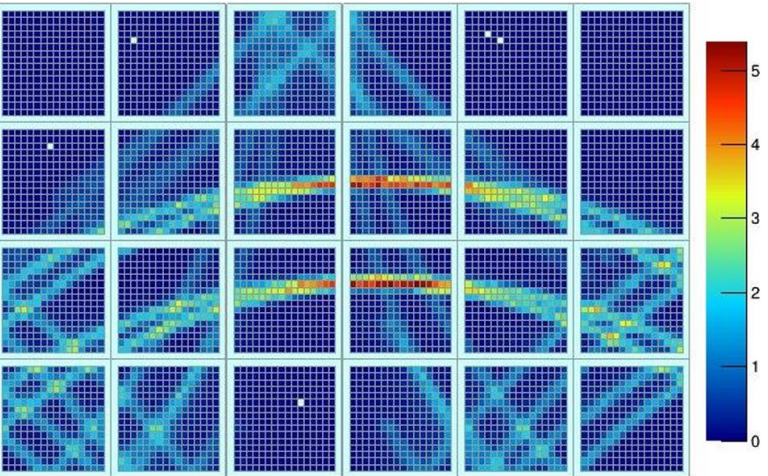


Рис.6 25°

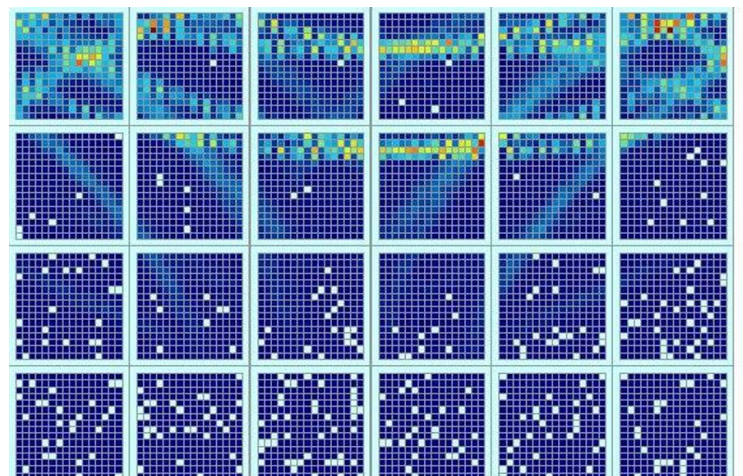


Рис.7 80°

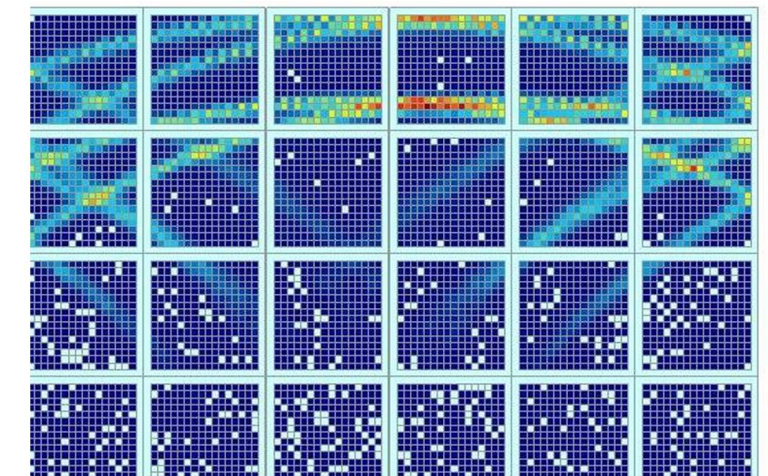


Рис.8 90°

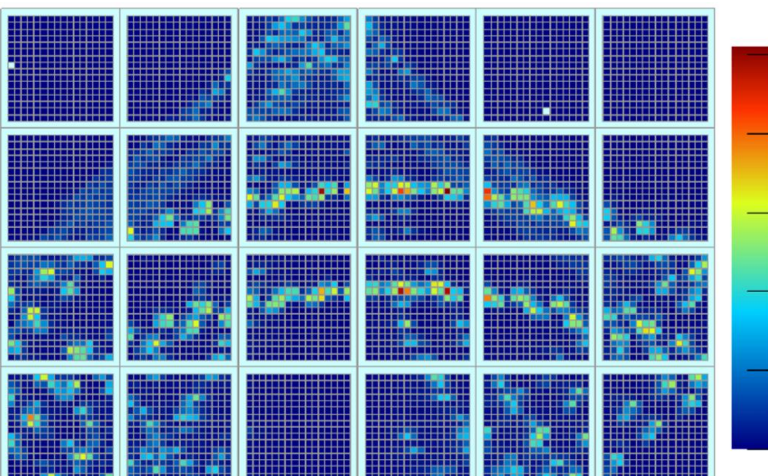


Рис.9 100°

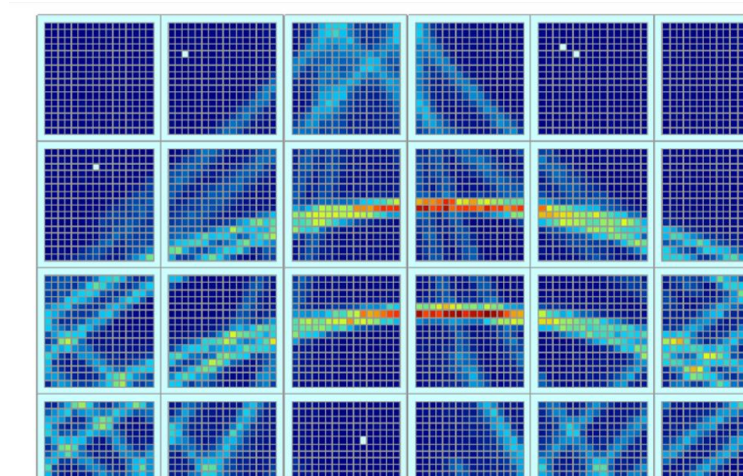
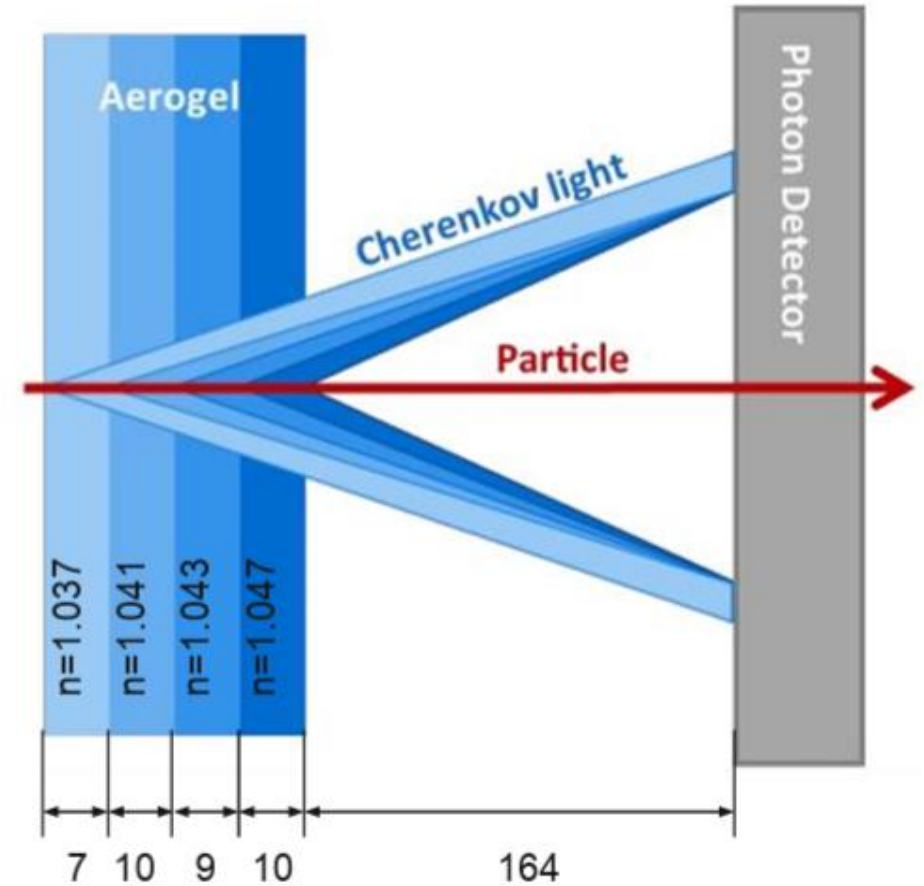
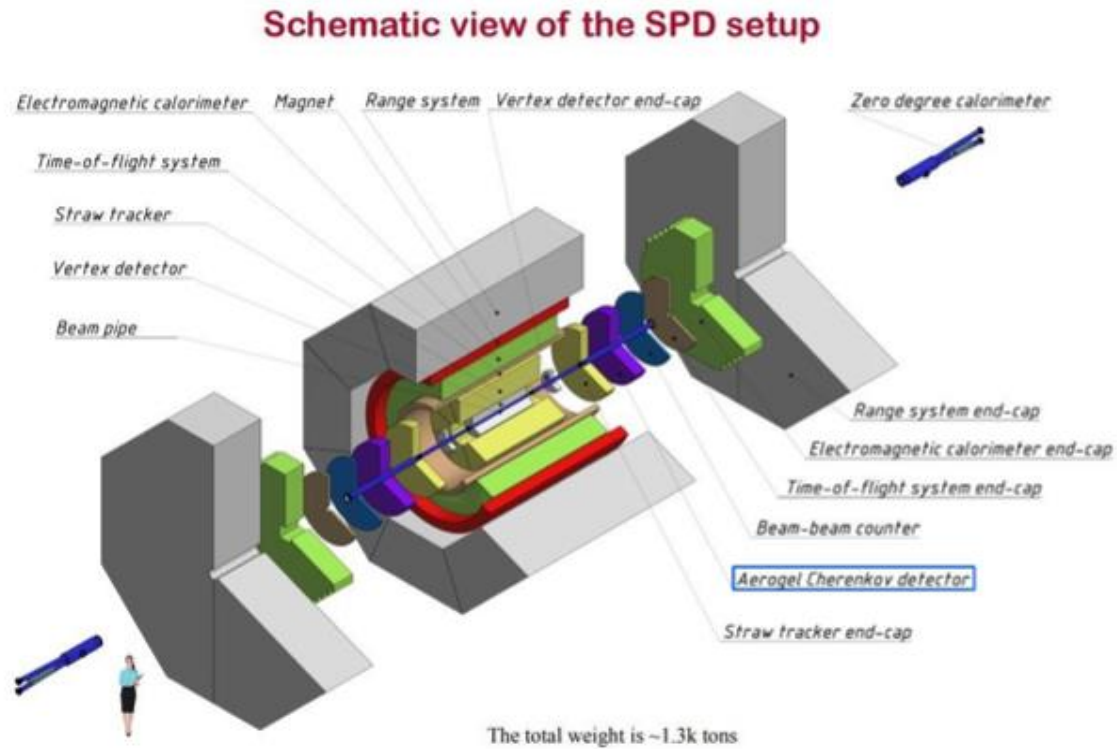


Рис.10 155°

## II. NICA FARICH SPD



# Нормировка и поиск среднего коэффициента преломления

Reference: Angle vs Momentum (High p)

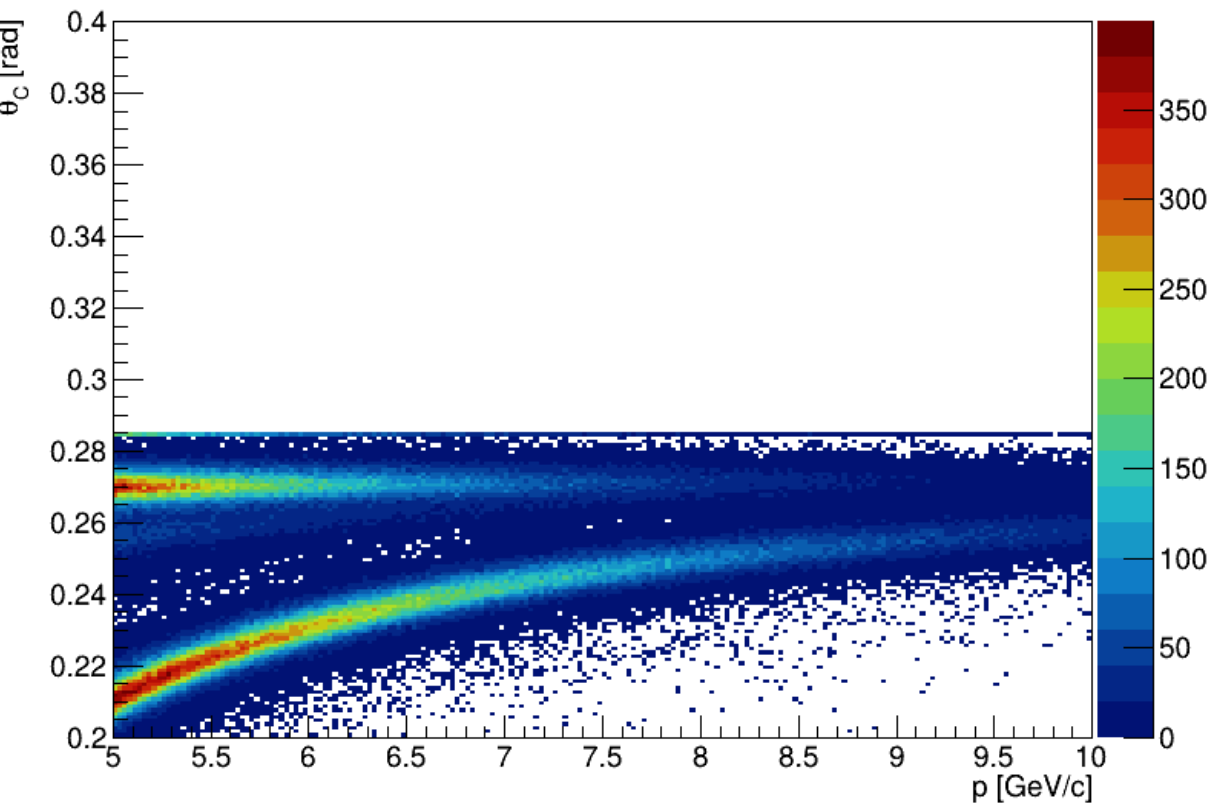


Рис.11 Зависимость черенковского угла от импульса частицы при высоких импульсах

FARICH PID: Average Radius vs Momentum

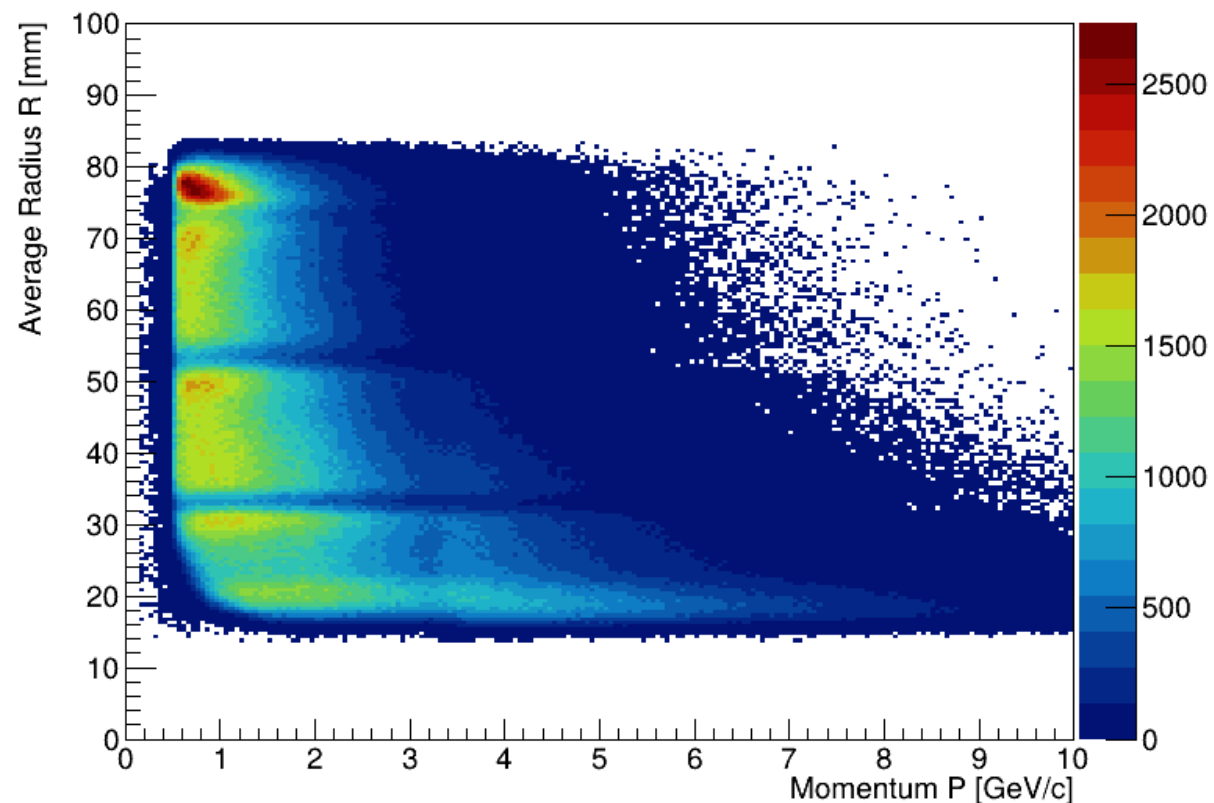


Рис.12 Зависимость среднего радиуса от импульса частицы

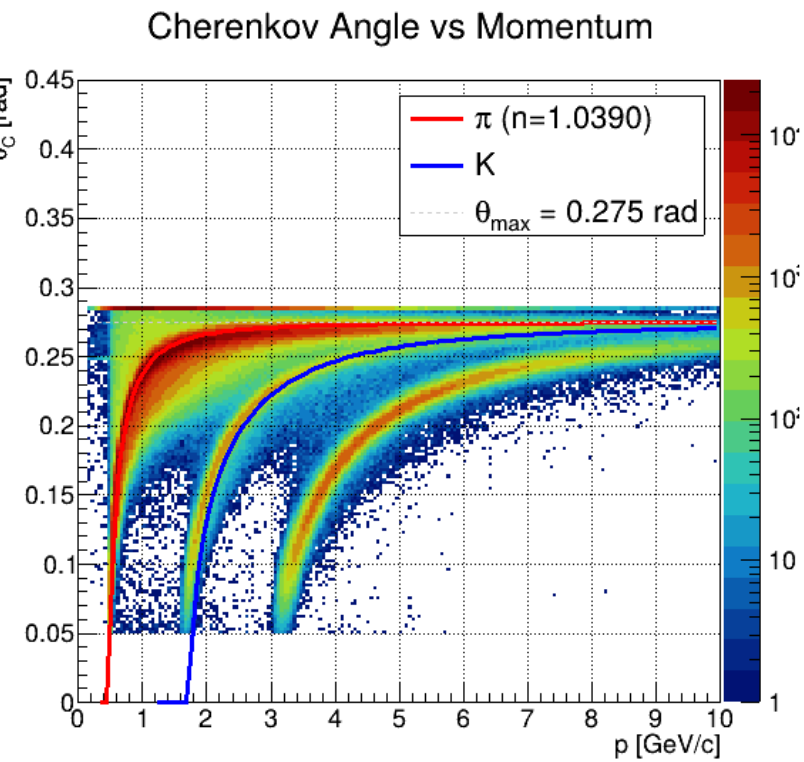


Рис.13 Зависимость черенковского угла от импульса частицы в сравнении с теорией.

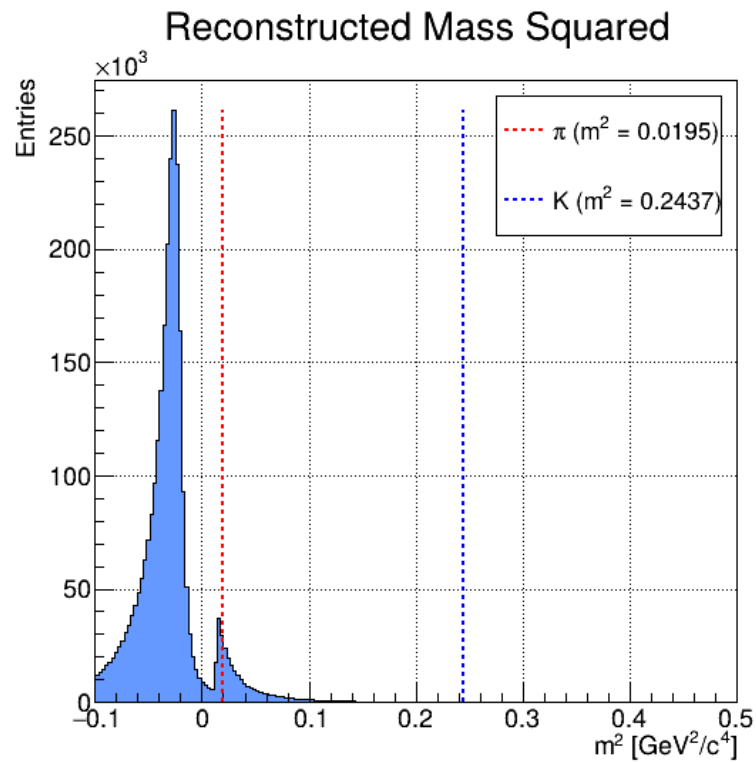


Рис.14 Восстановленное среднее значение квадрата массы

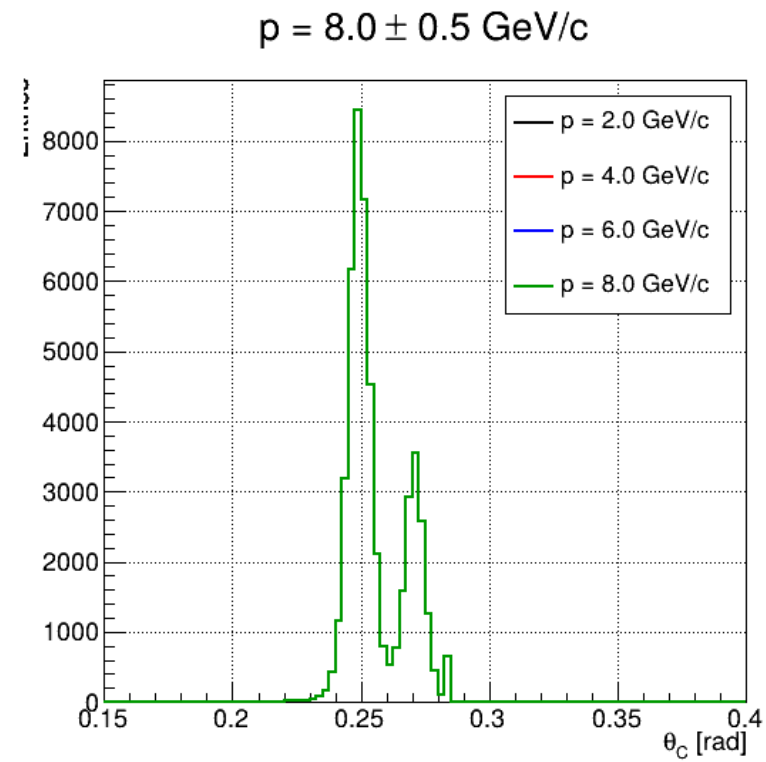
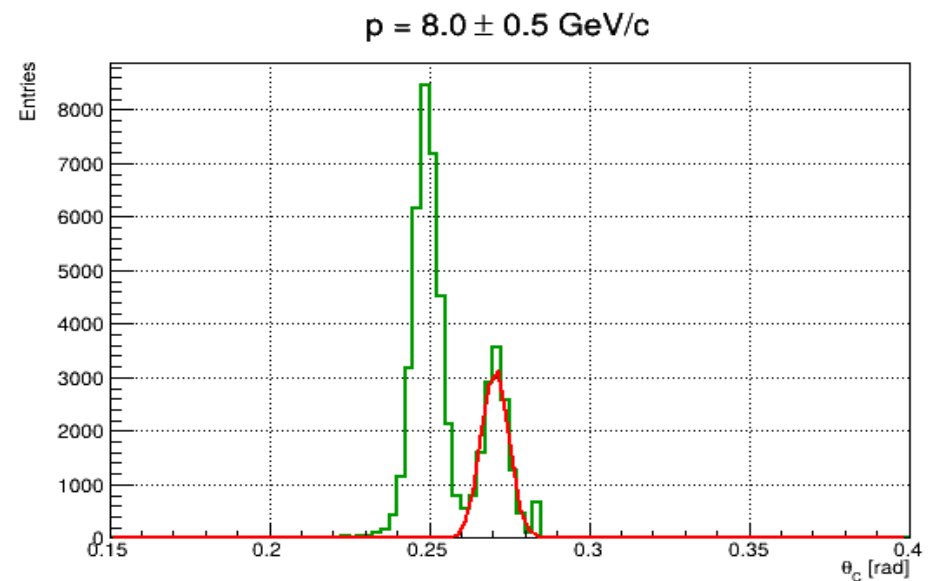
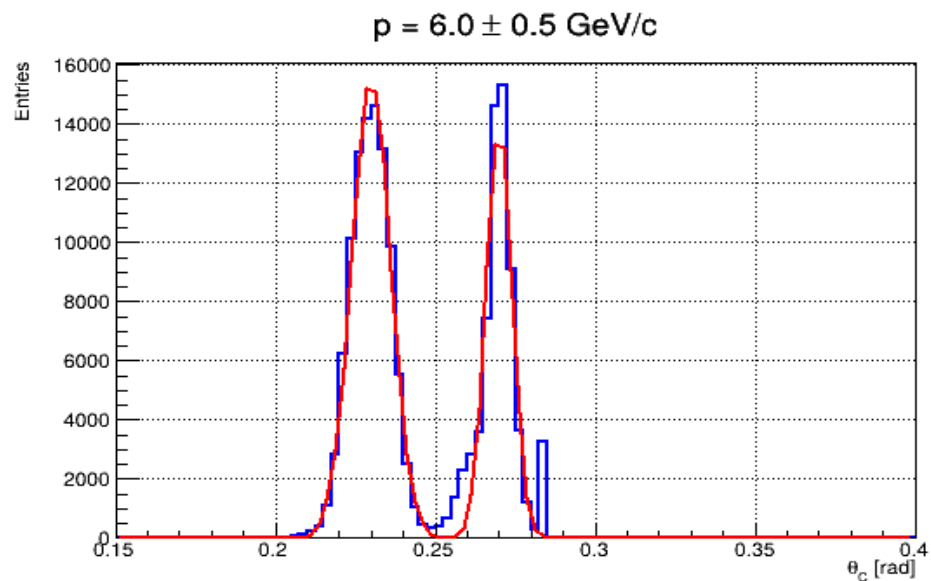
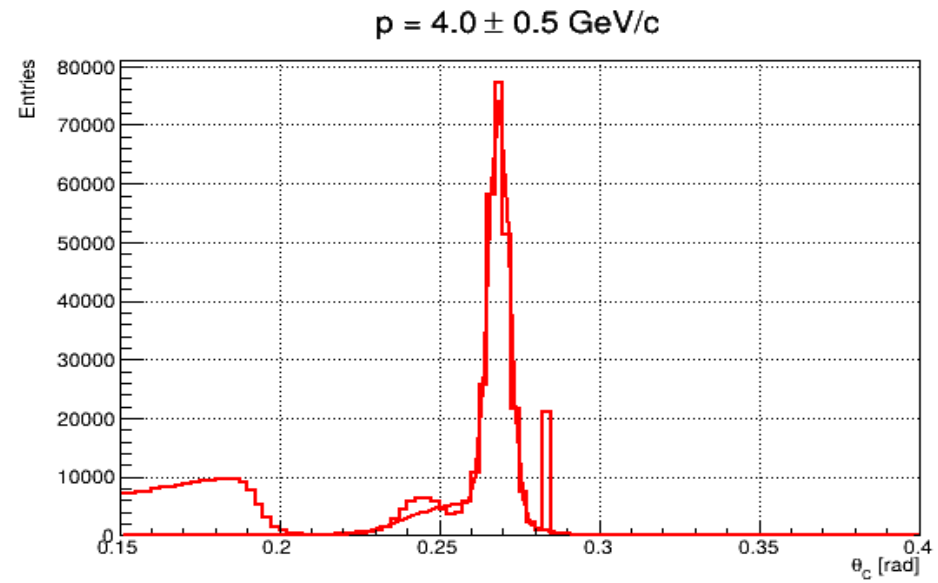
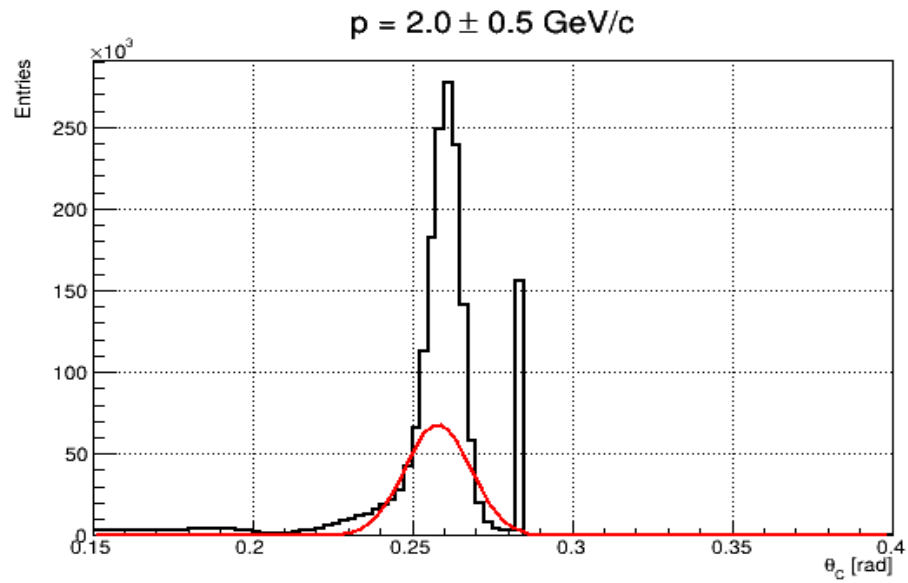
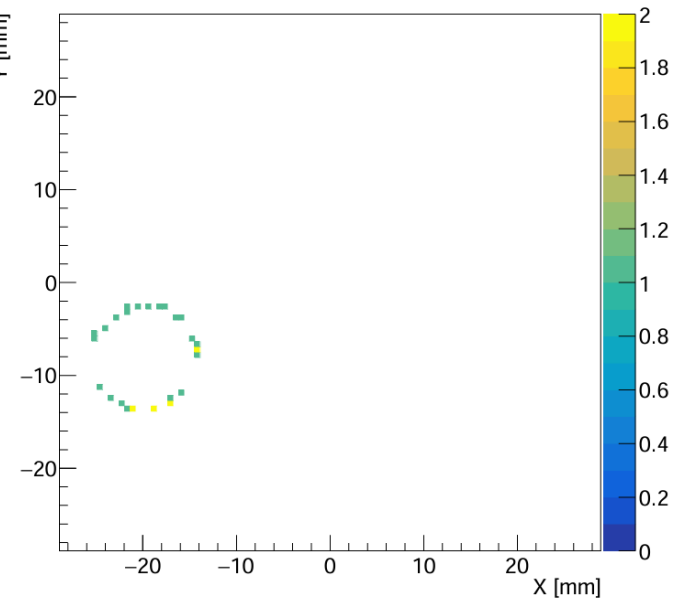


Рис.15 Срез на значении импульса  $8.0 \pm 0.5$  GeV/c

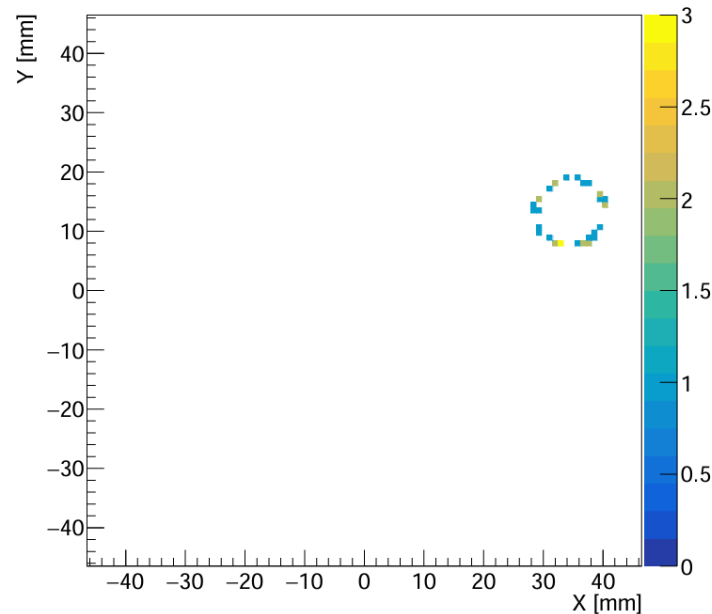
Рис.16 - Рис.19 Срезы на различных значениях импульсов



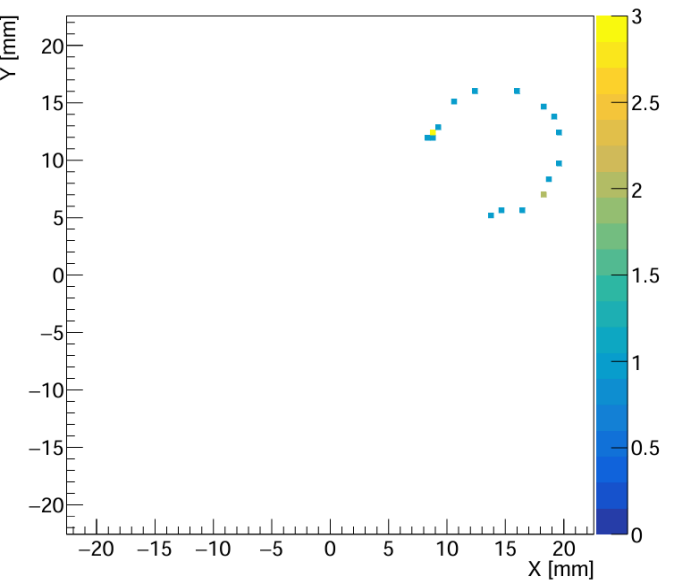
Event 1 | PDG: 211 | Hits: 29



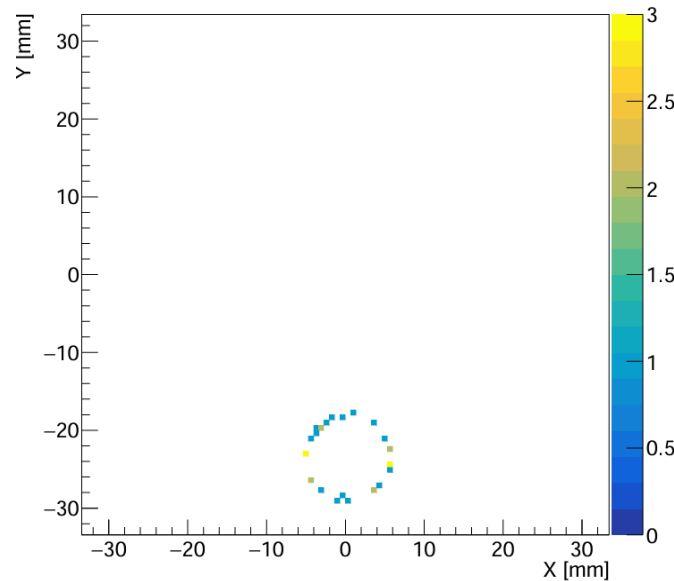
Event 11 | PDG: -211 | Hits: 35



Event 37 | PDG: -211 | Hits: 19



Event 29 | PDG: -211 | Hits: 29




Примеры четырех  
зарегистрированных событий из  
общей выборки в 10 000 событий

# Заключение

---

- На основе моделей детекторов DIRC (ePIC) и FARICH (SPD NICA) проведен комплексный анализ данных моделирования в среде **ROOT**.
- Исследованы координатные распределения хитов на фотоприемниках, подтверждающие корректное формирование черенковских колец.
- Рассчитаны зависимости черенковского угла и восстановленного квадрата массы частиц от их импульса.
- Проведена оценка разделения пионов и каонов во всем исследуемом диапазоне импульсов .



Спасибо за внимание!

---

