



Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Институт ядерной физики и технологий  
Кафедра физики элементарных частиц №40

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Научный руководитель  
к. ф. –м. н.:  
Студент:

А. С. Жемчугов  
К. Ю. Массалов

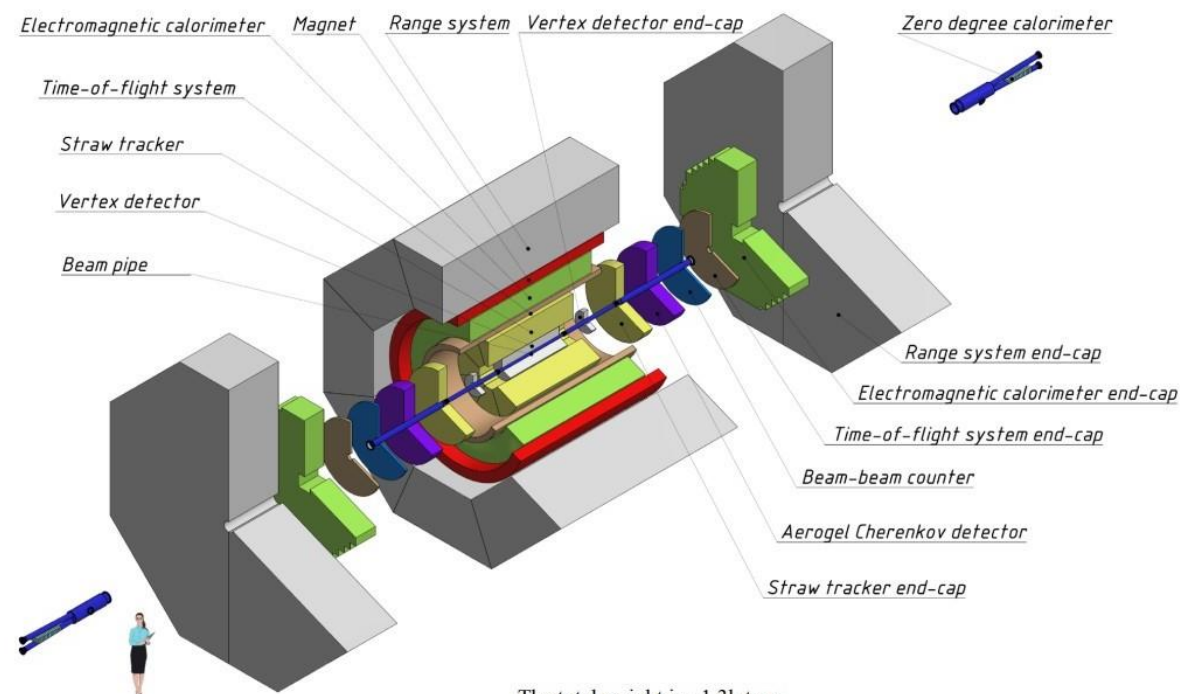
Москва 2023

# Эксперимент SPD



Colliding particles & polarization	$p^\uparrow - p^\uparrow$ $d^\uparrow - d^\uparrow$ $p^\uparrow - d, p - d^\uparrow$
Center-of-mass energy $\sqrt{s_{NN}}$ , GeV	$\leq 27$ ( $p-p$ ) $\leq 13.5$ ( $d-d$ ) $\leq 19$ ( $p-d$ )
Max. luminosity, $10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\sim 1$ ( $p-p$ ) $\sim 0.1$ ( $d-d$ )

### Schematic view of the SPD setup



Частота регистрации событий  $\sim 4$  МГц  
Поток данных  $\sim 2$  ПБ/день или 200 ПБ/год



Онлайн-фильтр для уменьшения потока данных в  $\sim 50$  раз



Классические методы:

- + Легко интерпретируемы
- Довольно медленные
- Сложно распараллеливаются



Искусственные нейронные сети:

- + Легко распараллеливаются и могут быть очень быстрыми
- Сложность интерпретации
- Сложность в оценке ошибки

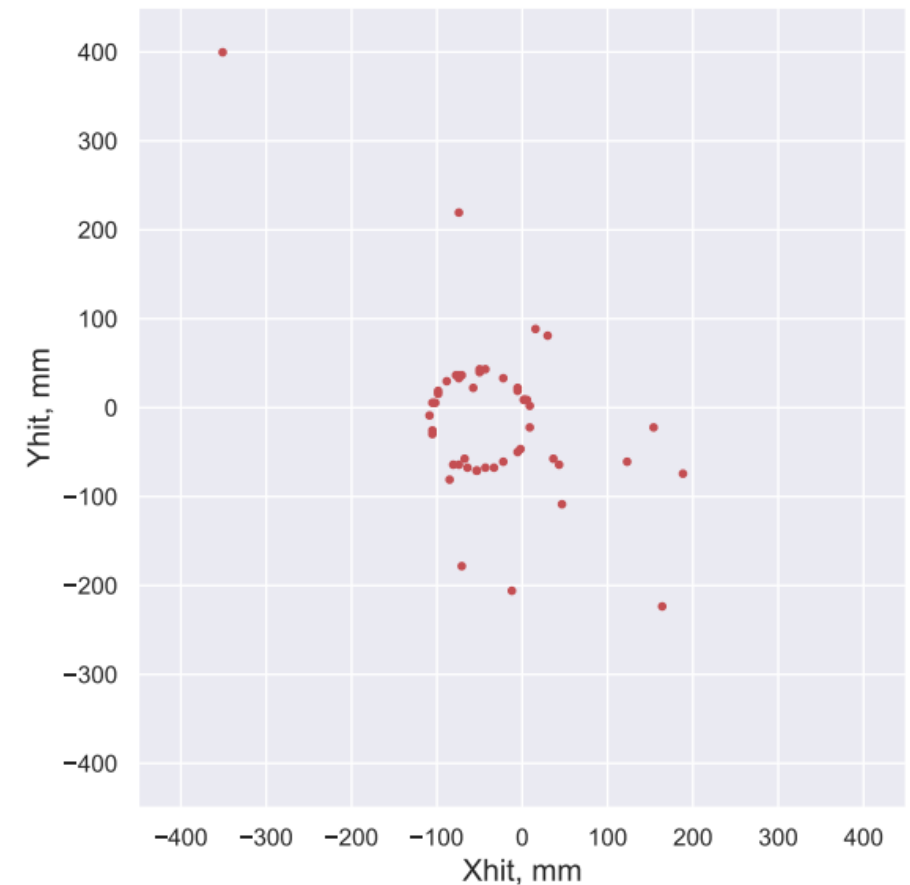
Цель работы:

- 1) Создание нейросетевых методов реконструкции сигналов с детектора FARICH
- 2) Изучение их характеристик и сравнении их с классическими подходами.

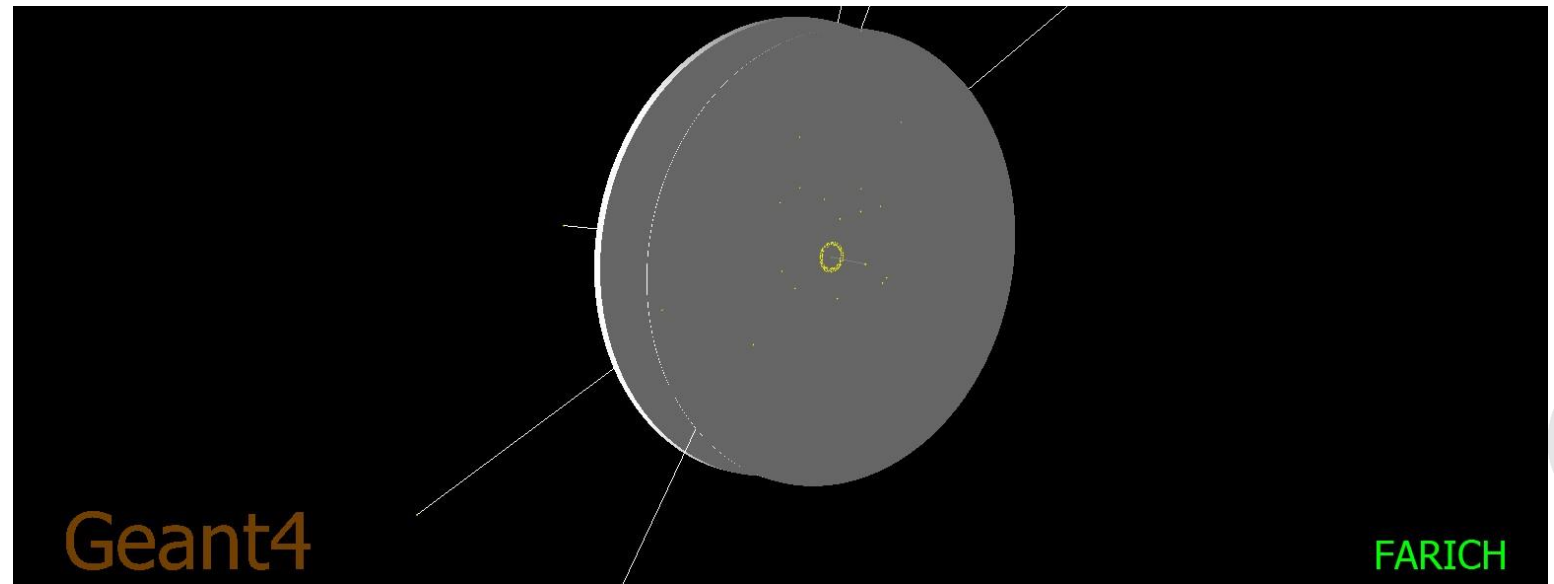
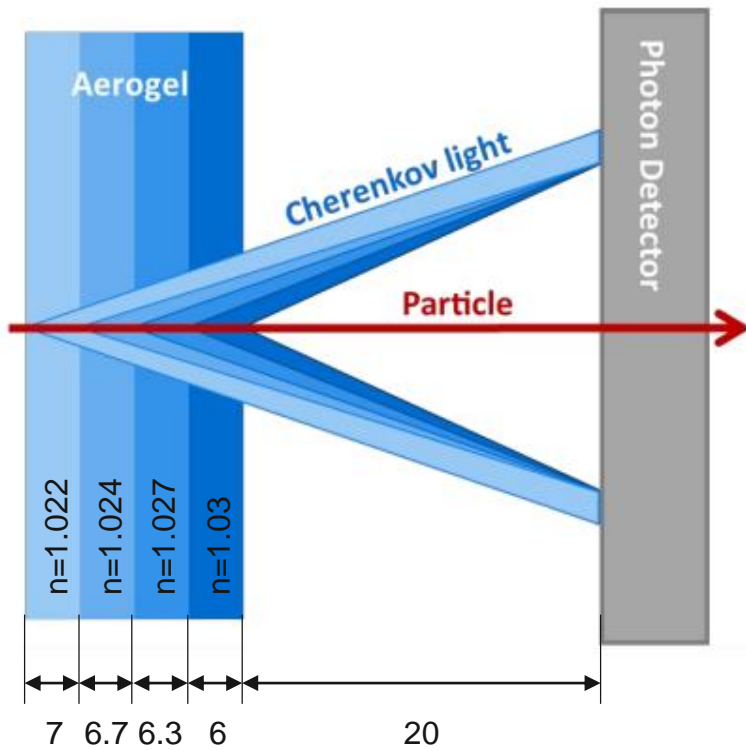
Для этого первоочередными задачами являются обзор существующих методов реконструкции сигналов с FARICH и создание программы моделирования черенковских колец для обучения нейросетей.

# Существующие методы реконструкции черенковских колец

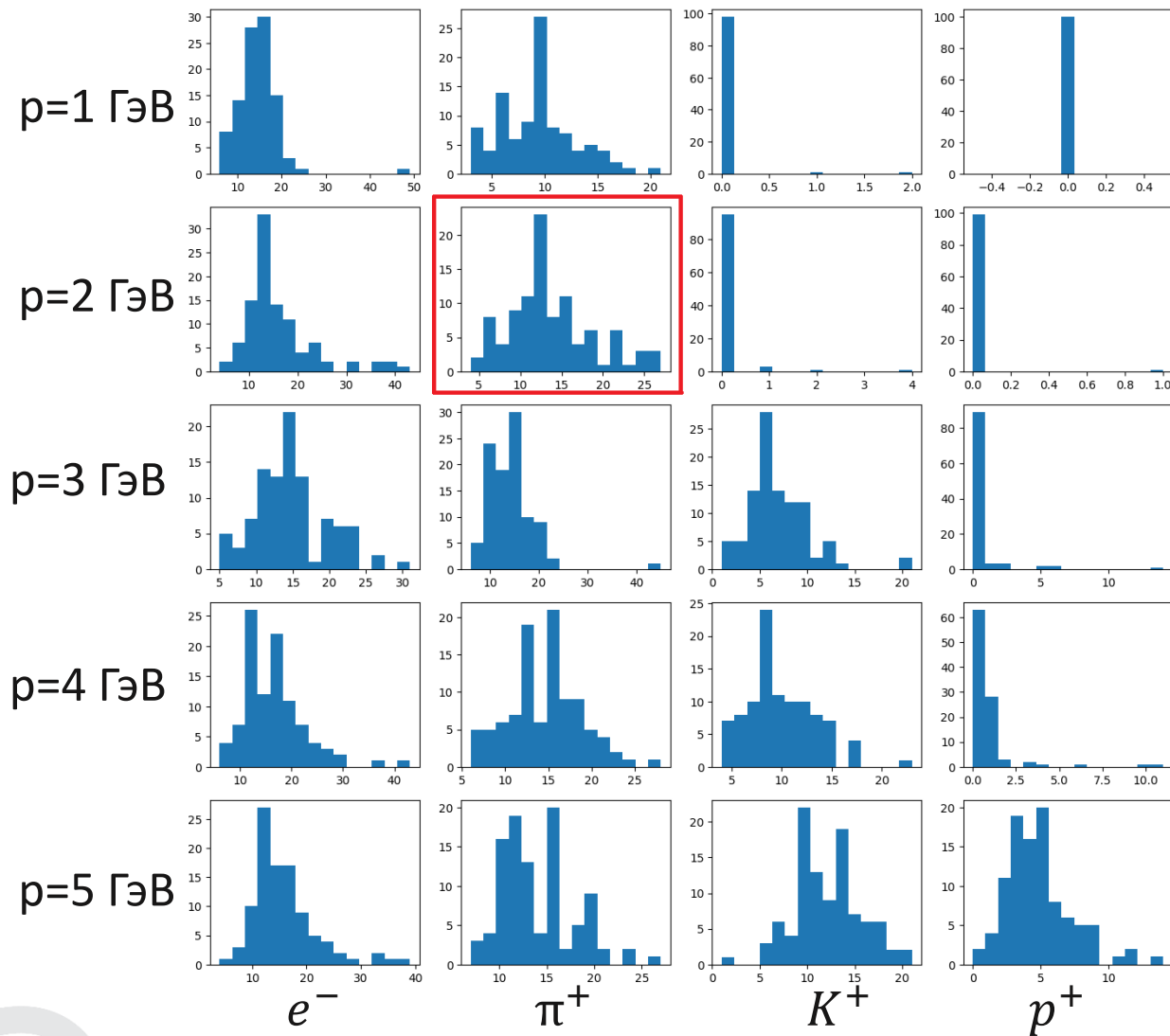
- 1) Разделение частиц по вторым моментам
- 2) Итерационный метод
- 3) Максимизация функции правдоподобия
- 4) Метод масок
- 5) Нечеткая кластеризация
- 6) Преобразования Хафа
- 7) Градиентные методы минимизации функции потерь



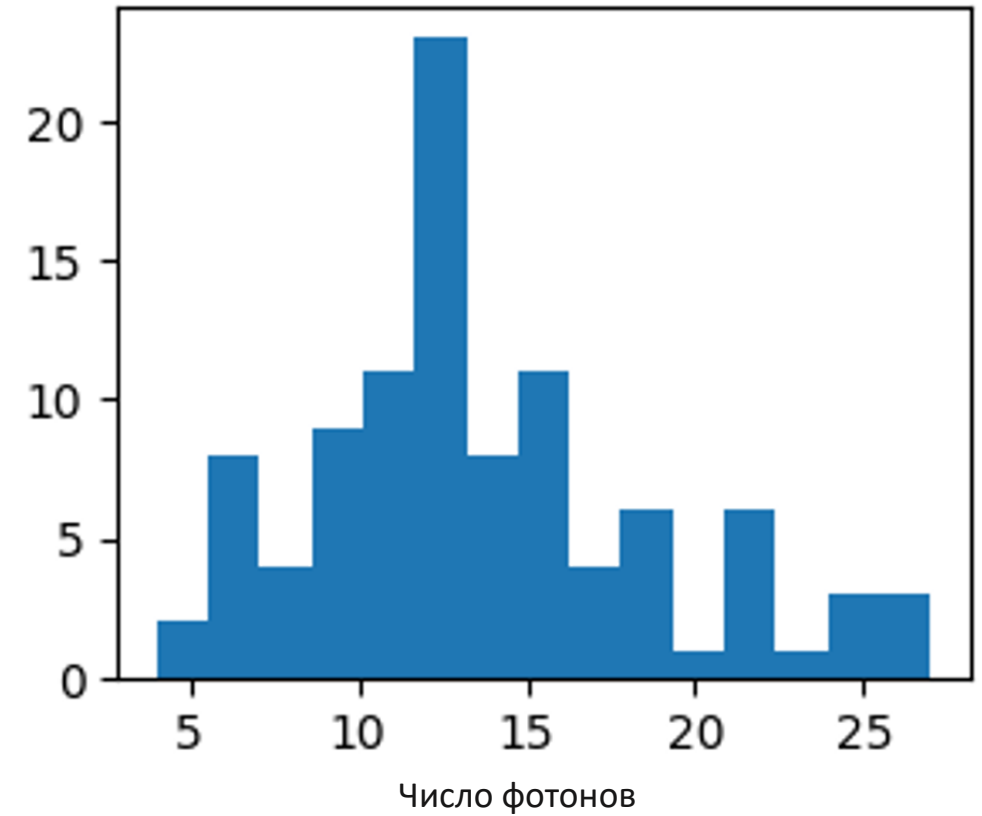
# Моделирование детектора FARICH



# Моделирование событий



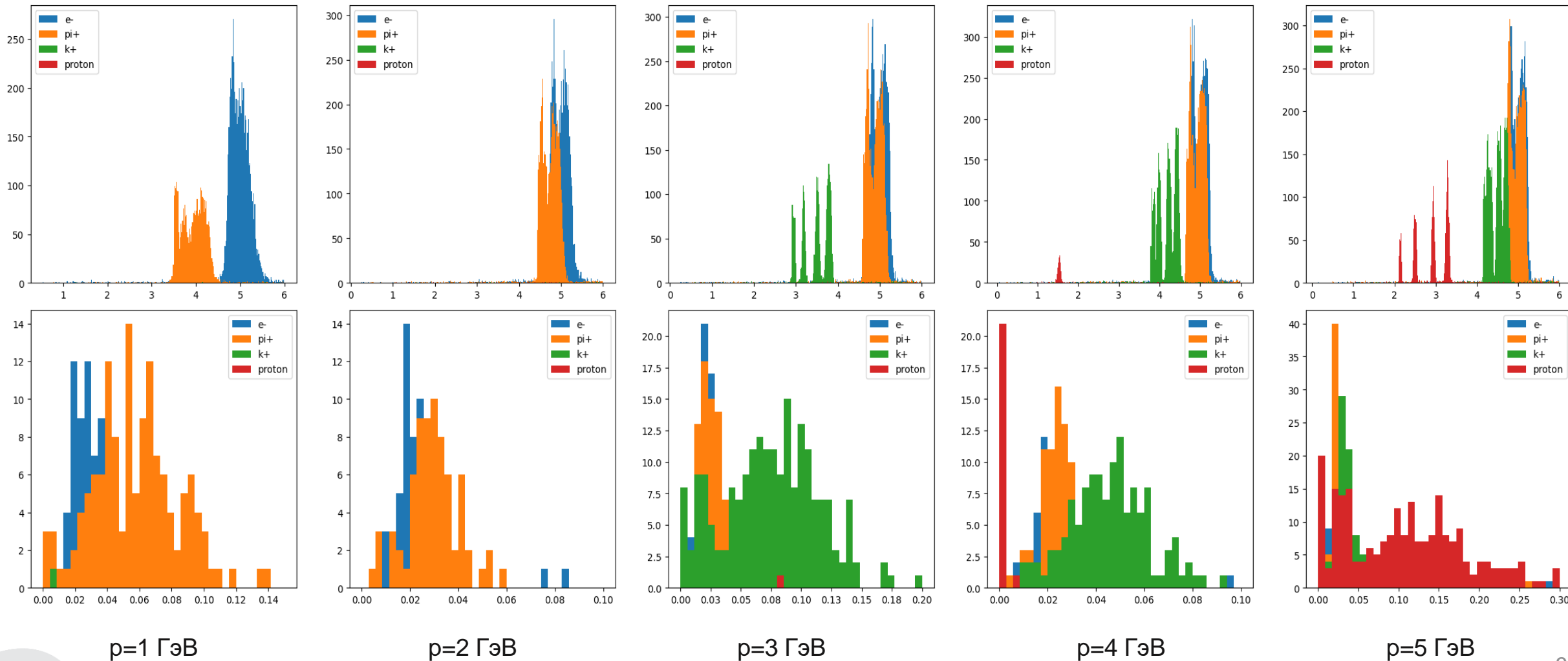
Спектр фотонов для  $\pi^+$  при импульсе 2 ГэВ





# Моделирование событий

Радиусы колец (сверху) и вторые центральные моменты (снизу)



В ходе работы сделан обзор основных методов реконструкции колец в RICH детекторах.

При помощи программного пакета GEANT4 смоделированы события пролета разных частиц при разных импульсах через детектор FARICH. Построены гистограммы для радиусов и вторых центральных моментов получившихся колец. Из получившихся гистограмм сделан вывод о возможности разделения  $\pi^+$ ,  $K^+$ ,  $p^+$ , но эффективность такого метода невысока.

В дальнейшей работе планируется уточнение модели детектора с более точным учетом эффективности детектирования черенковских фотонов, изучение эффективности классических алгоритмов восстановления с учетом различных углов падения частиц на радиатор FARICH, а также разработка и обучение нейросети для идентификации частиц.

**Спасибо за внимание!**



$$w_k = \frac{y_k}{\sum_i y_i} \quad (1)$$

$$J = \sum_{i=1}^C \sum_{j=1}^N u_{ij} d_{ij}^2 \quad (2)$$

$$M(a, b, c) = \sum_{i=1}^N [((x_i - a)^2 + (y_i - b)^2 - R^2)^2 / R^2] \quad (3)$$

$$L(x_{F_1}, y_{F_1}, x_{F_2}, y_{F_2}, a) = \sum_{i=1}^N (\sqrt{(x_i - x_{F_1})^2 + (y_i - y_{F_1})^2} + \sqrt{(x_i - x_{F_2})^2 + (y_i - y_{F_2})^2} - 2a)^2 \quad (4)$$

$$\mu_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\sqrt{x_i^2 + y_i^2} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (\sqrt{x_j^2 + y_j^2})) \quad (5)$$