

**Исследование направленного потока отрицательно
заряженных π^- -мезонов в столкновениях Xe + Cs(I) при
кинетической энергии 3.8А ГэВ**

Студент: Карпушкин Фёдор Николаевич

Научный руководитель:

к.ф.-м.н., доцент Тараненко Аркадий Владимирович

Научный консультант:

Мамаев Михаил Валерьевич

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»**

Цель работы

Измерение направленного потока отрицательно заряженных π^- -мезонов в ядроядерных столкновениях $\text{Xe} + \text{Cs(I)}$ при кинетической энергии 3.8А ГэВ.

План презентации

1. Коллективные анизотропные потоки в столкновениях релятивистских тяжелых ионов.
2. Современные методы измерения анизотропных потоков.
3. Описание эксперимента BM@N (NICA).
4. Результаты анализа экспериментальных данных.

Коллективные анизотропные потоки

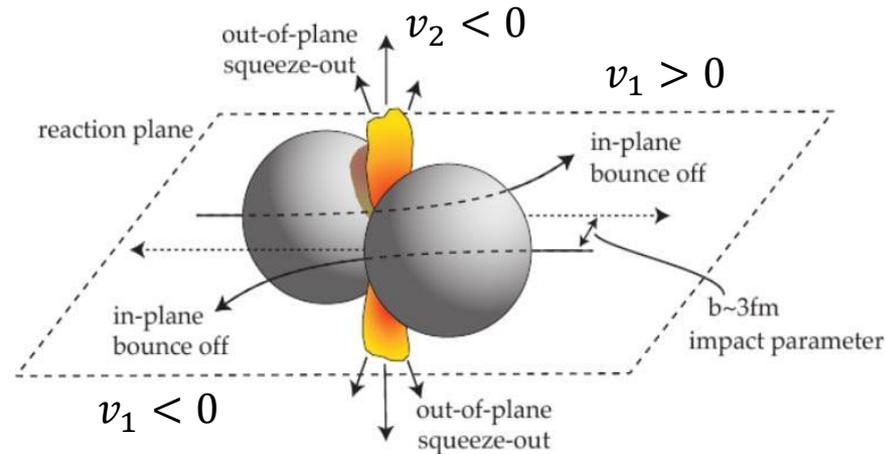
Азимутальное распределение частиц относительно угла плоскости реакции

$$\frac{dN}{d\phi} \propto 1 + \sum_{n=1}^{\infty} 2 v_n \cos(n(\phi - \Psi_{RP}))$$

Потоковые коэффициенты

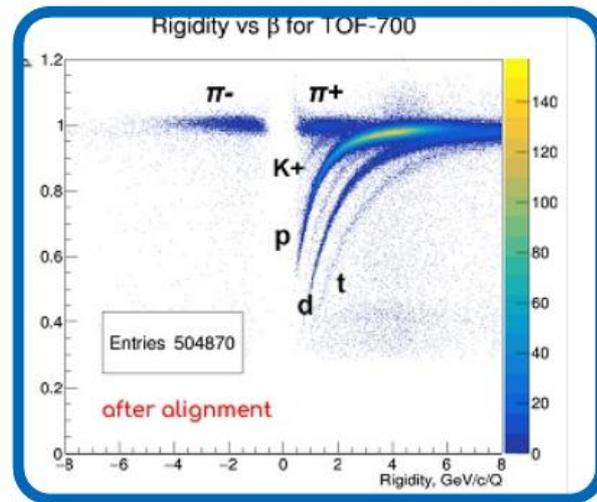
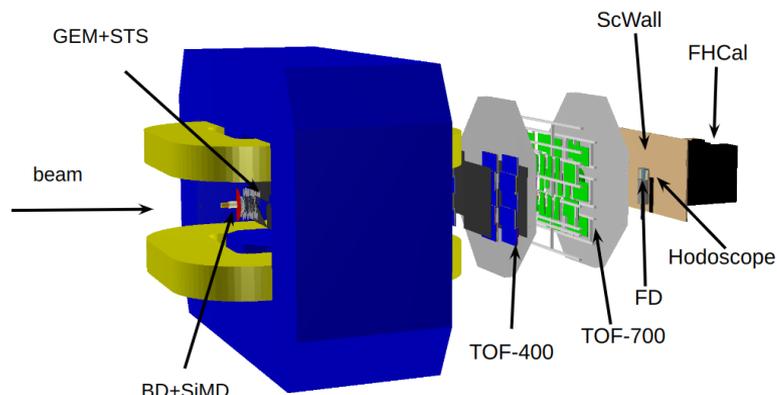
$$v_n = \langle \cos n(\phi - \Psi_{RP}) \rangle$$

v_1 — направленный поток, v_2 — эллиптический



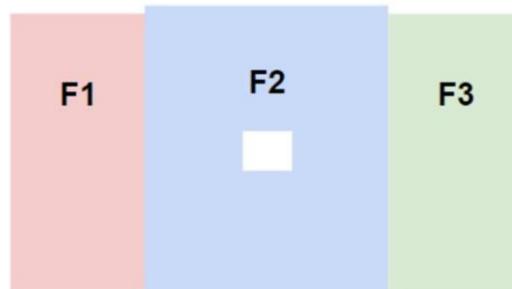
Эксперимент BM@N (“Барионная Материя на Нуклотроне”)

500 М событий $\text{Xe} + \text{Cs(I)}$ при энергии $E_{\text{KIN}} = 3.8\text{A}$ ГэВ



Трековая система

Времяпролетная система



Для оценки плоскости события модули детектора FHCAL были разделены на 3 подгруппы: F1 - протоны, F2 - фрагменты, F3 - нейтроны.

Задачи, которые необходимо решить

1. Изучить принципы работы детекторов установки BM@N (NICA), используемых для трекинга и идентификации заряженных частиц.
2. Освоить программное обеспечение для анализа данных эксперимента BM@N (BmnRoot, QnTools).
3. Провести идентификацию отрицательно заряженных π^- – мезонов в столкновении ядер Xe+Cs(I) при кинетической энергии 3.8A ГэВ.
4. Получить зависимость направленного потока отрицательно заряженных π^- – мезонов от быстроты (y_{cm}) в эксперименте BM@N.
5. Провести сравнение результатов измерения направленного потока π^- – мезонов с опубликованными результатами эксперимента STAR (RHIC).

Метод измерения направленного потока (v_1)

Из данных трековой системы строится единичный вектор для каждой k-ой частицы в событии:

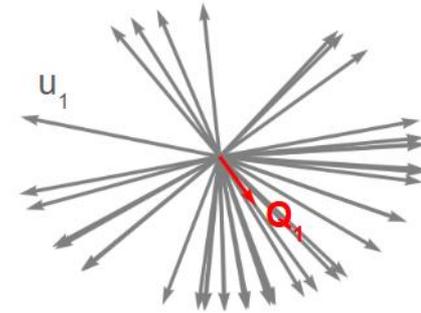
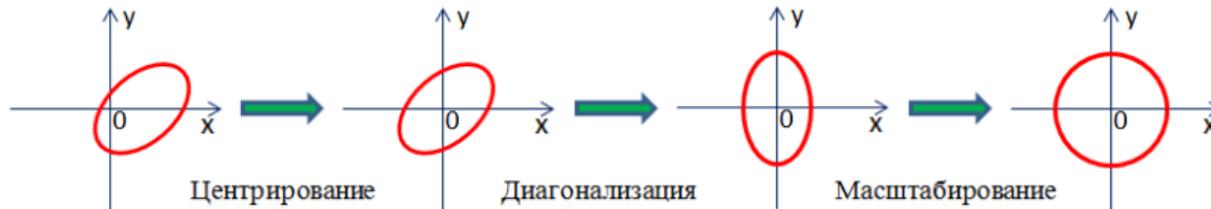
$$u_{n,k} = \cos n\phi_k + i \sin n\phi_k$$

где ϕ — азимутальный угол импульса частицы

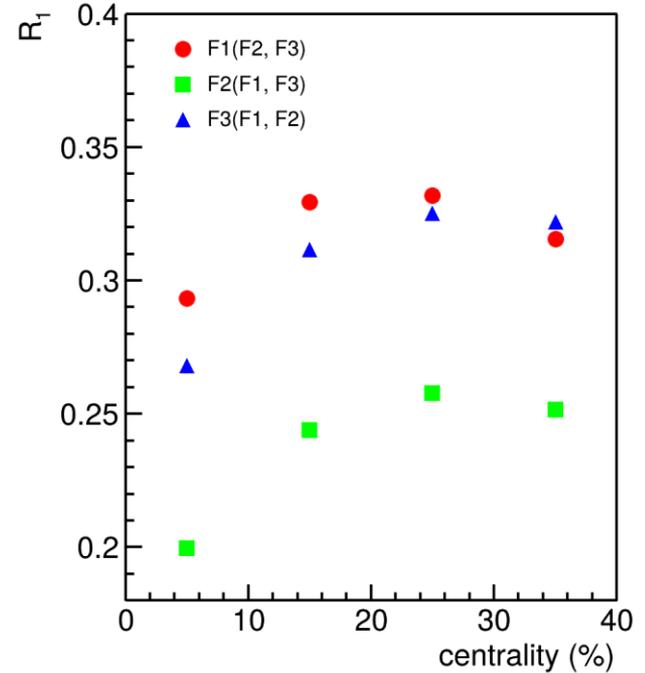
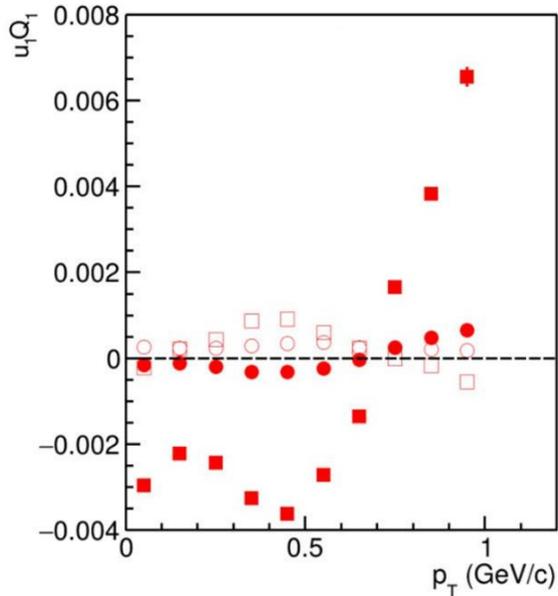
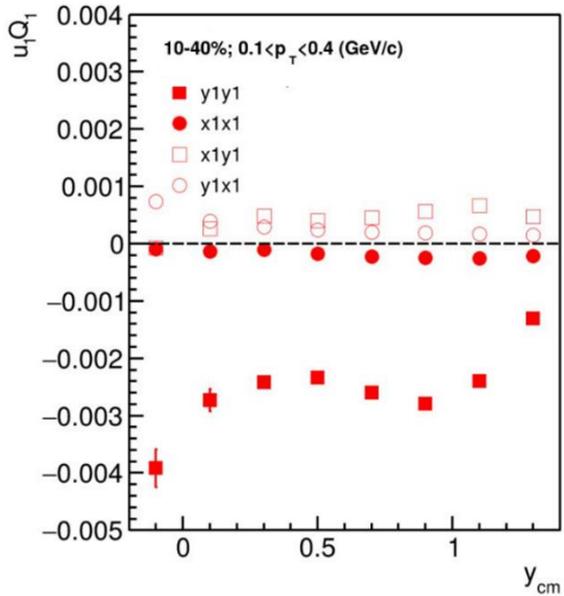
Из данных об энергии спектаторов из FHCAL определяется вектор потока Q_n :

$$Q_n = \frac{\sum_{k=1}^M E_k u_n^k}{\sum_{k=1}^M E_k} = |Q_n| e^{in\Psi_n^{EP}}$$

Ψ_n^{EP} — угол плоскости события.



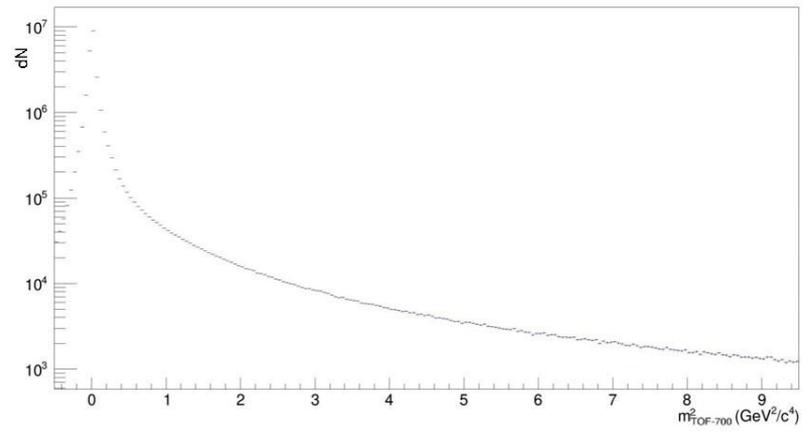
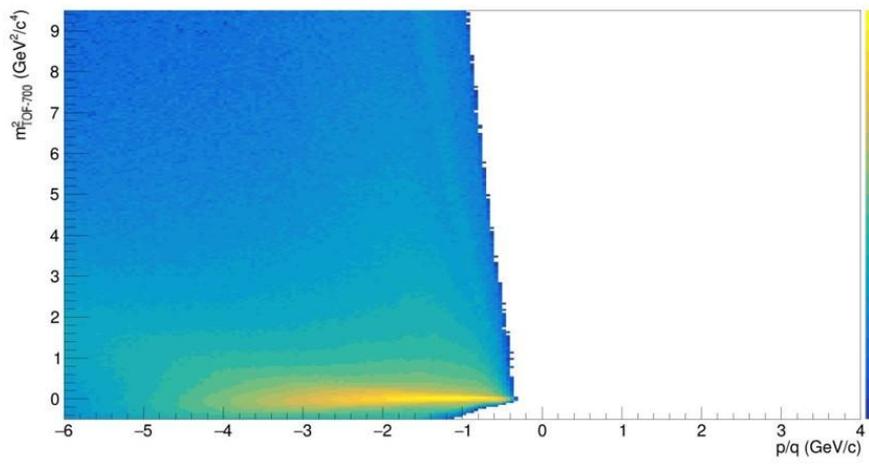
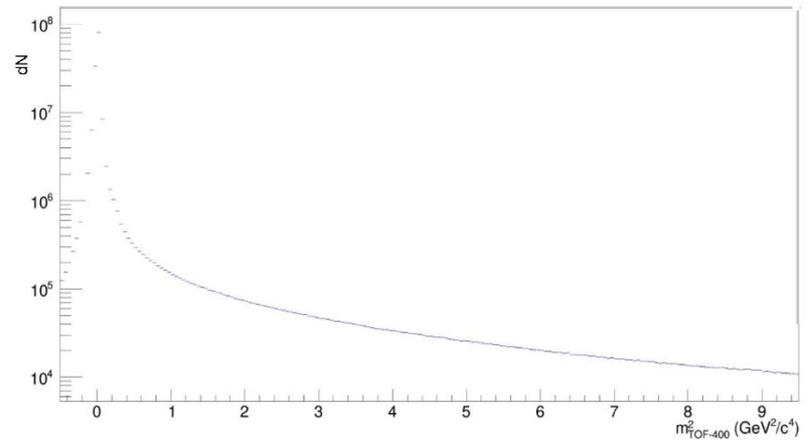
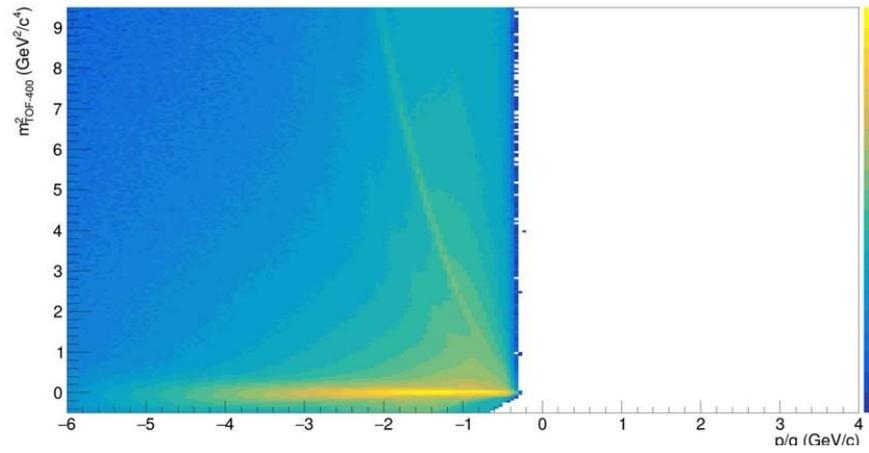
Получение зависимости направленного потока (v_1) для кандидатов в π^- -мезоны от быстроты (y_{cm}) и поперечного импульса (p_T)



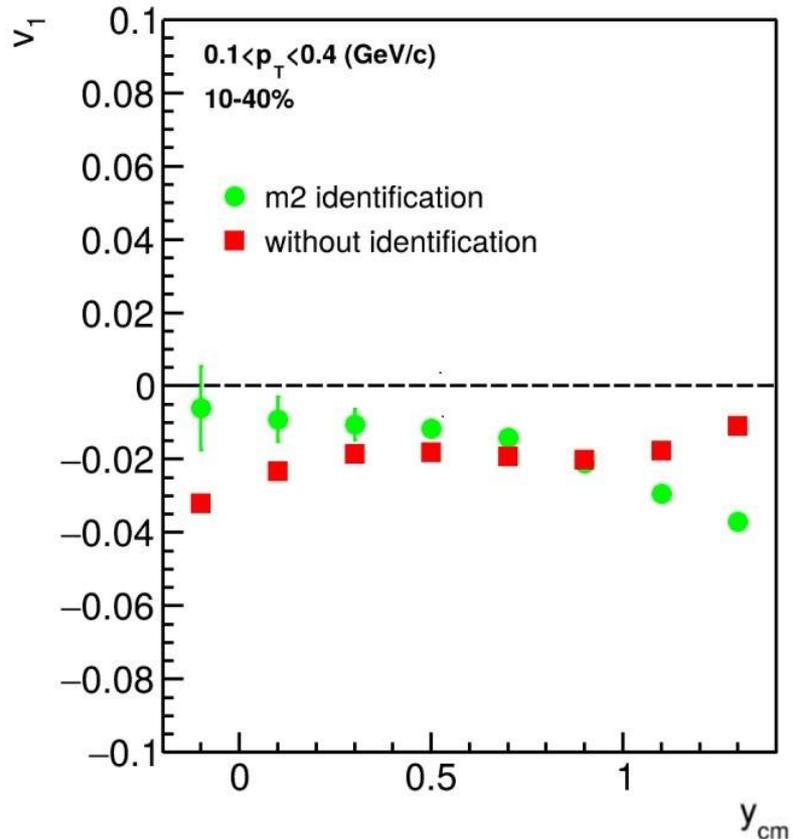
Направленный поток $v_1 = \frac{\langle u_1 Q_1 \rangle}{R_1}$ $R_1^{F2(F1, F3)} = \frac{\sqrt{\langle Q_1^{F2} Q_1^{F1} \rangle \langle Q_1^{F2} Q_1^{F3} \rangle}}{\sqrt{\langle Q_1^{F1} Q_1^{F3} \rangle}}$

где R_1 — разрешение плоскости события для данного Q_1 -вектора.

Распределение отрицательно заряженных частиц по квадрату массы (m^2) и по отношению импульса к заряду частицы (p/q)

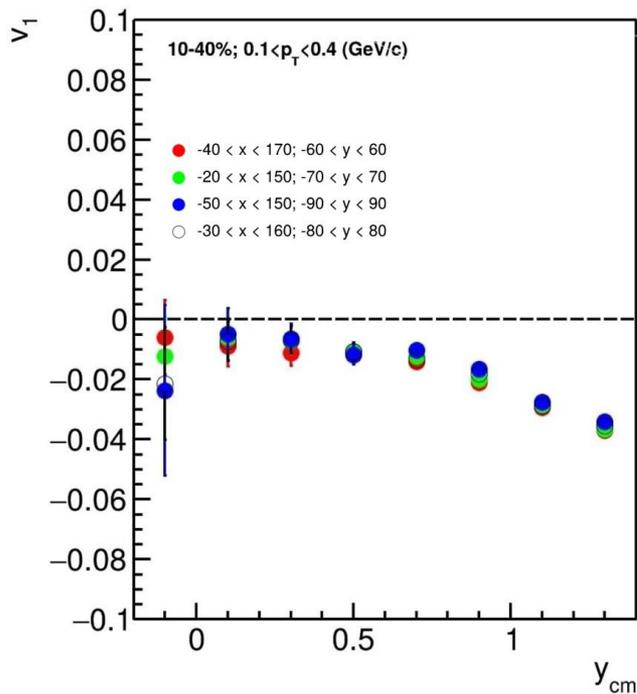


Зависимость направленного потока (v_1) для кандидатов в π^- -мезоны от быстроты (y_{cm}) с идентификацией и без идентификации

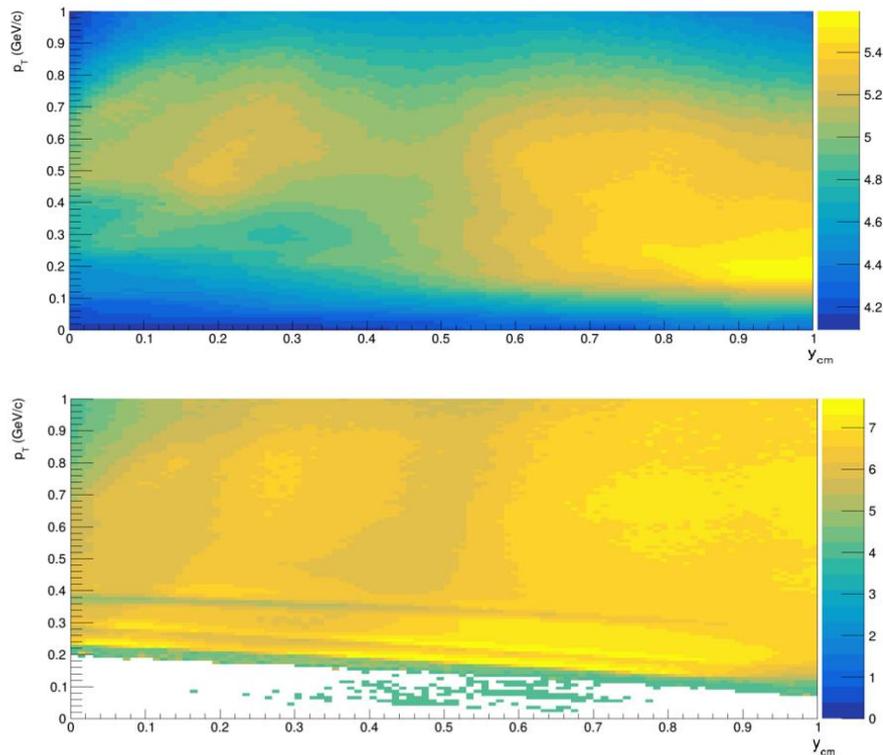


После идентификации π^- -мезонов, полученная зависимость направленного потока (v_1) от быстроты (y_{cm}), больше соответствует ожидаемому результату, а именно функция направленного потока должна переходить через 0, как функция быстроты

Критерии отбора для кандидатов в π^- -мезоны



Критерий на положение π^- -мезона в плоскости FHCAL:
 $-40 < x < 170$ см и $-60 < y < 60$ см.

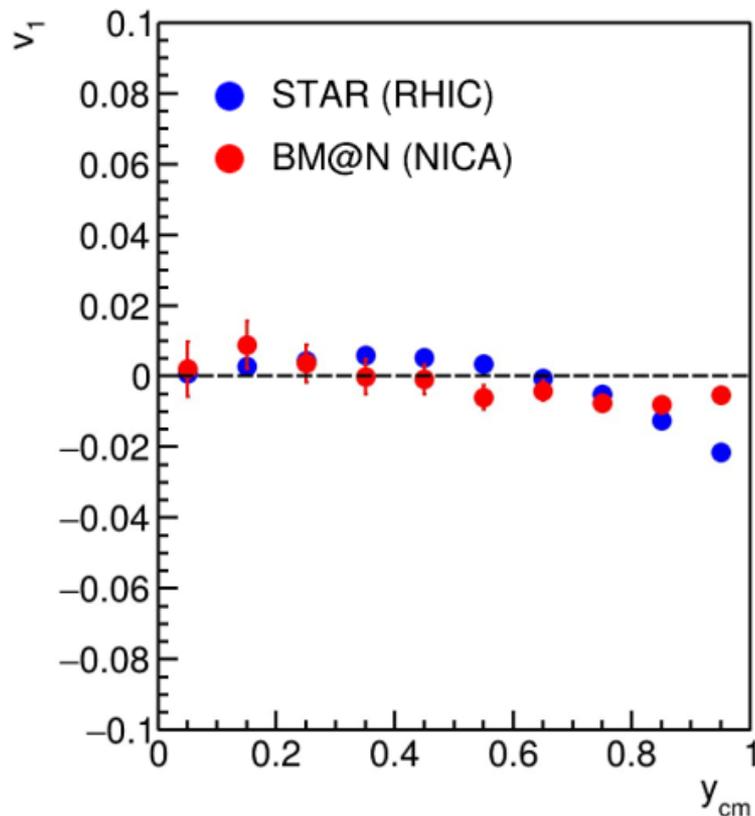


Минимальное число станций трекового детектора, используемых для реконструкции трека: $N_{hits} > 5$

Сравнение полученных результатов с результатами эксперимента STAR (RHIC)

Сравнение полученных результатов с результатами эксперимента STAR (RHIC) для отрицательно заряженных π^- -мезонов при центральности 10-40% и $0.2 < p_T < 1.0$ ГэВ/с в BM@N и при центральности 10-40% и $0.2 < p_T < 1.6$ ГэВ/с в STAR.

Из сравнения результатов экспериментов можно сделать вывод, что измеренные значения направленного потока v_1 отрицательно заряженных π^- -мезонов преимущественно согласуются по порядку величины с результатами эксперимента STAR (RHIC), но из-за недостатка статистики делается невозможным изучение значения наклона вблизи средних быстрот.



Заключение

1. Освоено программное обеспечение для анализа данных эксперимента $BM@N$ (BmnRoot, QnTools).
2. Проведена идентификация отрицательно заряженных π^- -мезонов в столкновении ядер $He + Cs(I)$ при кинетической энергии пучка 3.8А ГэВ.
3. Впервые получена зависимость направленного потока отрицательно заряженных π^- -мезонов от быстроты (y_{cm}) в столкновениях $He + Cs(I)$ при кинетической энергии пучка 3.8А ГэВ.
4. Проведено сравнение и анализ полученных результатов с опубликованными результатами эксперимента STAR (RHIC).

backup

Зависимость направленного потока (v_1) от быстроты (y) для разной плоскости события

