

Метод
тождественности для идентификации
заряженных
частиц в эксперименте STAR

Выполнил студент 409 группы

Кирютин Иван Сергеевич

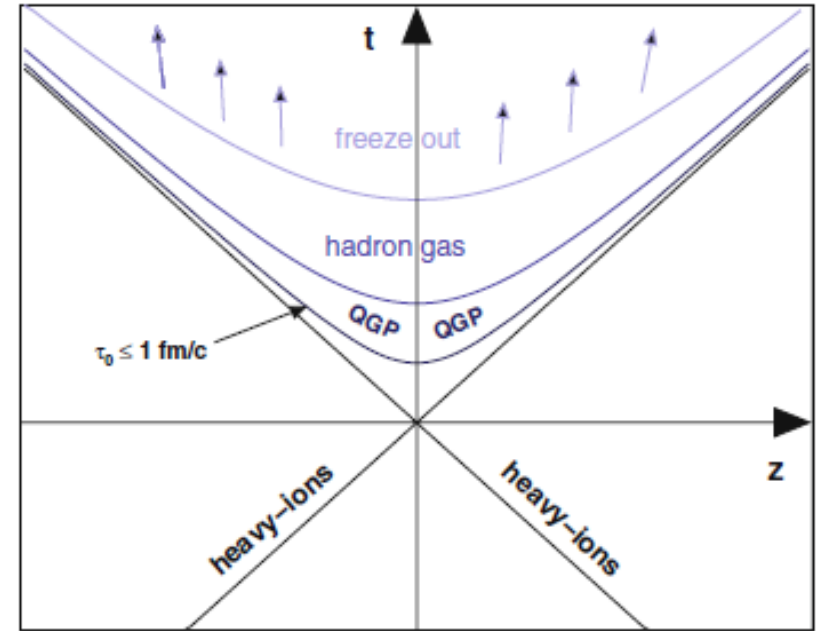
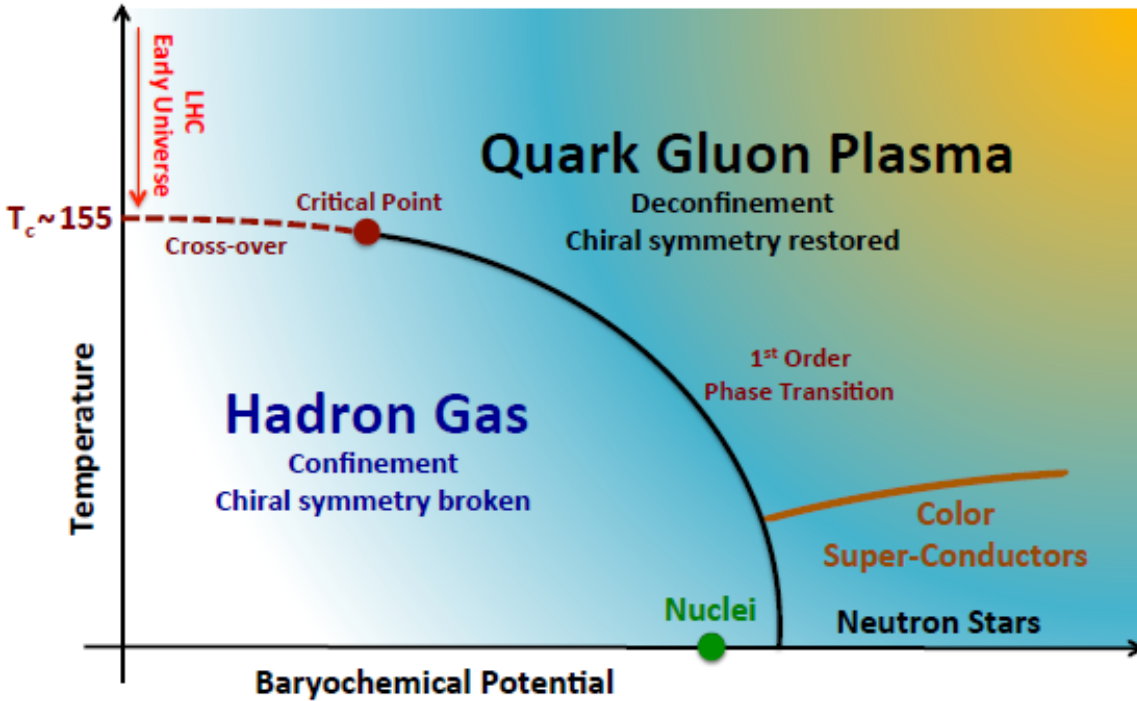
Научный руководитель

Ольшевский Александр Григорьевич

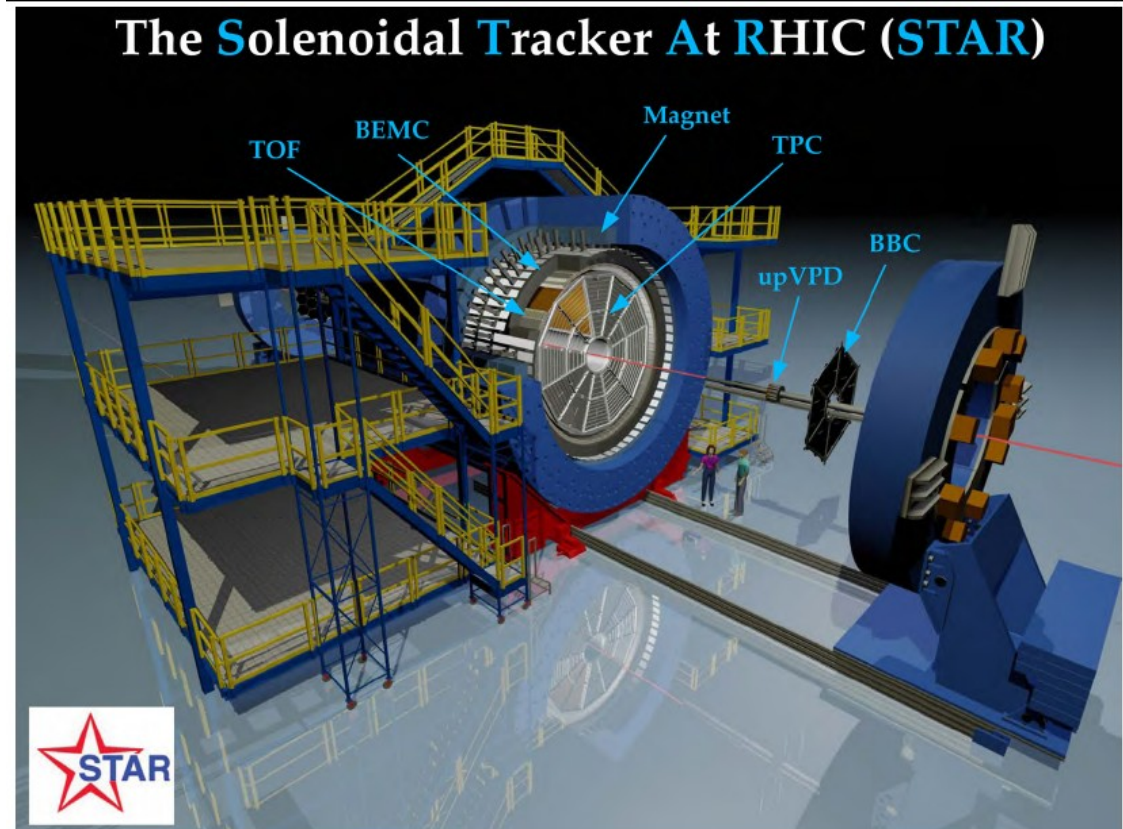
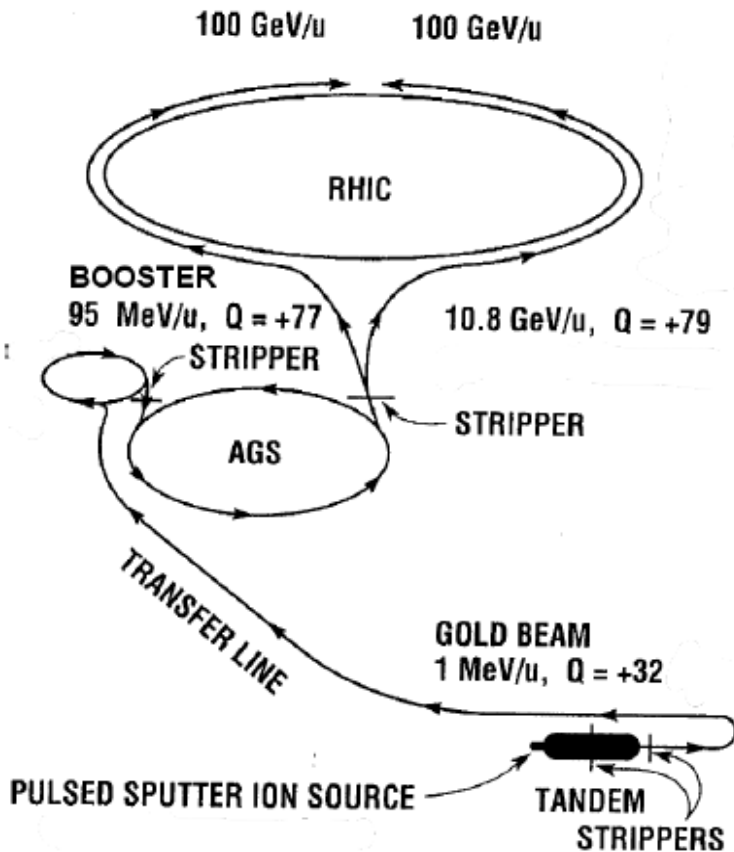
Консультант

Апарин Алексей Андреевич

Столкновение тяжёлых ионов. Фазовая диаграмма КХД



Ускорительный комплекс RHIC и эксперимент STAR

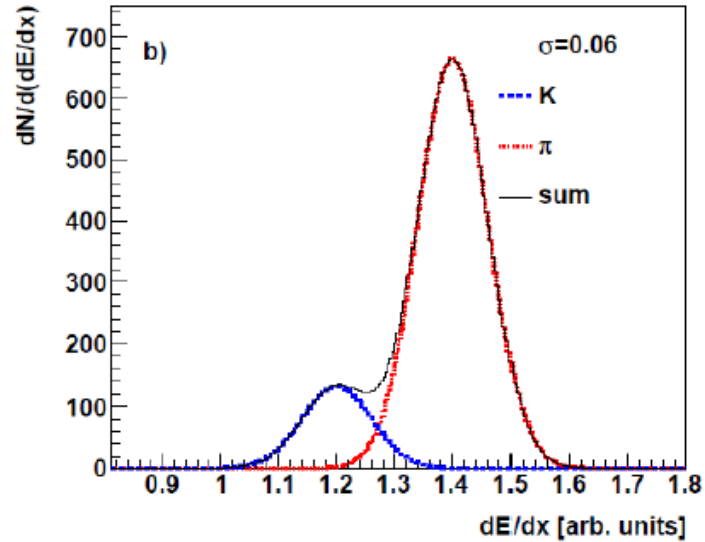
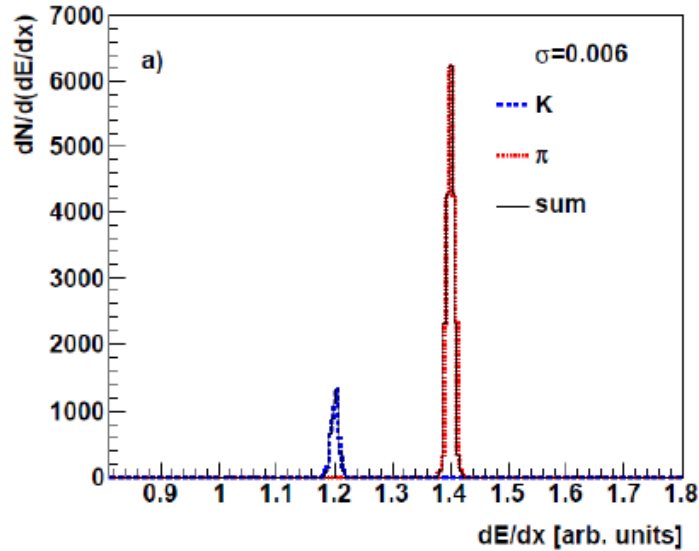


Значимость и цели работы

Практическая значимость. Одной из возможностей повысить доступную статистику является более проведение более эффективной идентификации заряженных частиц. В рамках дипломной работы была сделана попытка применения статистического подхода идентификации частиц к данным установки STAR, полученным в 2011 году при энергии столкновений Au-Au 11 ГэВ.

Цели и задачи исследования. Целью данной работы было проведение анализа распределений потерь энергии заряженных частиц во время проекционной камере установки STAR при столкновении ядер золота при энергии 11 ГэВ.

Эффект неполной идентификации



Если разность распределений потерь энергии для двух частиц достаточно велика, то идентификации позволяет и однозначно распознать эти частицы, что становится невозможным в случае, когда распределения начинают пересекаться

Метод тождественности. Основные величины.

$$\int d m \rho_K(m) = \langle N_K \rangle$$

$$\int d m \rho(m) = \langle N \rangle \equiv \langle N_K \rangle + \langle N_\pi \rangle \quad \rho(m) = \rho_K(m) + \rho_\pi(m)$$

$$Z = X - \bar{X} \quad Z = \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) \quad \omega_K = \frac{\rho_K}{\rho}$$

$$\Psi \equiv \frac{\langle Z^2 \rangle}{\langle N \rangle} - \bar{Z}^2$$

Метод тождественности на STAR

$$v_{dyn} = \frac{\langle N_K(N_K - 1) \rangle}{\langle N_K^2 \rangle} + \frac{\langle N_\pi(N_\pi - 1) \rangle}{\langle N_\pi^2 \rangle} - 2 \frac{\langle N_K N_\pi \rangle}{\langle N_K \rangle \langle N_\pi \rangle}$$

- Можно показать, что (см Identity method to study chemical fluctuations in relativistic heavy-ion collisions Marek Gazdzicki Katarzyna Grebieszko and Maja Mackowiak)

$$\Psi = \frac{\langle N_\pi \rangle^2 \langle N_K \rangle^2}{\langle N \rangle^3} v_{dyn}$$

Метод тождественности. Алгоритм

1) Извлечь распределение частицы (например каона) $\rho_K(X)$ из общего распределения $\rho(X)$ соблюдая условия нормировки

2) Для каждой частицы определить $\omega_K = \frac{\rho_K}{\rho}$

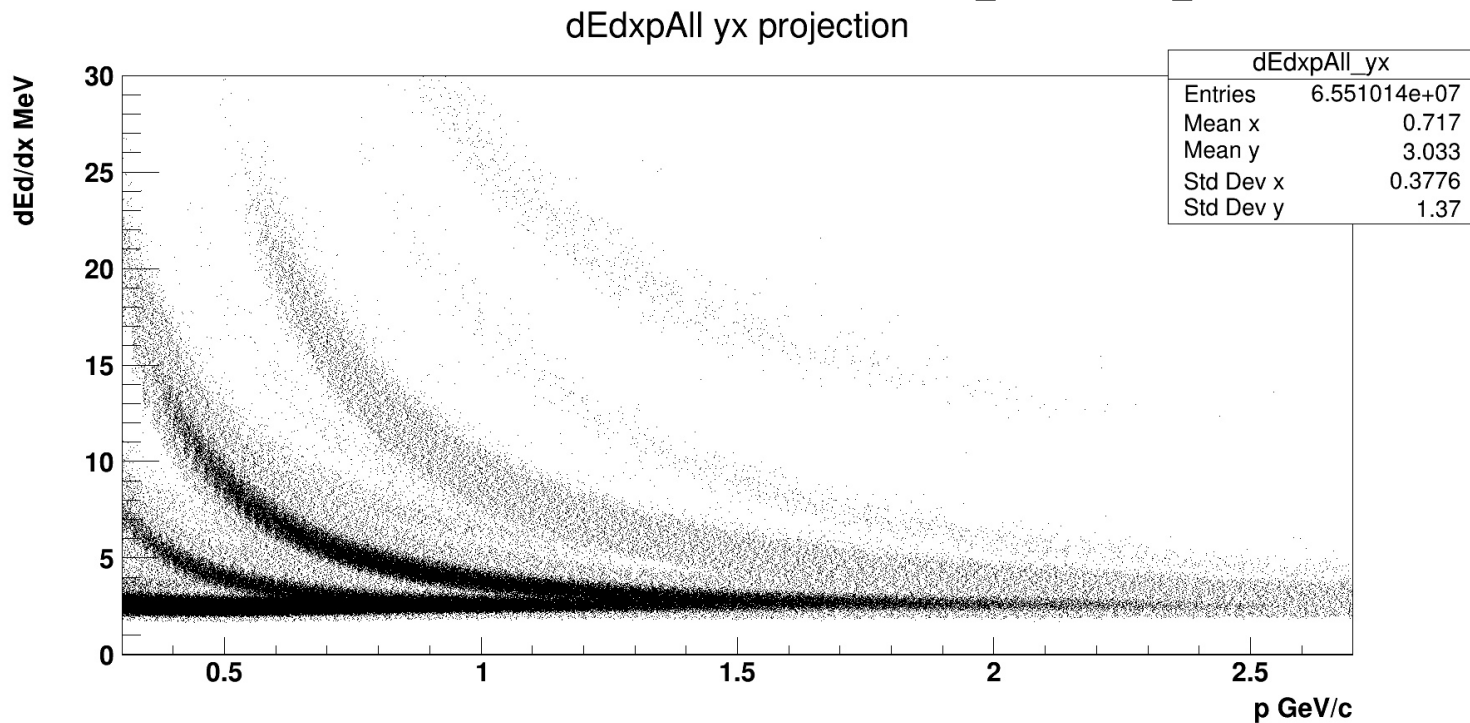
3) Посчитать величину $\Psi \equiv \frac{\langle Z^2 \rangle}{\langle N \rangle} - \bar{Z}^2$ К данной величине ещё не применена поправка на метод тождественности.

4) Зная средние множественности подсчитать величину $V_R = \frac{\langle N_\pi \rangle \langle N_K \rangle}{\langle N \rangle}$

5) Подсчитать по всем частицам величину $V_I \equiv \int dX \rho(X) \omega_K(X) (1 - \omega_K(X))$

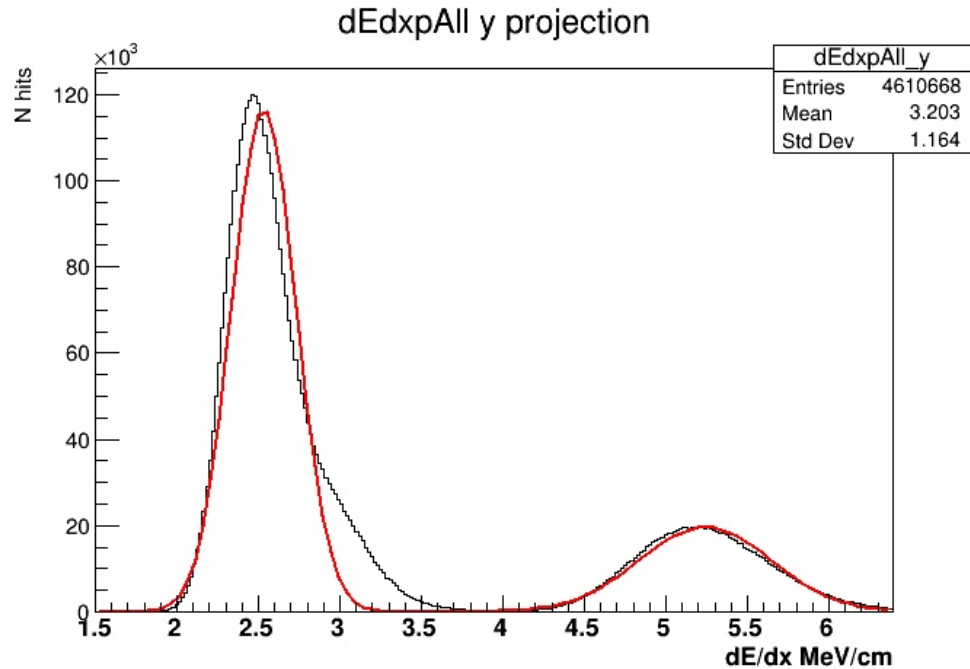
6) Вычислить $\Psi_{CI} \equiv \frac{\Psi}{1 - V_I/V_R}$ это и есть искомая величина, к которой применена поправка на метод тождественности.

Получения распределений и проверка идентичности их характера

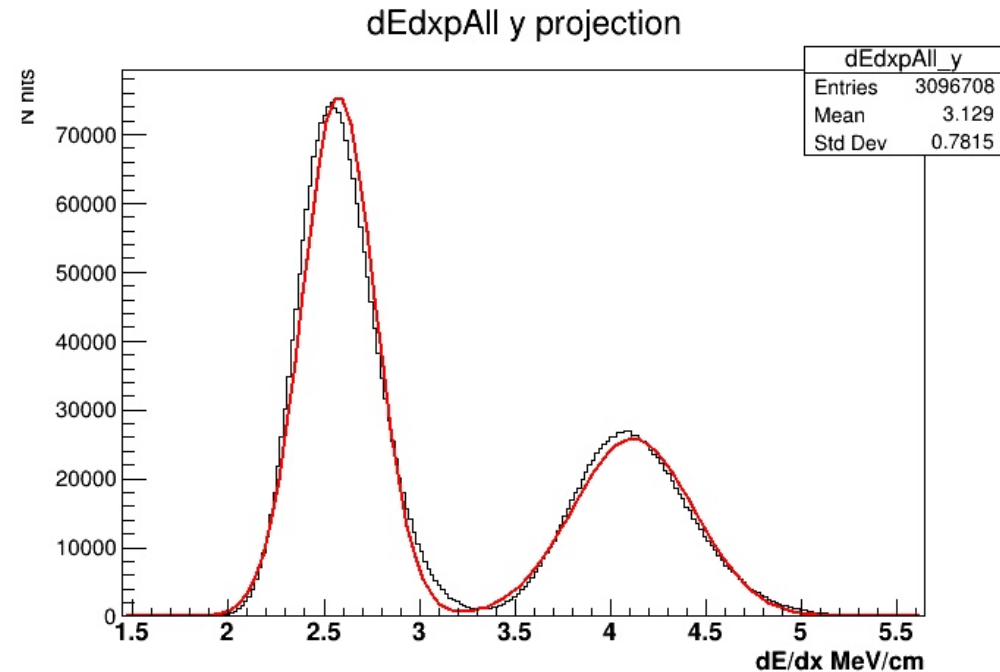


Основное предположение: Характеры распределений перекрывающихся пиков могут быть восстановлены из распределений, чьи пики не подвержены наложению друг на друга, т.е. частицы в них однозначно идентифицируются.

Полученные распределения при различных интервалах импульсов



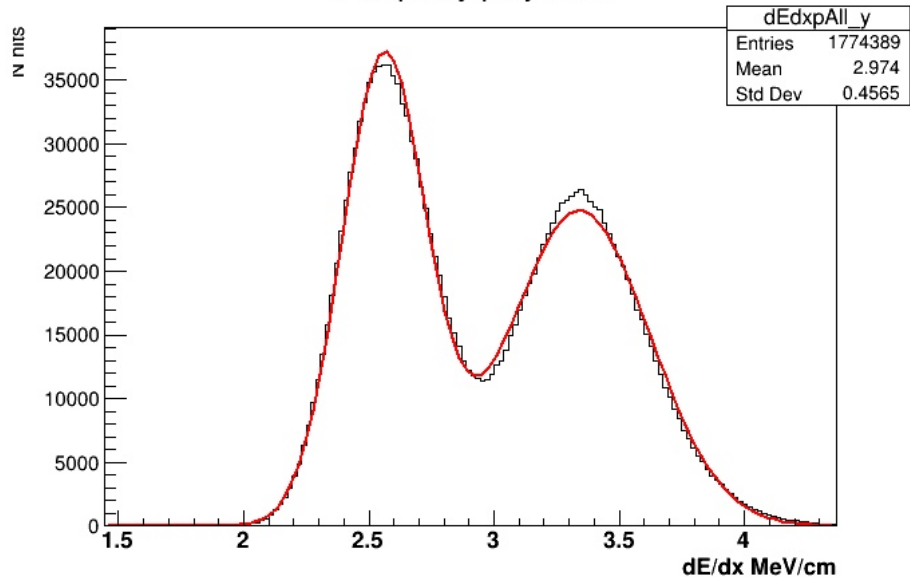
Распределение в интервале импульсов 470-540 МэВ/с



Распределение в интервале импульсов 670-740 МэВ/с

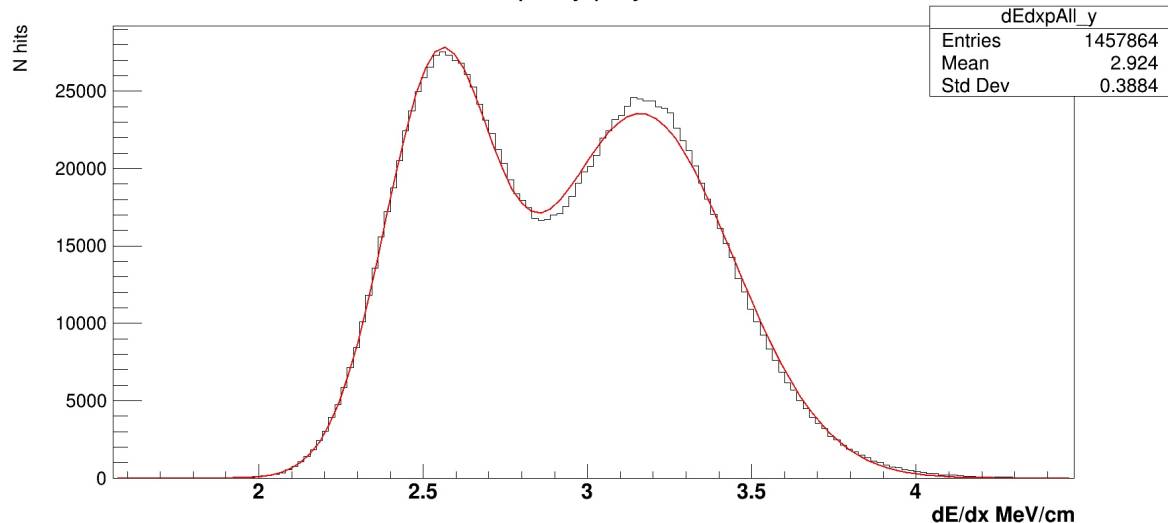
Полученные распределения при различных интервалах импульсов

dEdxpAll y projection



Распределение в интервале импульсов 0,94-1,01 ГэВ/с

dEdxpAll y projection



Распределение в интервале импульсов 1,03-1,1 ГэВ/с

Проведя фитирование гистограмм функцией Гаусса вида $p_0 \exp \frac{-(x-p_1)^2}{2 p_2^2} + p_3 \exp \frac{-(x-p_4)^2}{2 p_5^2}$, мы увидим, что оба распределения довольно неплохо описываются функцией Гаусса.

NO	Parameter name	Value	Error	Size	Derivative	NO	Parameter name	Value	Error	Size	Derivative
1	p0	1.30085e+05	7.90186e+01	1.06294e-03	2.86294e-07	1	p0	8.29803e+04	6.28027e+01	2.22049e-01	3.72235e-07
2	p1	2.53332e+00	1.62554e-04	1.31395e-07	2.82262e-01	2	p1	2.57603e+00	1.56048e-04	6.17607e-07	1.28244e-01
3	p2	1.98622e-01	8.52223e-05	3.22069e-08	3.94870e-01	3	p2	1.91883e-01	9.22360e-05	1.67204e-07	2.62533e-01
4	p3	3.13027e+04	3.24676e+01	1.49489e-02	8.93790e-07	4	p3	3.64285e+04	3.77908e+01	2.02127e-02	4.91534e-07
5	p4	5.24106e+00	4.16452e-04	2.96403e-07	2.30093e-03	5	p4	4.11649e+00	3.09794e-04	1.04438e-06	1.24739e-02
6	p5	4.07275e-01	3.04283e-04	1.70451e-07	7.04704e-02	6	p5	3.16225e-01	2.59420e-04	2.25355e-07	6.44214e-03

NO	Parameter name	Value	Error	Size	Derivative	NO	Parameter name	Value	Error	Size	Derivative
1	p0	3.78181e+04	4.66714e+01	3.43218e-02	9.06058e-06	1	p0	2.59062e+04	5.60260e+01	2.15457e+00	7.11524e-06
2	p1	2.55976e+00	2.65341e-04	6.69188e-07	3.18062e-01	2	p1	2.54335e+00	4.36477e-04	1.49247e-05	1.64963e+00
3	p2	1.68751e-01	1.74463e-04	7.72249e-07	3.57052e-01	3	p2	1.63364e-01	2.64838e-04	1.04146e-05	1.06242e-01
4	p3	3.28831e+04	3.72270e+01	2.90923e-01	7.45688e-06	4	p3	3.13016e+04	4.15510e+01	1.99971e+00	1.06242e-01
5	p4	3.34101e+00	4.17388e-04	2.13268e-07	1.70892e+00	5	p4	3.16197e+00	6.69015e-04	2.01722e-05	1.09717e-05
6	p5	2.81146e-01	3.75426e-04	1.87866e-06	1.39841e+00	6	p5	2.81285e-01	4.90631e-04	1.64804e-05	2.57709e+00

Результаты работы

- 1) Обработана статистика эксперимента STAR по столкновениям ядер золота при энергии центра масс 11 ГэВ
- 2) Получены распределения потерь энергии заряженных частиц в зависимости от полного импульса и быстроты.
- 3) Предложен метод идентификации частиц с использованием статистического подхода.
- 4) Проведена обработка полученных зависимостей потерь энергии для частиц разных типов с помощью программного пакета ROOT.
- 5) Проведено сравнение параметров аппроксимирующей функции потерь энергии в разных интервалах полного импульса заряженных частиц.

Спасибо за внимание!