

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени
М.В.ЛОМОНОСОВА»
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

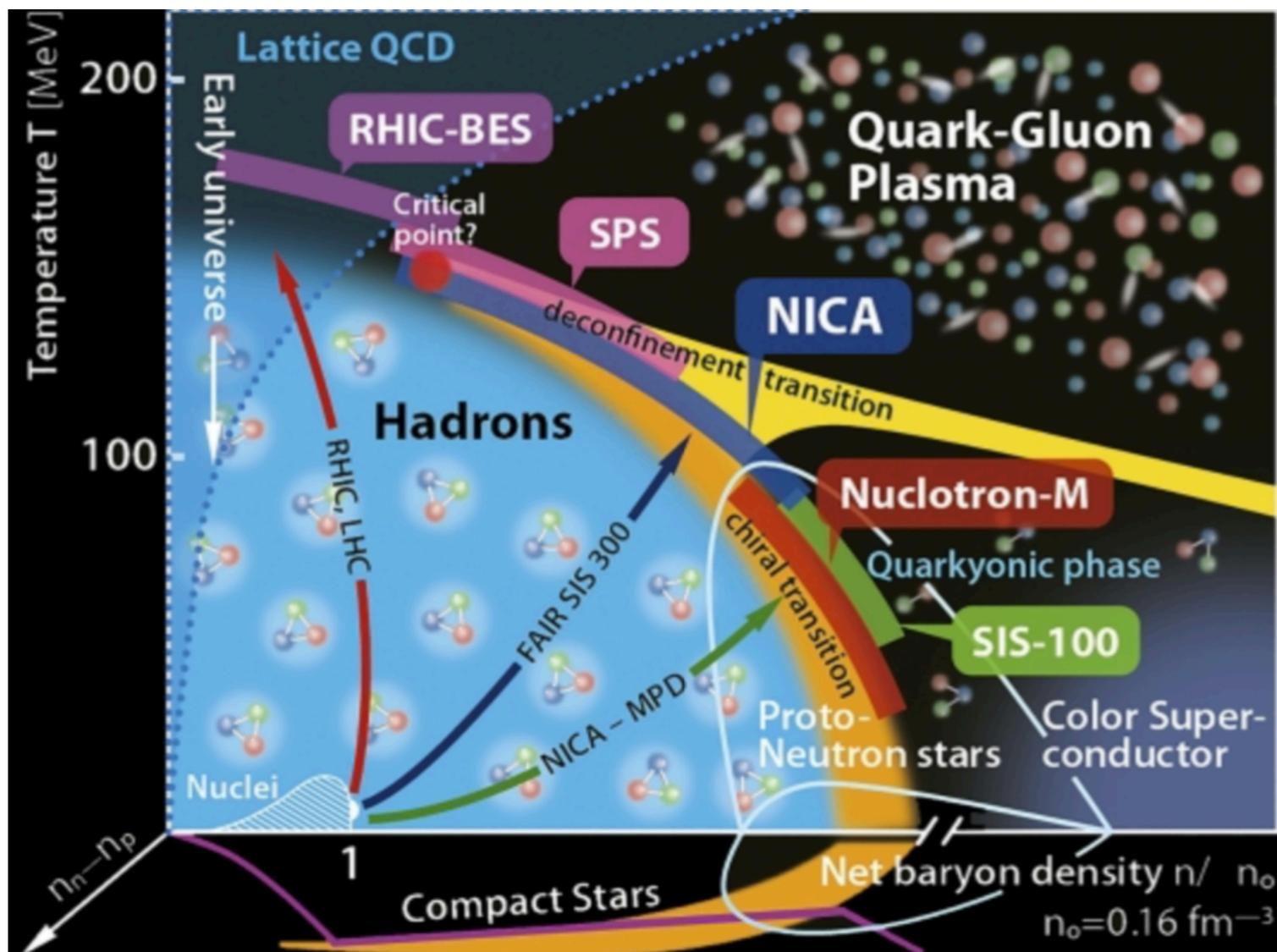
**Проверка возможности применения метода
тождественности для идентификации
заряженных частиц в экспериментах на
ускорителе NICA**

Выполнила Алейникова П. Ю.
Научный руководитель Ольшевский А. Г.
Консультант Апарин А. А.

Задачи исследования.

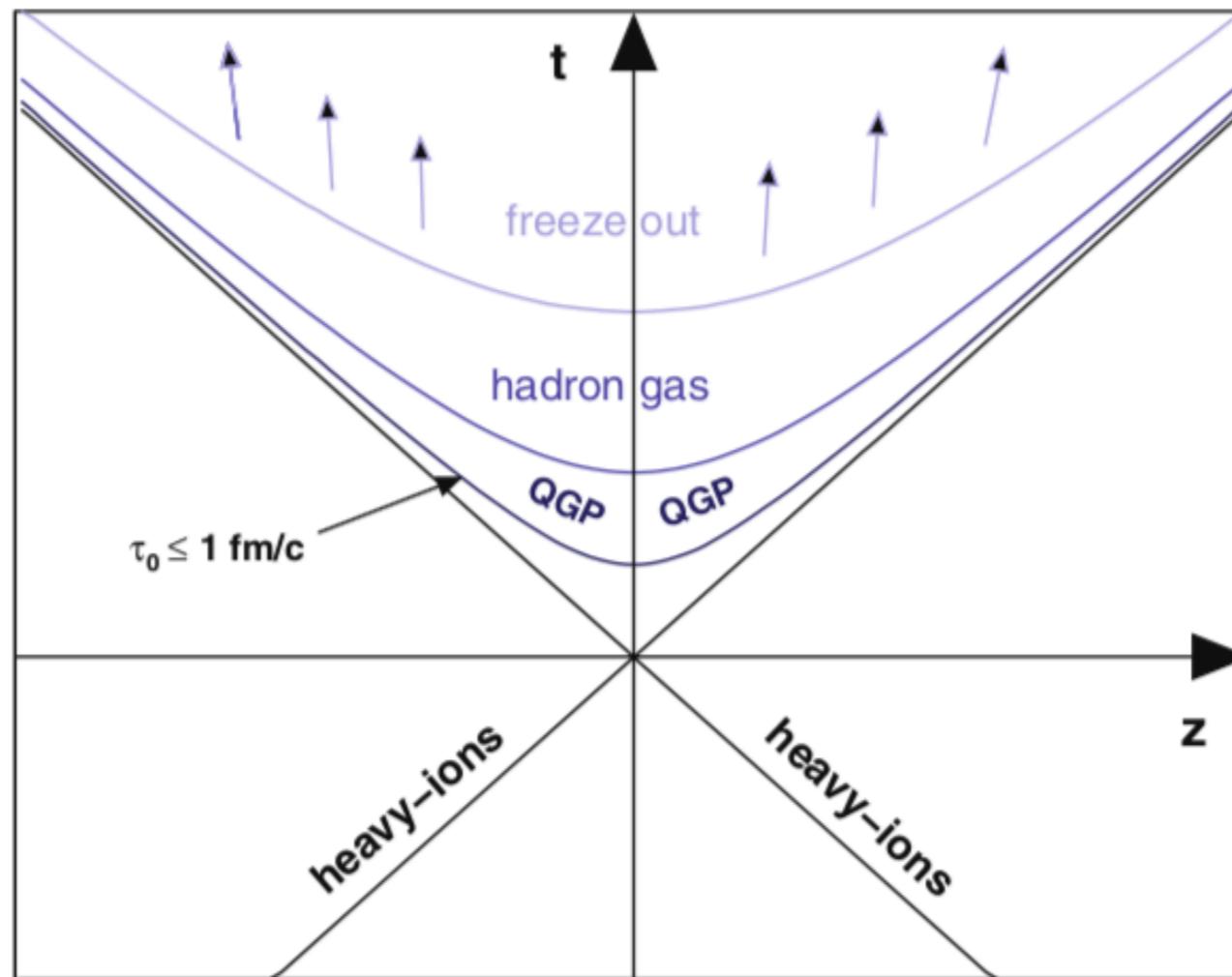
1. Провести Монте-Карло моделирование событий столкновений ионов золота Au+Au при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 11\text{GeV}$ для эксперимента MPD
2. Изучить методики идентификации частиц по потерям энергии.
3. Получить зависимости удельных ионизационных потерь частиц от импульсов.
4. Провести аппроксимации одномерных распределений числа частиц в зависимости от потерь энергии dE/dx в фиксированных импульсных промежутках.

Фазовая диаграмма КХД

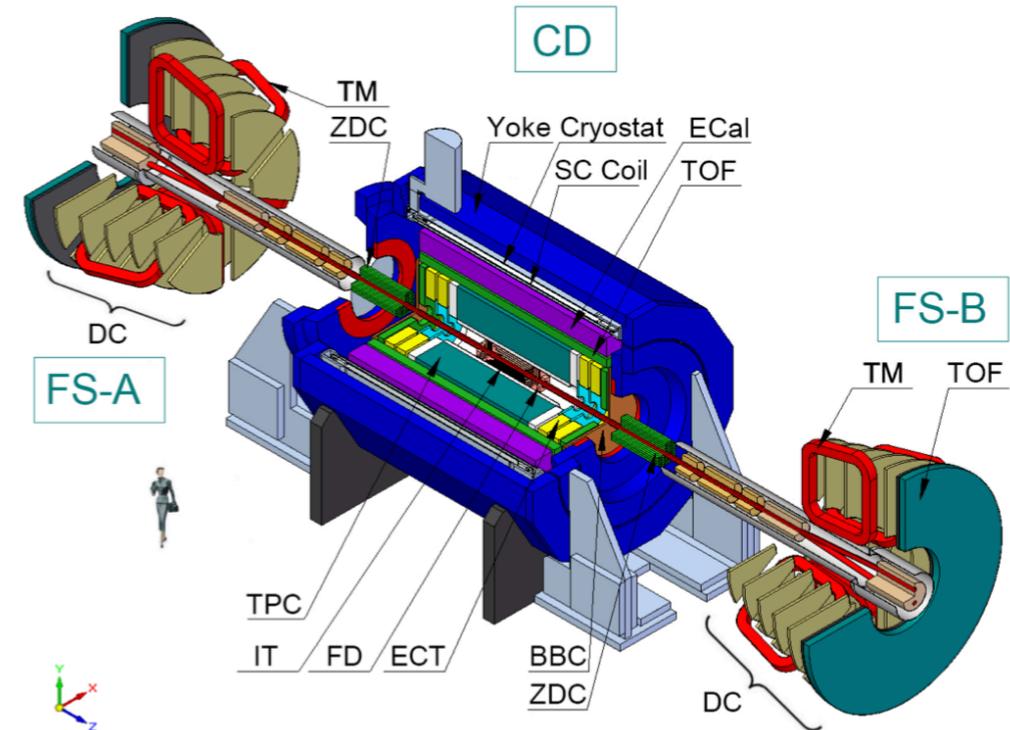


RHIC-BES	$\sqrt{s_{NN}} =$	7-39 GeV
SPS	$\sqrt{s_{NN}} =$	6-17 GeV
NICA	$\sqrt{s_{NN}} =$	2-12 GeV

Ультра-релятивистские СТОЛКНОВЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ.



NICA, MPD



Новый ускорительный комплекс NICA призван обеспечить проведение экспериментов в следующих режимах:

1. Пучок ионов из Нуклотрона, выведенный на фиксированную мишень;
2. Встречные пучки ионов в Коллайдере в интервале кинетических энергий 1 — 4,5 ГэВ/н;
3. Встречные протон-ионные пучки в том же интервале энергий;
4. Встречные пучки поляризованных протонов (5 — 12,6 ГэВ) и дейтронов (2 — 5,8 ГэВ/н).

MPD (MultiPurpose Detector — Многоцелевой детектор) – для проведения исследований плотной барионной материи на встречных пучках Коллайдера. Основная трековая система в цилиндрической части — время-проекционная дрейфовая камера (TPC).

Пособытийные флуктуации

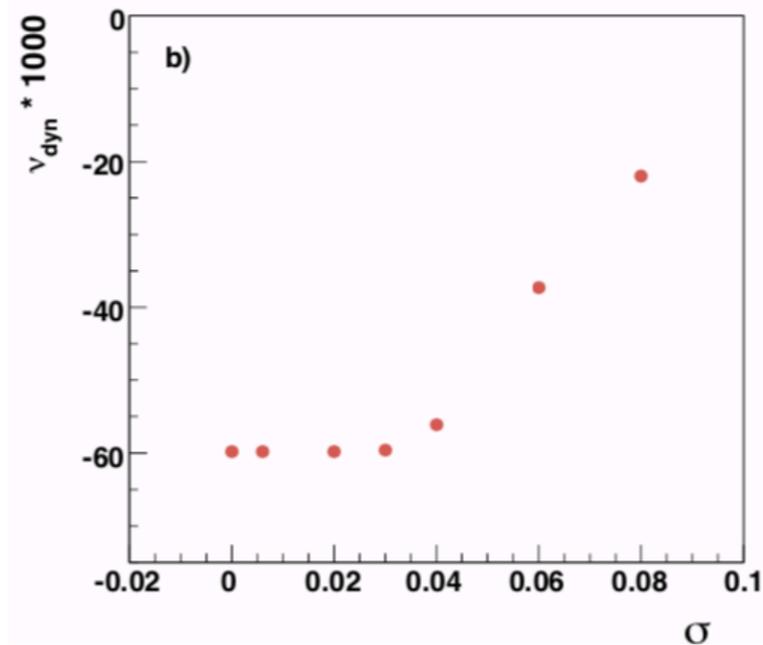
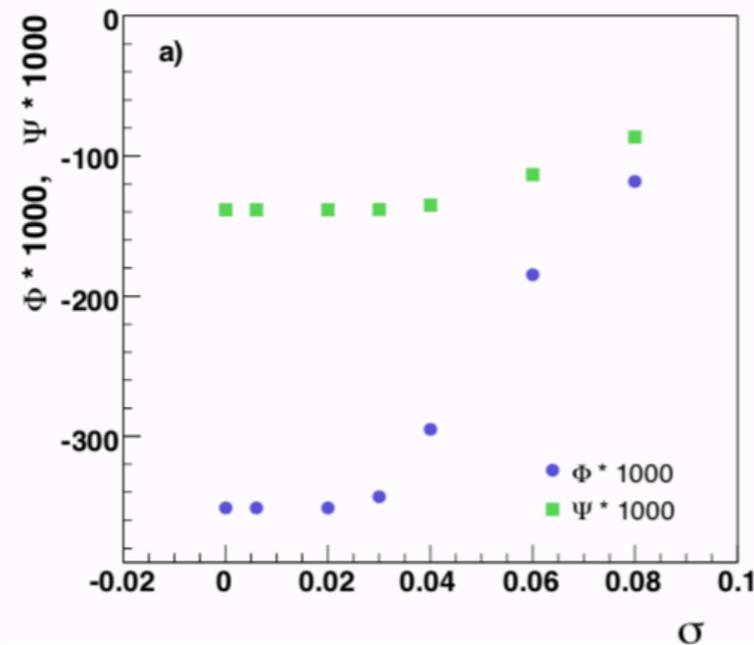
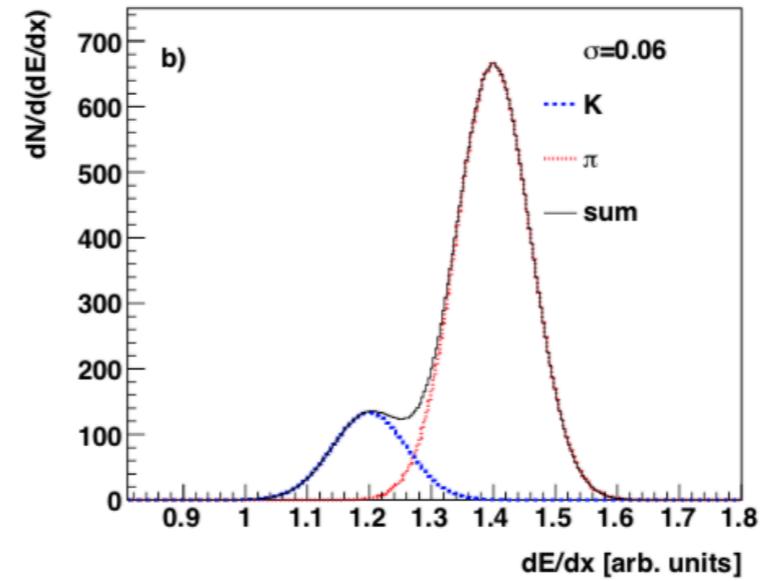
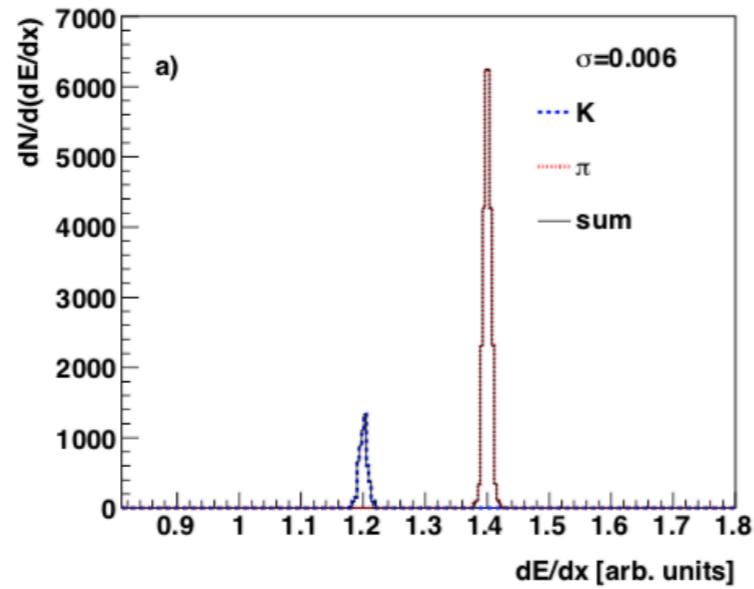
$$\sigma_{dyn} = \text{sgn}(\sigma_{data}^2 - \sigma_{mixed}^2) \sqrt{(|\sigma_{data}^2 - \sigma_{mixed}^2|)}$$

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

$$\Phi \equiv \sqrt{\frac{\langle Z^2 \rangle}{\langle N \rangle}} - \sqrt{\overline{z^2}}$$

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

Метод тождественности: МОТИВАЦИЯ



Метод тождественности: реализация

$$\sigma_{dyn} = \text{sgn}(\sigma_{data}^2 - \sigma_{mixed}^2) \sqrt{(|\sigma_{data}^2 - \sigma_{mixed}^2|)}$$

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

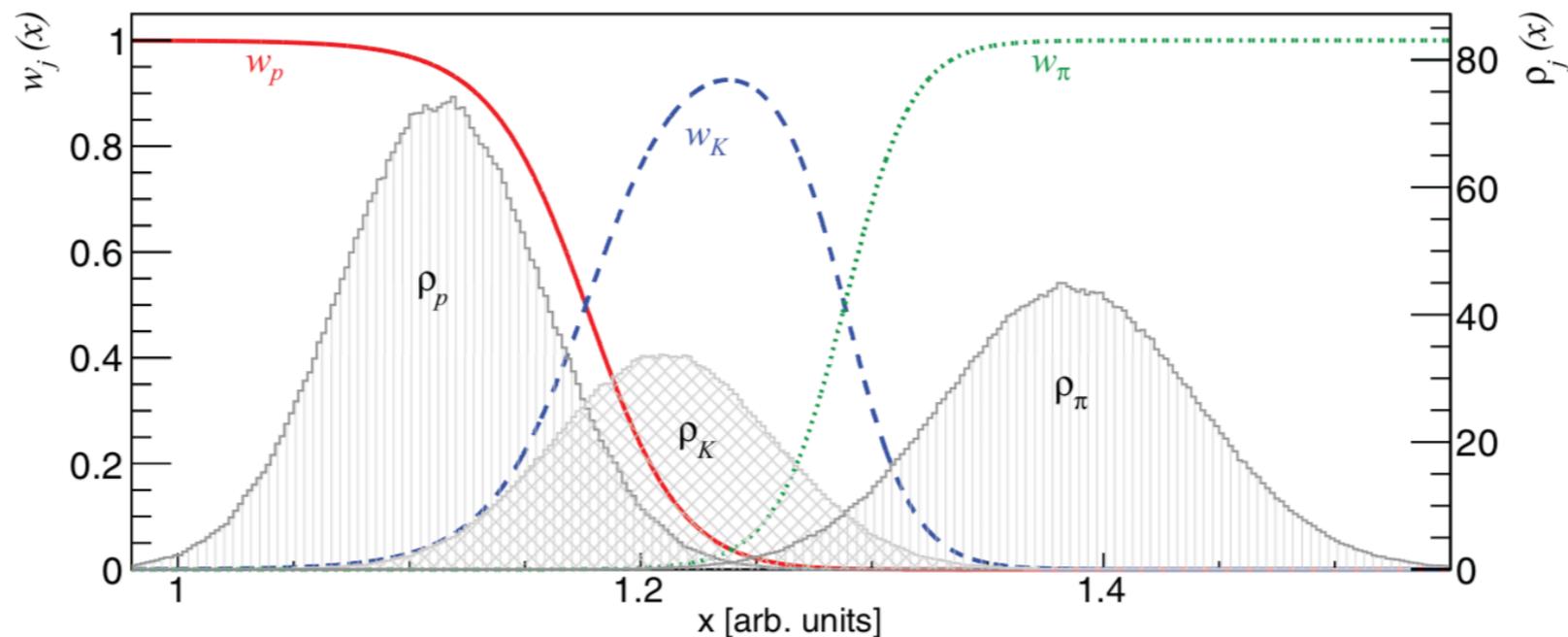
$$v_{dyn} = \text{sgn}(\sigma_{dyn}) \sigma_{dyn}^2$$

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

$$\Phi \equiv \sqrt{\frac{\langle Z^2 \rangle}{\langle N \rangle}} - \sqrt{\overline{z^2}}$$

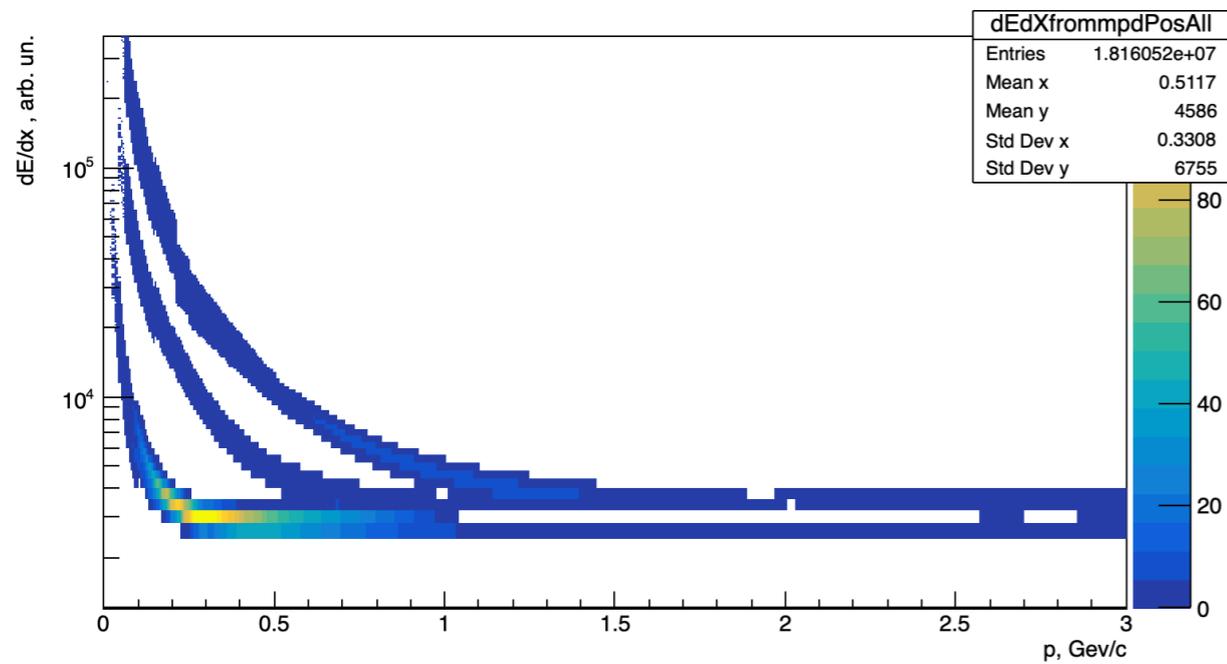
$$\Psi \equiv \frac{\langle Z^2 \rangle}{\langle N \rangle} - \overline{z^2}$$

$$Z = \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})$$

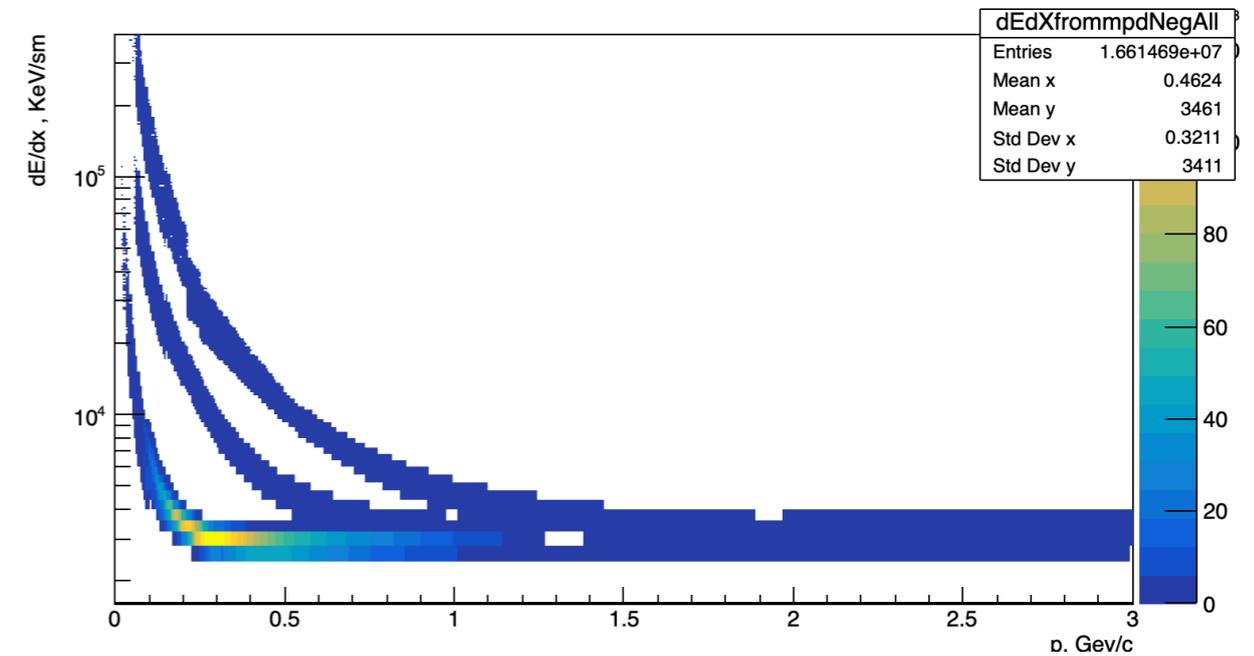


M. Gazdzicki et al. "Identity method to study chemical fluctuations in relativistic heavy-ion collisions". In: *Phys. Rev. C* 83 (2011)

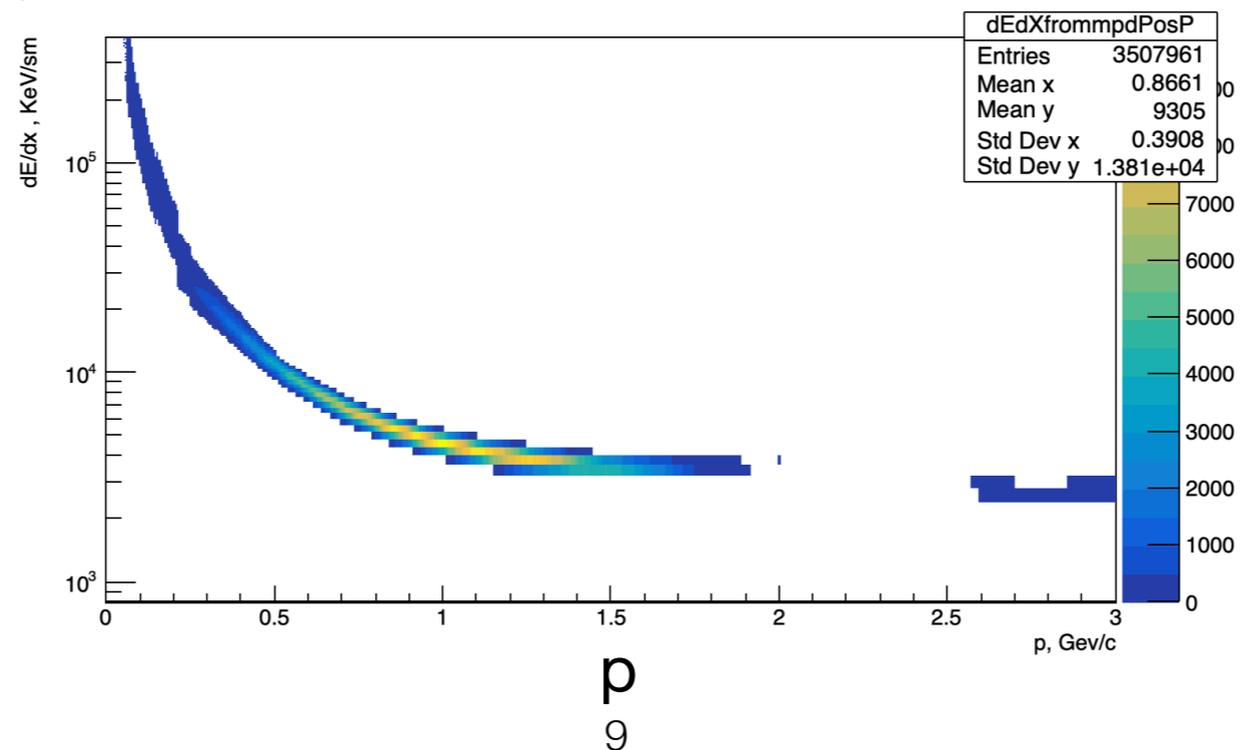
Зависимость удельных ионизационных потерь от импульса частиц



ρ, π^+, K^+

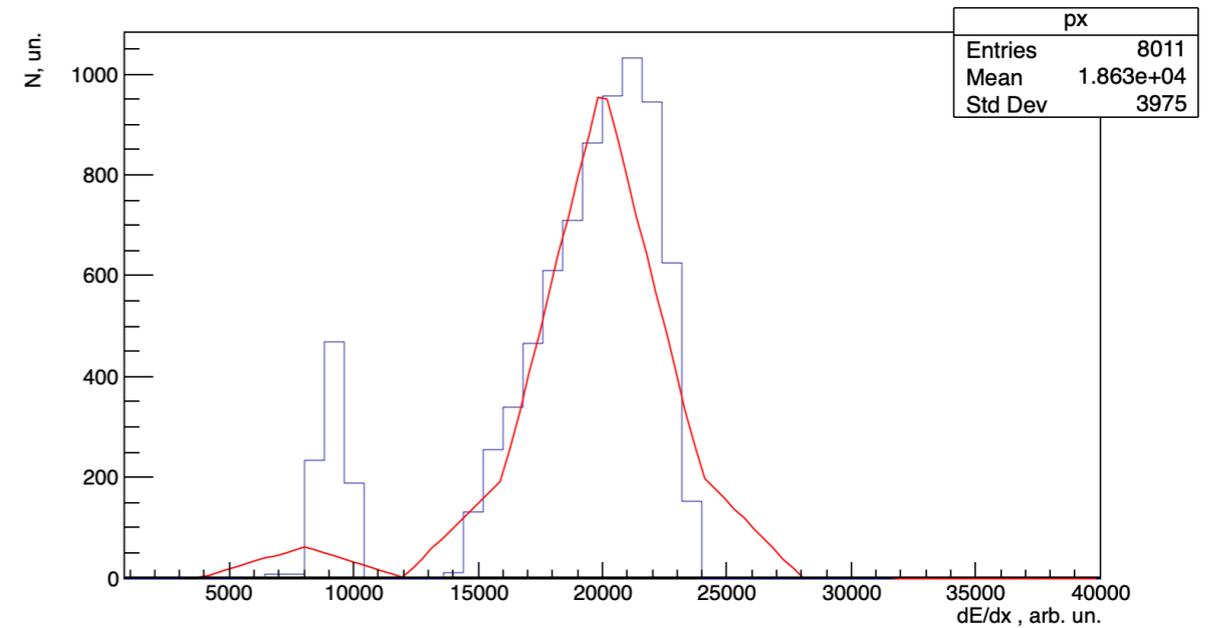
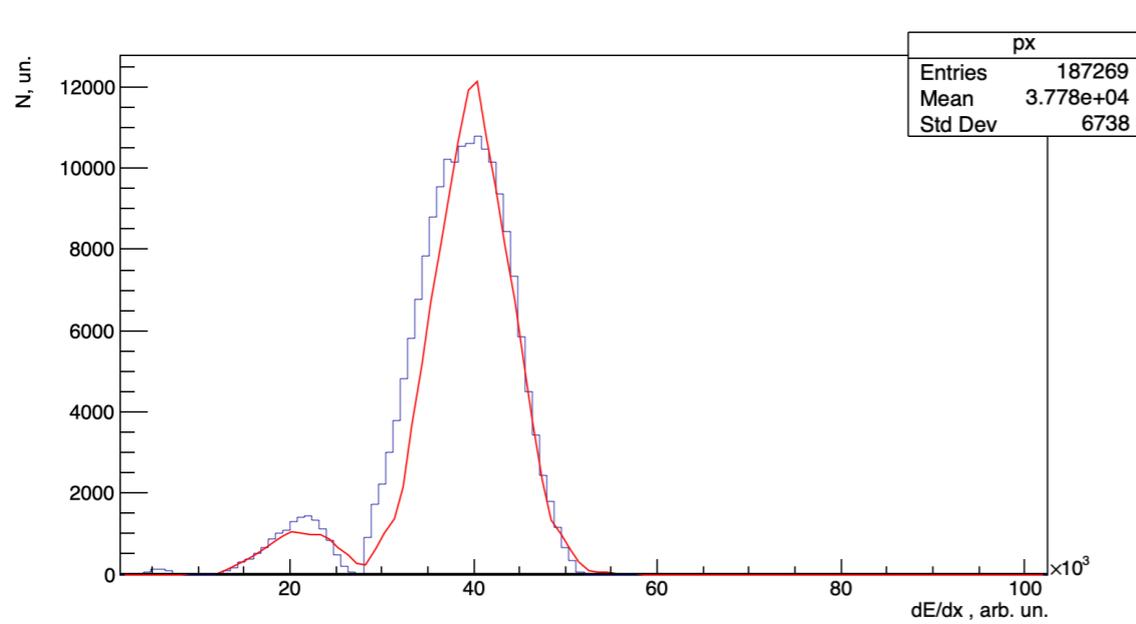


\bar{p}, π^-, K^-

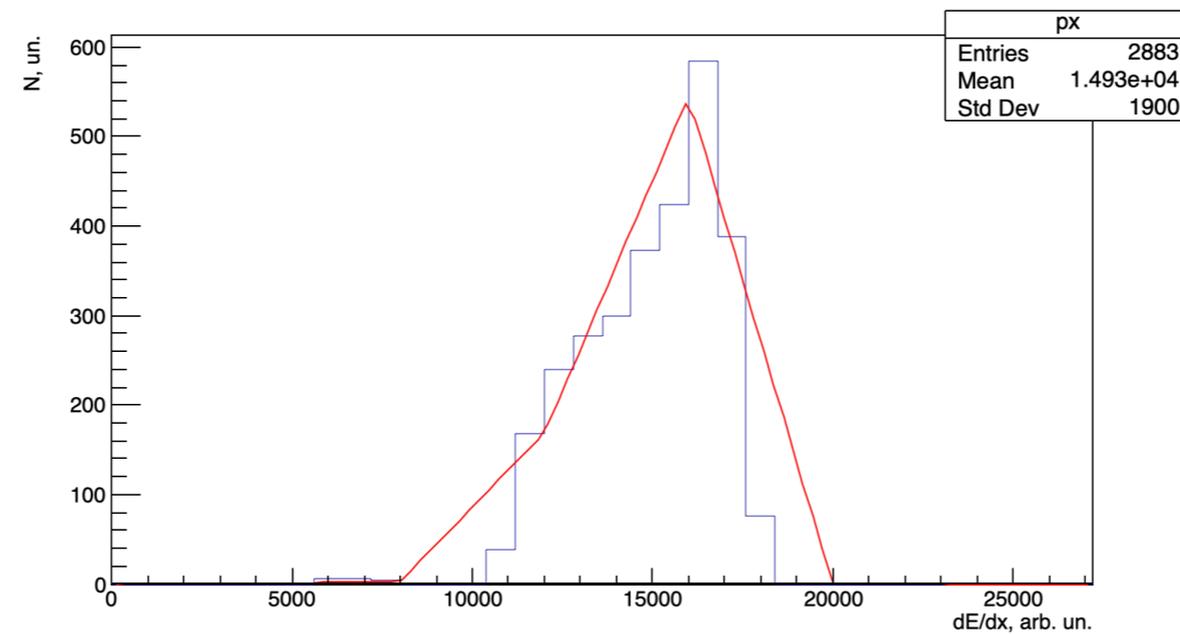


ρ

Идентификация частиц по потерям энергии для положительно заряженных частиц.

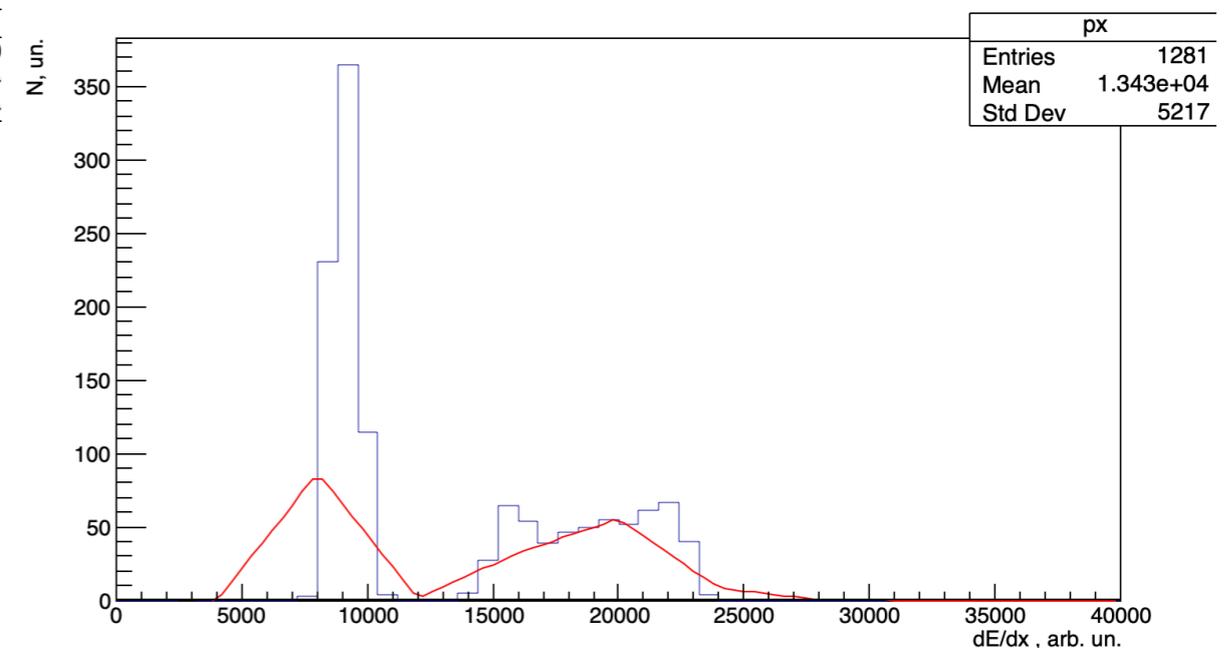
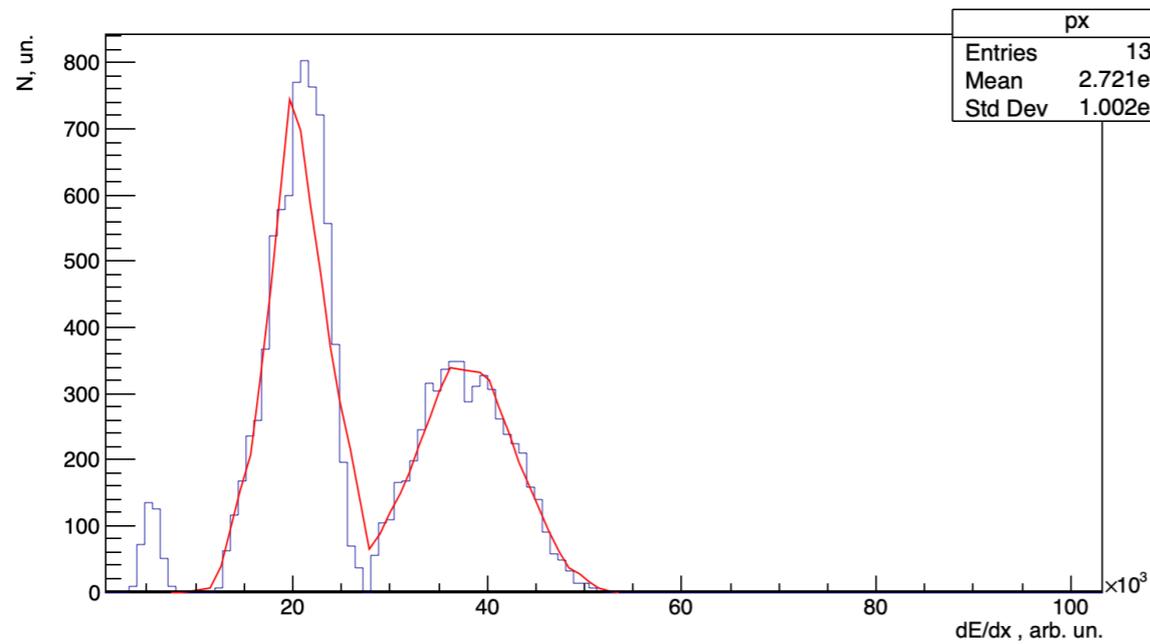


Распределение (dE/dx, N) для p, π^+, K^+ в диапазоне импульсов 0.3-0.5 ГэВ/с. Распределение (dE/dx, N) для p, π^+, K^+ в диапазоне импульсов 1.2-1.4 ГэВ/с.

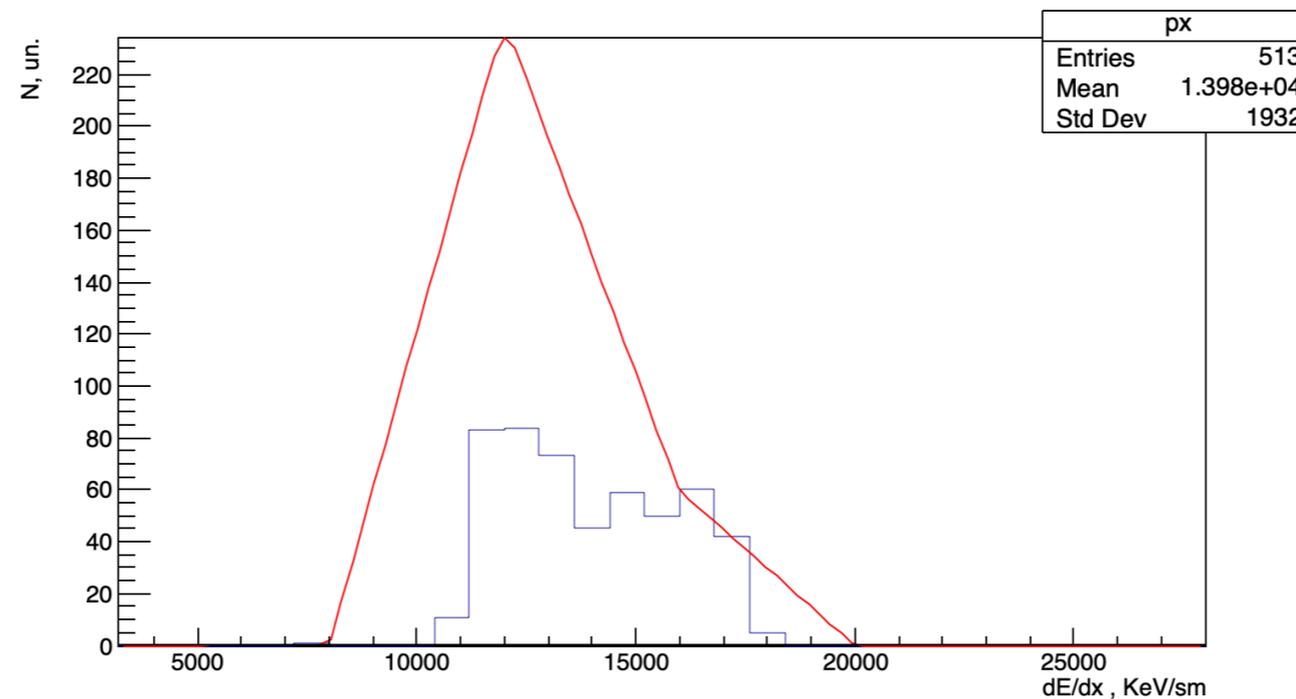


Распределение (dE/dx, N) для p, π^+, K^+ в диапазоне импульсов 1.8-2.0 ГэВ/с.

Идентификация частиц по потерям энергии для отрицательно заряженных частиц.



Распределение (dE/dx, N) для \bar{p}, π^-, K^- в диапазоне импульсов 0.3-0.5 ГэВ/с Распределение (dE/dx, N) для \bar{p}, π^-, K^- в диапазоне импульсов 1.2-1.4 ГэВ/с



Распределение (dE/dx, N) для \bar{p}, π^-, K^- в диапазоне импульсов 1.8-2.0 ГэВ/с

Сравнение результатов, полученных по выборками с критериями отбора 2σ и 3σ .

Средние значения, среднеквадратичные отклонения и их ошибки, выраженные в условных единицах, для выборок 2σ и 3σ в интервалах импульсов 0.3-0.7 GeV/c и 1.2-1.4 GeV/c

0.3-0.7 GeV/c	2σ				3σ			
	μ	$\Delta\mu$	σ	$\Delta\sigma$	μ	$\Delta\mu$	σ	$\Delta\sigma$
p	39900	12	3910	5	39290	13	4640	6
π^+	18900	60	2200	25	16670	10	280	1
K+	22800	45	1310	17	20850	36	3680	37
p-	37620	76	5230	80	37130	90	5640	60
π^-	20440	37	2830	280	16450	400	2340	190
K-	36610	90	9440	740	21700	170	2220	90
1.2-1.4 GeV/c	2σ				3σ			
	μ	$\Delta\mu$	σ	$\Delta\sigma$	μ	$\Delta\mu$	σ	$\Delta\sigma$
p	20020	30	2230	23	20320	61	2170	30
π^+	5470	700	1500	680	2460	2	62	1
K+	9140	19	550	10	10380	70	710	40
p-	18900	135	2560	90	21660	300	1960	205
π^-	8290	800	1250	530	9230	32	600	18
K-	8990	31	660	32	15350	300	2260	330

Заключение

- ◆ Проведено моделирование событий столкновений ионов золота Au+Au при энергии . Набрана статистика 184000 событий с полной реконструкцией отклика детектора MPD.
- ◆ Получены зависимости удельных ионизационных потерь частиц от импульсов для систем частиц разных типов и для «чистых» спектров.
- ◆ Получены одномерные распределения в координатах (dE/dx , N) и проведена аппроксимация этих распределений.
- ◆ Было проанализировано, для каких интервалов по импульсу метод «cut-ов» применим и для каких необходимо использовать метод тождественности.
- ◆ Проведено сравнение параметров аппроксимирующих функций для выборок в интервалах импульсов 0.3-0.7 GeV/c и 1.2-1.4 GeV/c для данных полученных с помощью разных критериев отбора.

Спасибо за внимание!

Дальнейший план работы

1. Усовершенствовать модель аппроксимации распределений по потерям энергии с помощью обобщенной функции Гаусса
2. Подобрать оптимальные параметры потерь энергии для различных типов заряженных частиц
3. Провести анализ распределения множественности для прямых протонов на полученных Монте-Карло данных и сравнить с соответствующими результатами экспериментов