

Изучение энергетической зависимости рождения странных частиц в столкновениях тяжёлых ионов в эксперименте NICA/MPD.

Студент: Панюшкина С. С.

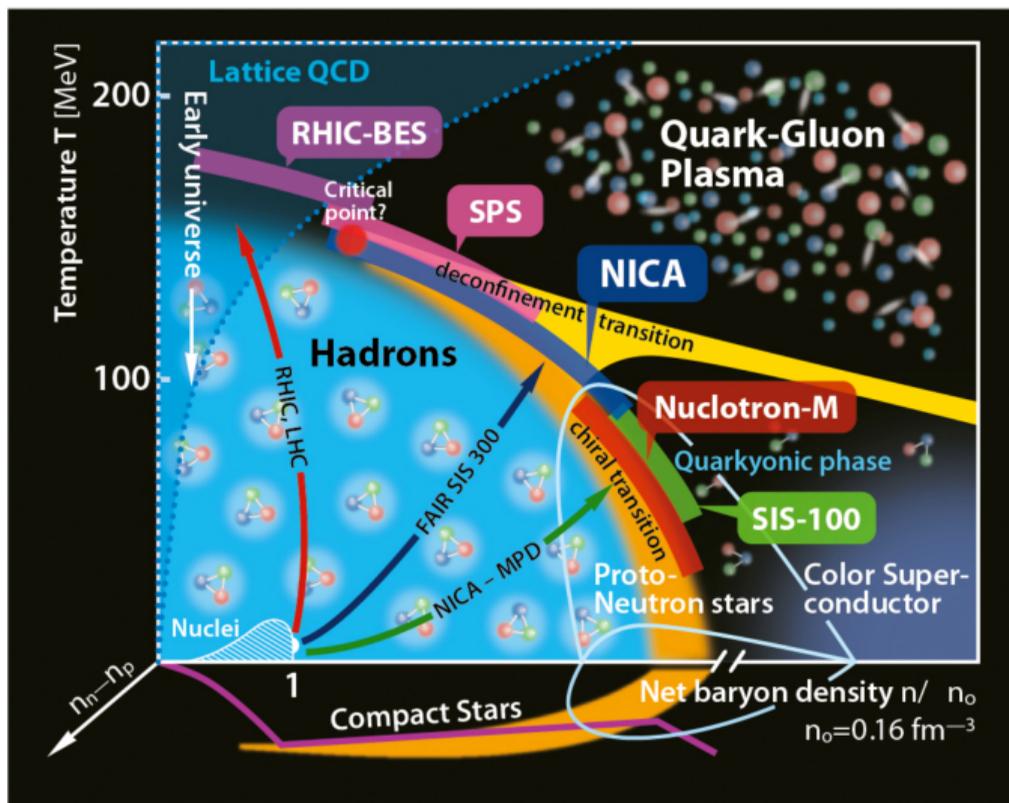
Научный руководитель: Теряев О. В.

Научный консультант: Апарин А. А.

МГУ им. М. В. Ломоносова
Физический факультет
Кафедра физики элементарных частиц

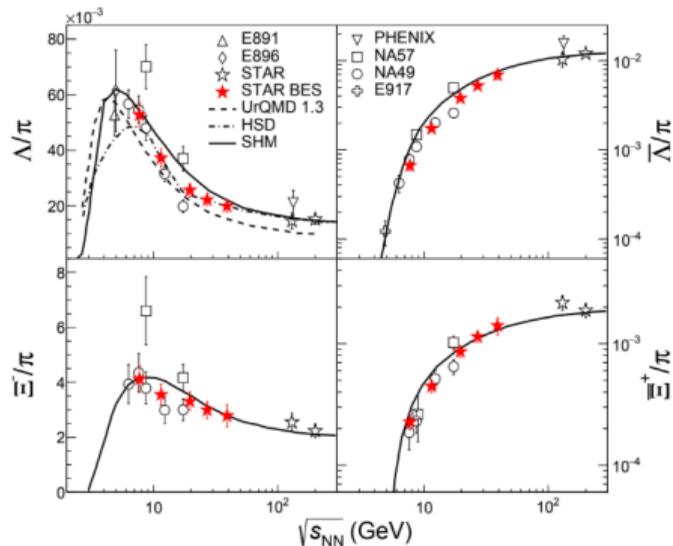
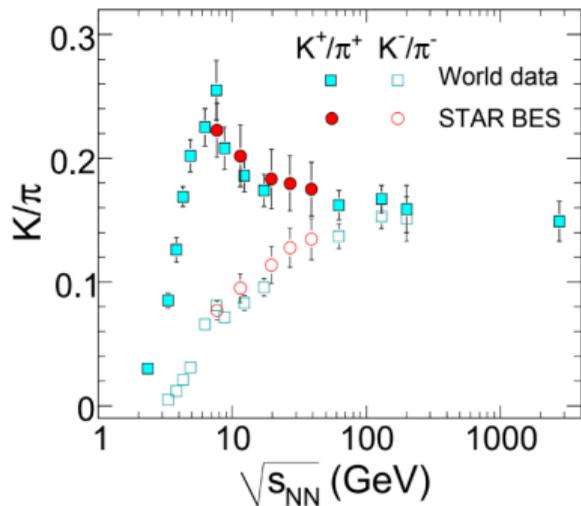
26.05.2023

Кварк-глюонная плазма



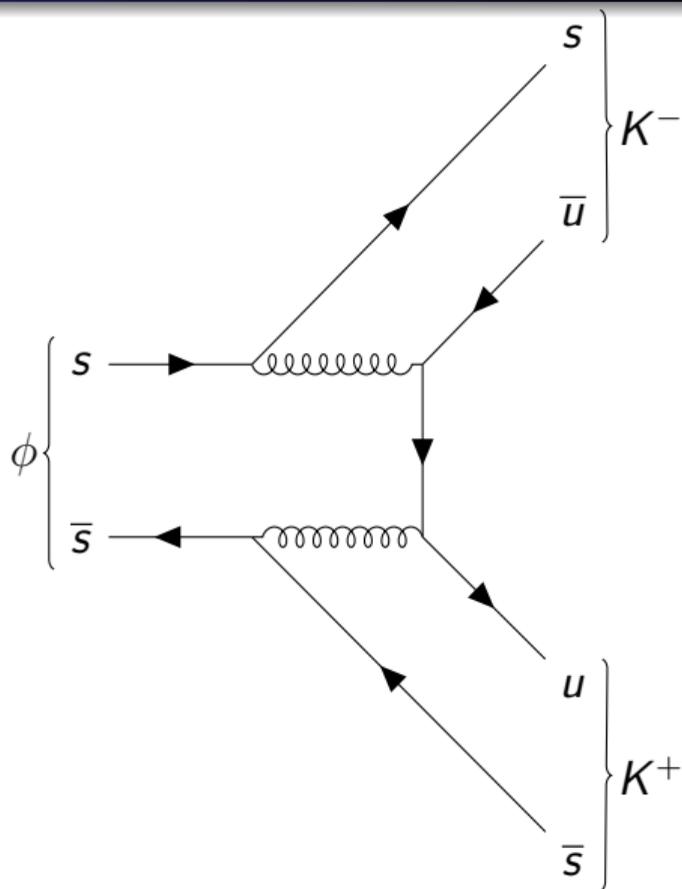
Целью экспериментов по столкновению тяжелых ионов является изучение свойств особого состояния материи - кварк-глюонной плазмы (КГП).

Фазовая диаграмма КХД



В ядерных столкновениях ожидается увеличенный выход странных и мультистранных частиц из-за счет преобладающего слияния глюонов в фазе КГП.

Свойство	Значение
Кварковый состав	$s\bar{s}$
Масса, МэВ/ c^2	1019.461 ± 0.016
Ширина, МэВ/ c^2	4.249 ± 0.013
Время жизни, с	$1.55 \pm 0.01 \times 10^{-22}$



Многоцелевой детектор MPD

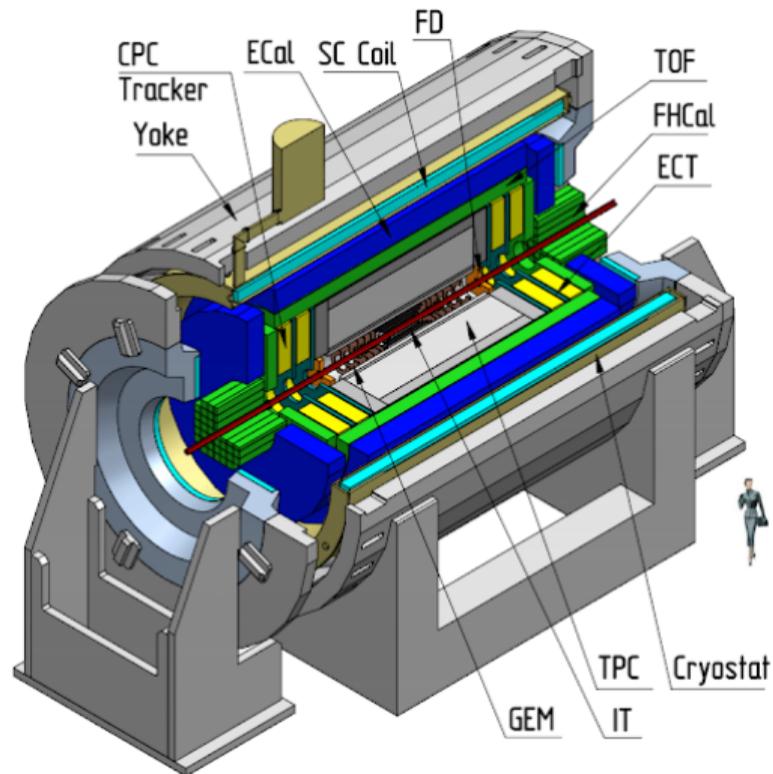


Схема детектора MPD.
Основные используемые системы детектора: TPC, TOF.

Данные и критерии отбора

Data set

UrQMD MPD Bi-Bi $\sqrt{s_{NN}} = 9.2 \text{ GeV}$
6M Events

Event Cuts

$$|V_z| < 40 \text{ cm}$$

Track cuts

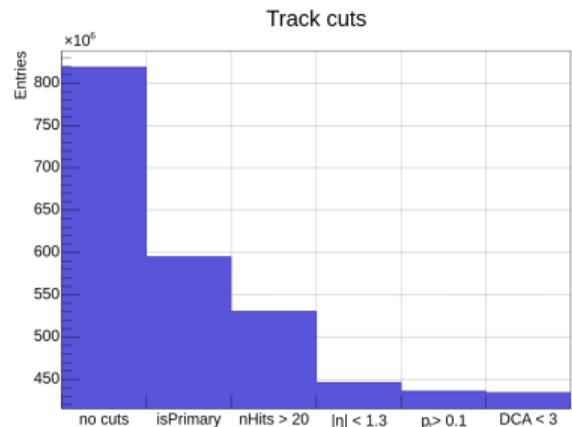
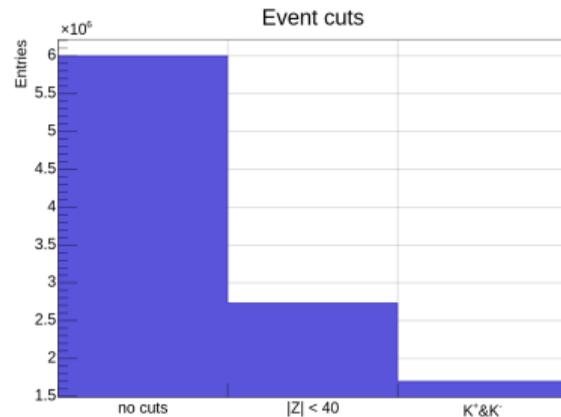
$$|\eta| < 1.3$$

Primary

$$\text{DCA} < 3 \text{ cm}$$

$$\text{nHits} > 20$$

$$p_t > 0.1 \text{ GeV}/c$$



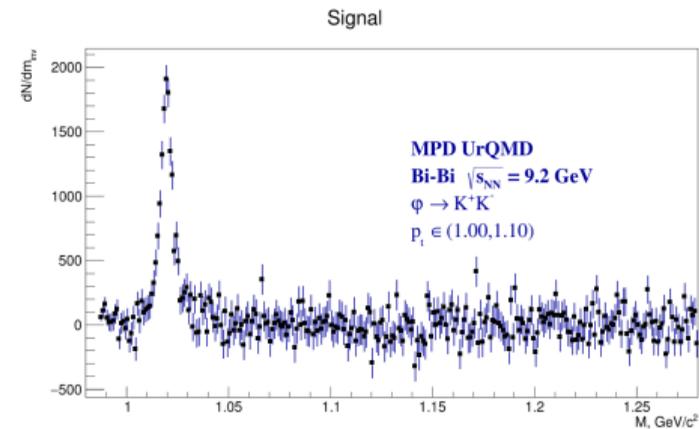
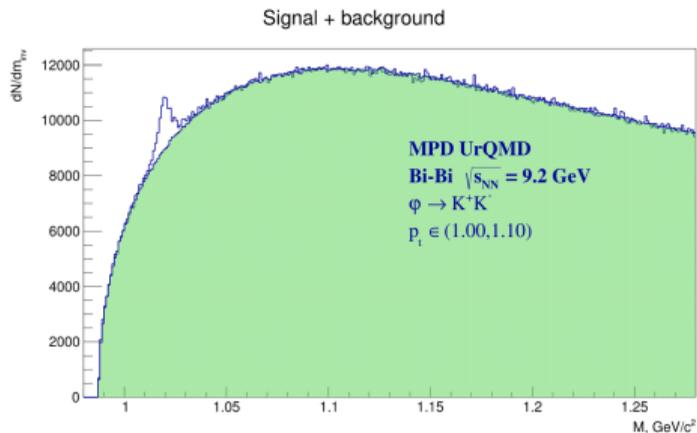
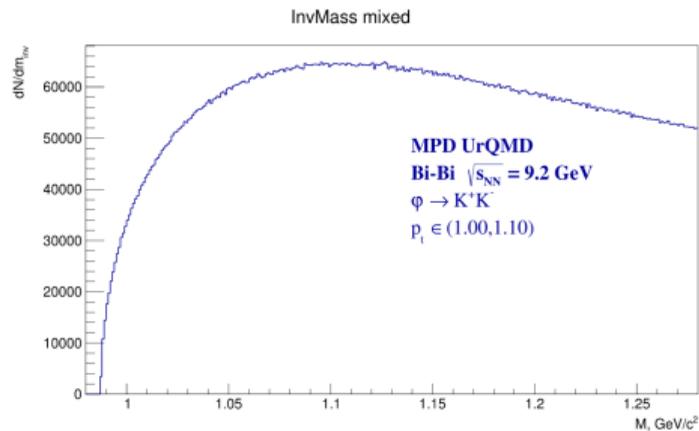
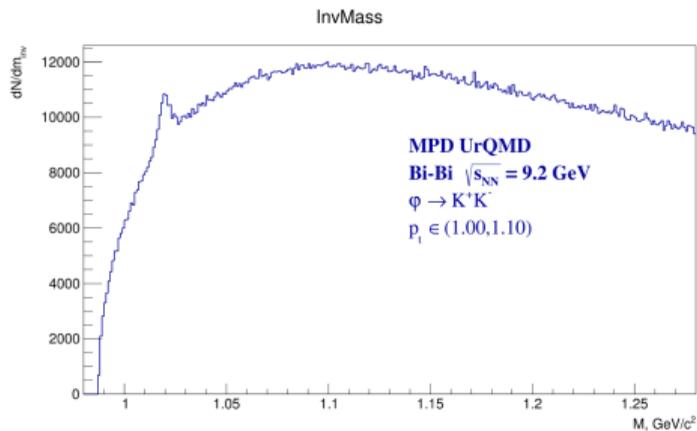
Реконструируемые частицы

$$\phi \rightarrow K^+ + K^-$$

Invariant mass

$$M^2 = (E_1 + E_2)^2 - (\vec{p}_1 + \vec{p}_2)^2, \text{ где частицы 1 и 2 из одного события}$$

Фон рассчитывается с помощью метода **перемешивания событий**, когда частицы берутся из разных событий



Аппроксимация

- 1 Фит фона без сигнала полиномами первой и второй степени
- 2 Полученные параметры фиксируются
- 3 Фит сигнал+фон

Gauss

$$f(x) = \text{const} \exp\left\{-\frac{(x-\mu)^2}{4\sigma^2}\right\}$$

Breit-Wigner

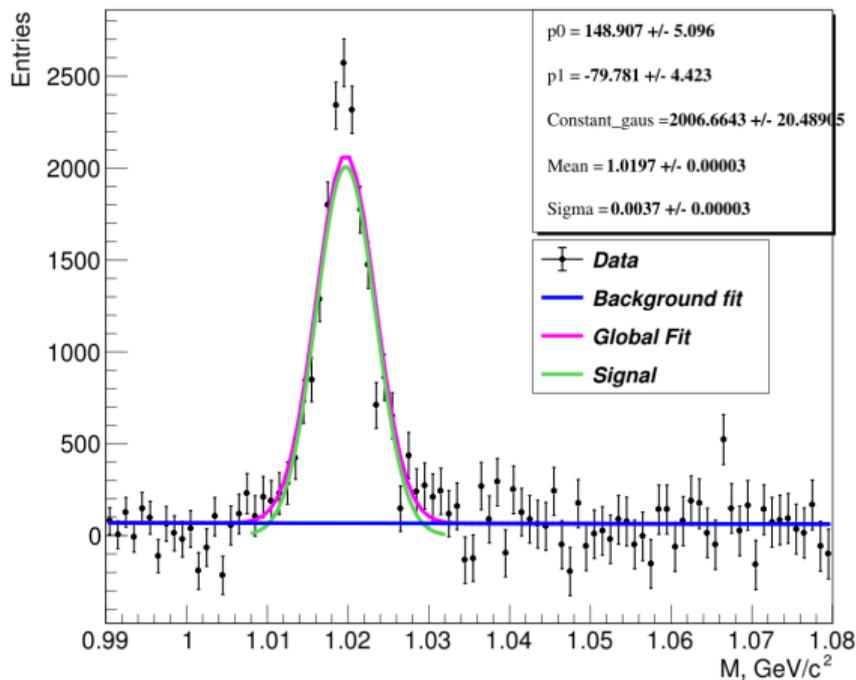
$$f(x) = \frac{\text{const}}{2\pi} \frac{\Gamma}{(x-M)^2 + (\frac{1}{2}\Gamma)^2}$$

Выход ϕ мезонов

$$N_\phi = \int_{m_\phi \pm 12\text{MeV}} f(x) dx$$

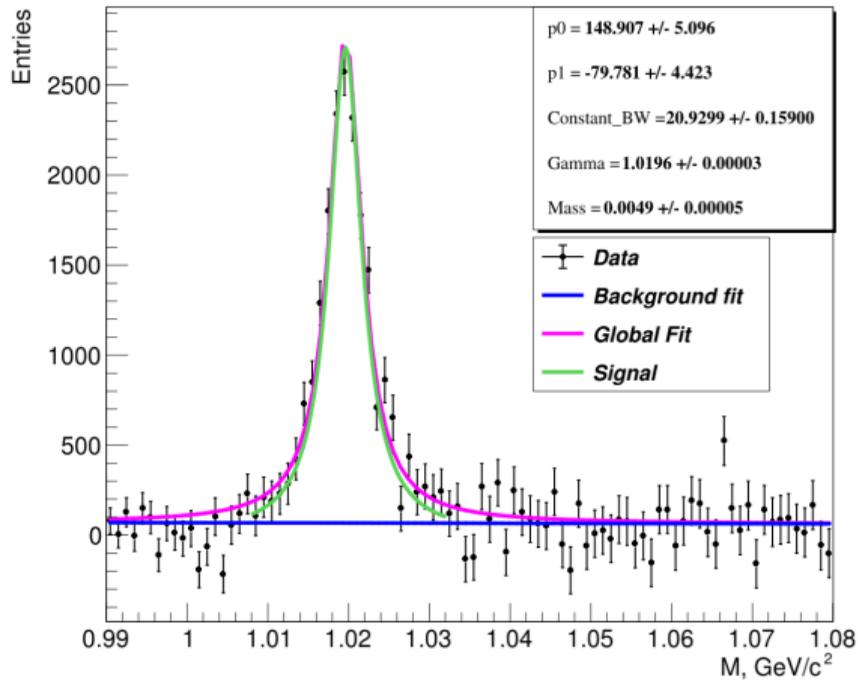
Выход ϕ мезонов

$p_t \in (1.00, 1.10)$



Gauss

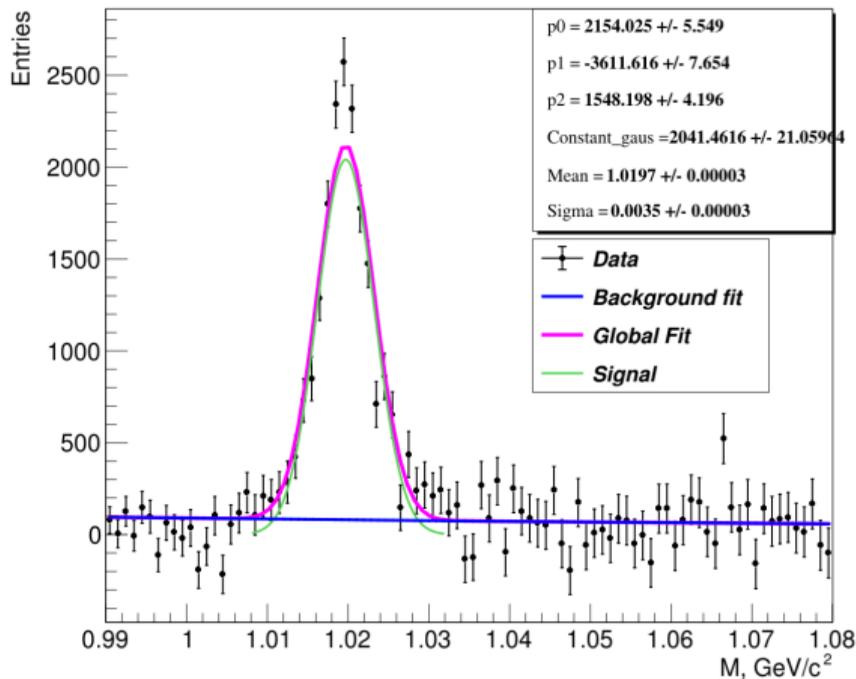
$p_t \in (1.00, 1.10)$



Breit-Wigner

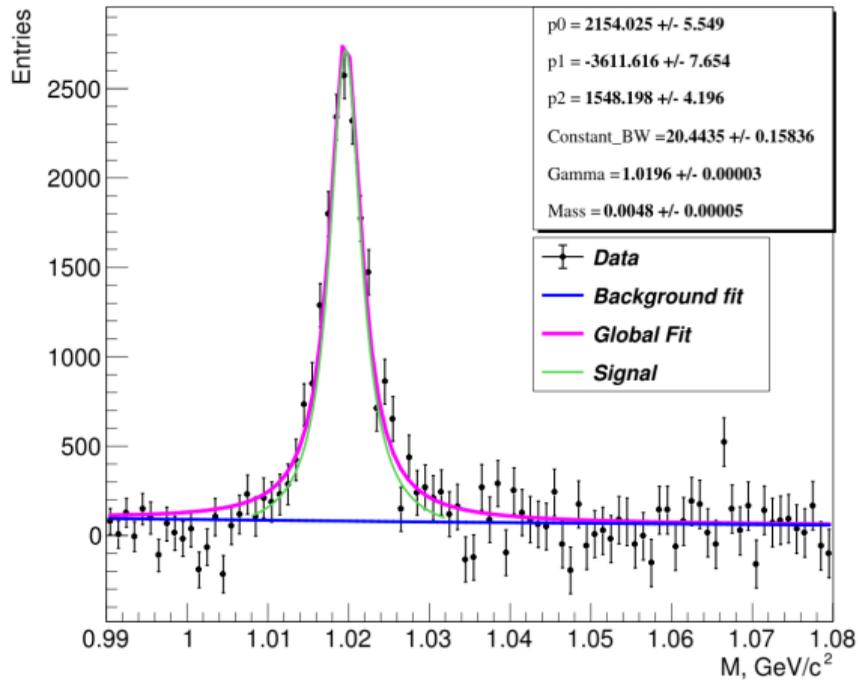
Выход ϕ мезонов

$p_t \in (1.00, 1.10)$



Gauss

$p_t \in (1.00, 1.10)$

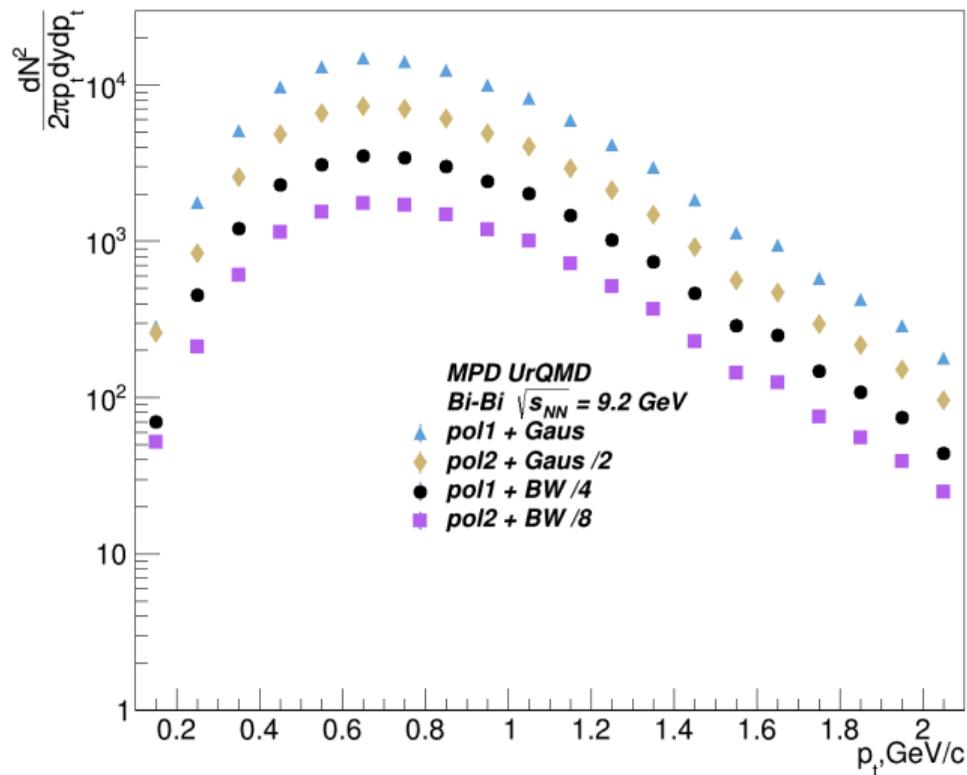


Breit-Wigner

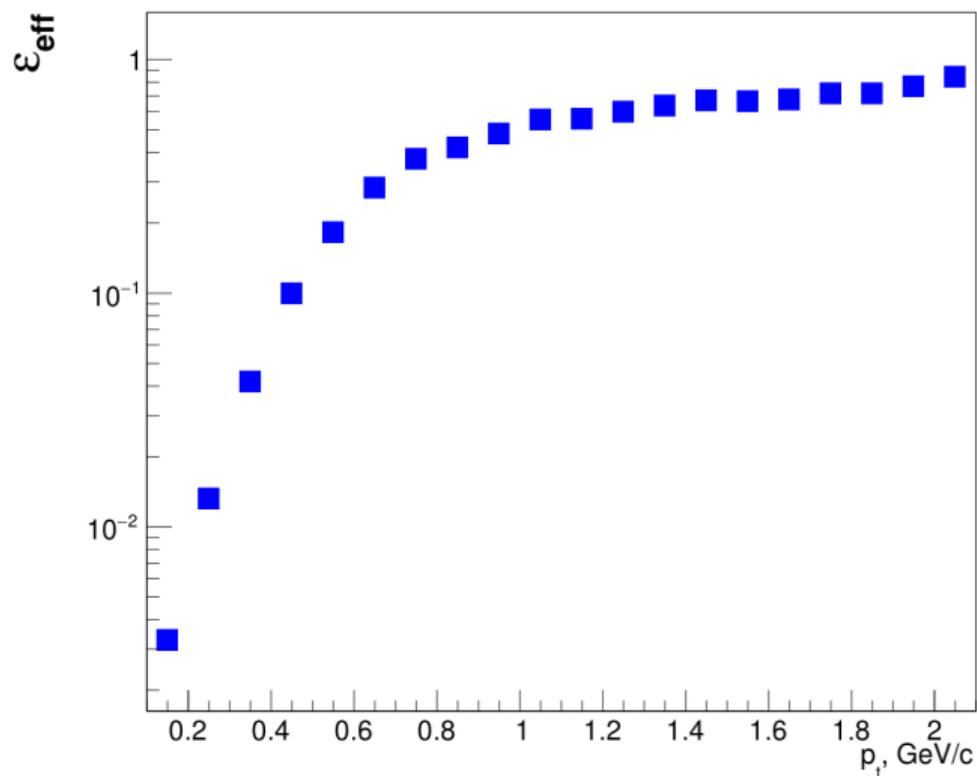
Спектры ϕ мезонов

Формула инвариантного спектра:

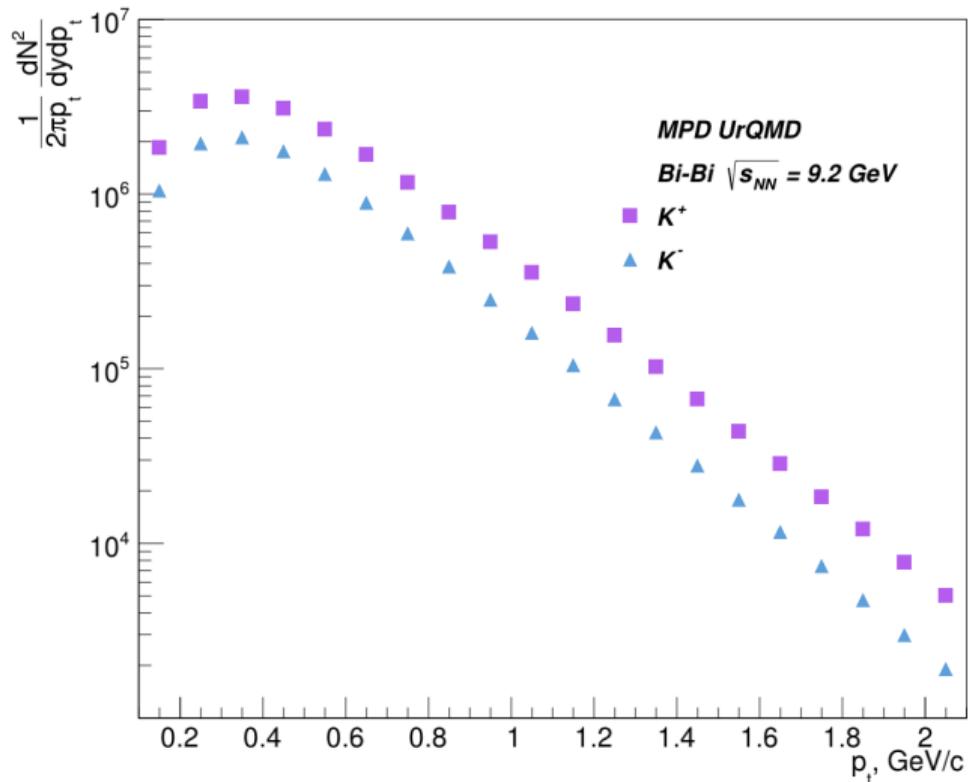
$$\frac{1}{2\pi p_t} \frac{d^2 N}{dp_t dy} = \frac{1}{2\pi p_t} \frac{N_\phi(p_t)}{\Delta p_t \Delta y}$$



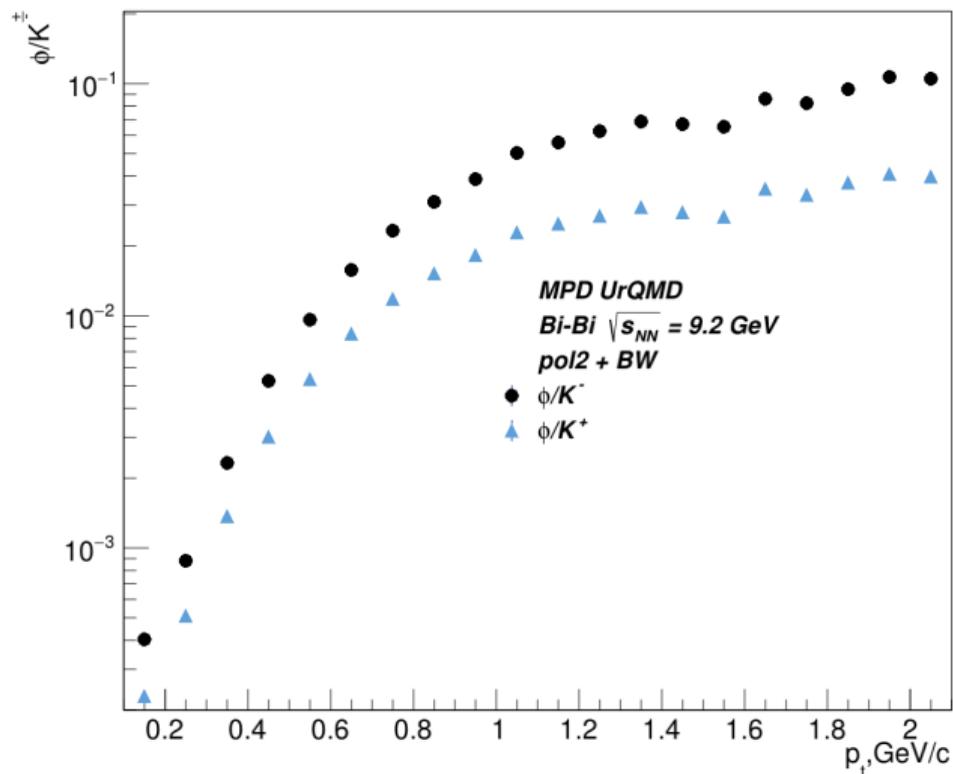
$$\varepsilon_{rec}(p_t) = \frac{N_{rec}}{N_{model}}$$



Спектр каонов



Отношение спектров ϕ мезонов и каонов



- Проведен анализ данных, полученных с помощью Монте-Карло генератора UrQMD столкновений ядер $Bi - Bi$ для энергии $\sqrt{s_{NN}} = 9.2$ ГэВ и моделирования установки MPD
- Реализована процедура реконструкции ϕ мезонов
- Построены спектры ϕ мезонов, положительных и отрицательных каонов по поперечному импульсу
- Рассчитана эффективность восстановления ϕ мезонов в зависимости от поперечного импульса.
- Изучено отношение выходов ϕ мезонов к выходам положительных и отрицательным каонов.

Дальнейшее изучение свойств ϕ мезона и отношения его выходов к другим легким частицам позволит детально изучить характеристики плотной барионной материи, образующейся в столкновениях тяжелых ионов.