

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 5, Number 303 (2015), 145 – 150

**CORRELATION OF SPHERICITY AND ENERGY,
TRANSFERRED TO CHARGED MESONS,
IN ANTIPIRON-PROTON INTERACTIONS AT 32 GeV/c**

E. G. Boos, T. Temiraliyev, M. Izbasarov, V. V. Samoilov, R. A. Tursunov, A. I. Fedosimova

Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan

Key words: antiproton-proton interaction, meson, correlation, sphericity.

Abstract. In antiproton-proton interactions at 32 GeV/c it is established. that at the same number of mesons in final state meson sphericity in non-annihilation antiproton-proton reactions is higher, than in $\bar{p}p$ -annihilation channel, which is the new feature of meson generation mechanism

УДК 539.12

**КОРРЕЛЯЦИЯ СФЕРИСИТИ СОБЫТИЙ С ЭНЕРГИЕЙ,
ПЕРЕДАННОЙ ЗАРЯЖЕННЫМ МЕЗОНАМ,
В АНТИПРОТОН-ПРОТОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 32 ГэВ/с**

Э. Г. Боос, Т. Темиралиев, М. Избасаров, В. В. Самойлов, Р. А. Турсунов, А. И. Федосимова

Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: антипротон-протонные взаимодействие, мезон, корреляция, сферисити.

Аннотация. В антипротон-протонных взаимодействиях при 32 ГэВ/с установлено, что при одинаковом числе мезонов в конечном состоянии сферисити мезонов в неаннигиляционных антипротон-протонных реакциях выше, чем в канале $\bar{p}p$ -аннигиляции, что является новой особенностью в механизме генерации мезонов.

В работе анализируются данные о неупругих антипротон-протонных взаимодействиях, зарегистрированных в французской водородной пузырьковой камере «Мирабель», при облучении антипротонным пучком с импульсом 32 ГэВ/с на Серпуховском ускорителе У-70 (г. Серпухов, Россия).

Множественное рождение частиц в ядерных взаимодействиях обусловлено различными механизмами генерации частиц. Наличие многих механизмов образования частиц приводят в индивидуальных событиях к разным угловым распределениям.

Исследование корреляции сферисити событий с энергией, переданной заряженным мезонам, представляет интерес при изучении динамики механизма адронизации夸克ов в неупругих взаимодействиях.

Вычисление переменной сферисити проводилось путем диагонализации матрицы, составленной из компонентов импульсов вторичных заряженных частиц в системе центра масс

$$M_{\alpha\beta} = \sum_{i=1}^n p_{i\alpha} p_{i\beta}, \quad \alpha, \beta = x, y, z,$$

где n – число заряженных мезонов в событии.

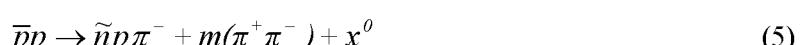
Если диагональные элементы этой матрицы обозначить Q_1 , Q_2 и Q_3 и расположить их в порядке возрастания этих величин $Q_1 < Q_2 < Q_3$, то значение сферисити [1-4] для данного события можно определить следующим образом:

$$S = 3/2 \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1 + Q_2 + Q_3} .$$

Диагональным элементам Q_1 , Q_2 и Q_3 матрицы соответствуют единичные вектора \bar{n}_1 , \bar{n}_2 , \bar{n}_3 , задающие направления «главных осей» в событии. Вектор \bar{n}_3 определяет направление наибольшей вытянутости события в импульсном пространстве. Геометрически диагональные элементы матрицы Q_1 , Q_2 и Q_3 являются главными осями эллипсоида вращения, а векторы \bar{n}_1 , \bar{n}_2 , \bar{n}_3 задают направление этих осей.

В современном представлении конечные адронные состояния возникают в результате адронизации кварковых объектов, входящих в состав взаимодействующих частиц. В этой связи сравнение сферисити событий в различных каналах антiproton-протонных взаимодействий представляет интерес.

По разработанной ранее методике [5] были выделены следующие каналы неупругих реакций:



где m – число $\pi^+ \pi^-$ пар и x^0 – вклад нейтральных частиц.

На рисунках 1 и 2 приведены двумерные корреляции суммарной энергии E^* , выделенной пионам, и соответствующих значений сферисити S , а также представлены одномерные дифференциальные распределения этих величин для групп событий с множественностью $n \geq 4$, $n \geq 6$, $n \geq 8$, соответственно для реакции антiproton-протонной аннигиляции и для реакции перезарядки протона и антiproтона.

В реакциях (1) и (2) не наблюдается линейная корреляция между сферисити S и энергией уносимой мезонами, тем не менее наблюдаются преимущественно большие значения сферисити при больших значениях E^* . Максимум распределений S и само распределения смещаются в строку больших значений S с ростом числа рожденных мезонов.

Количество событий N , множественность n , количество зараженных мезонов n_π , среднее значение $\langle S \rangle$, $\langle E^* \rangle$ и дисперсии σ_S^2 , σ_E^2 приведены в таблице 1.

На рисунке 3 представлены корреляции E^* и сферисити S для трех групп множественности и одномерные распределения по S и E^* для реакции $\bar{p}p \rightarrow \bar{p}p m(\pi^+ \pi^-) x^0$.

Из сравнения распределений S и E^* в аннигиляционном канале (1) и в каналах (2), (3) и их средних значений вытекает, что экспериментальные данные отличаются, но среднее значение сферисити $\langle S \rangle$ и E^* имеют тенденцию к росту с увеличением числа частиц в конечном состоянии. В канале с перезарядкой соударяющихся частиц среднее значение сферисити выше, чем в канале аннигиляции во всех трех группах событий.

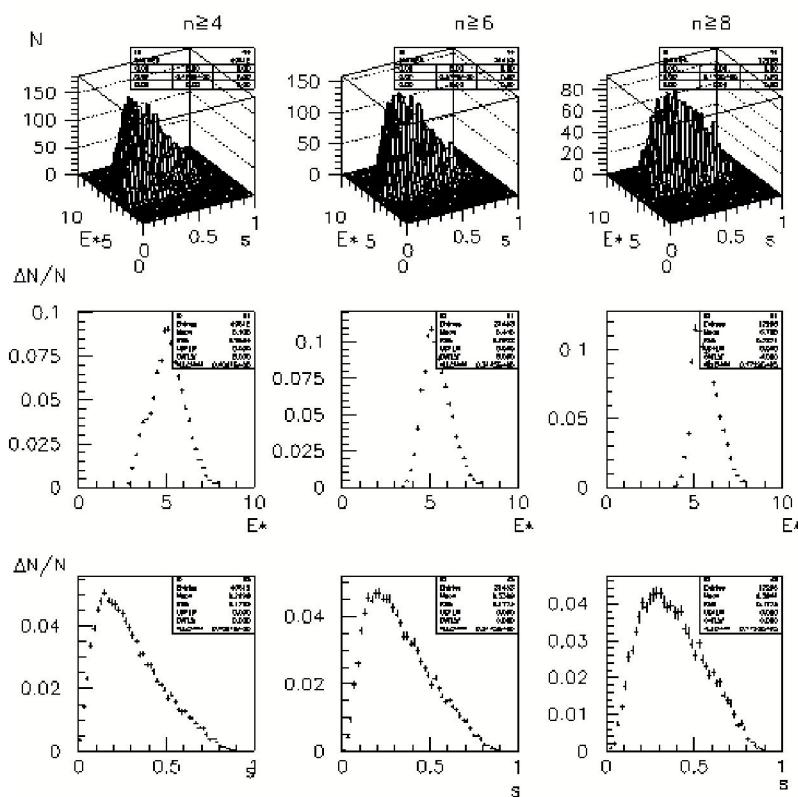
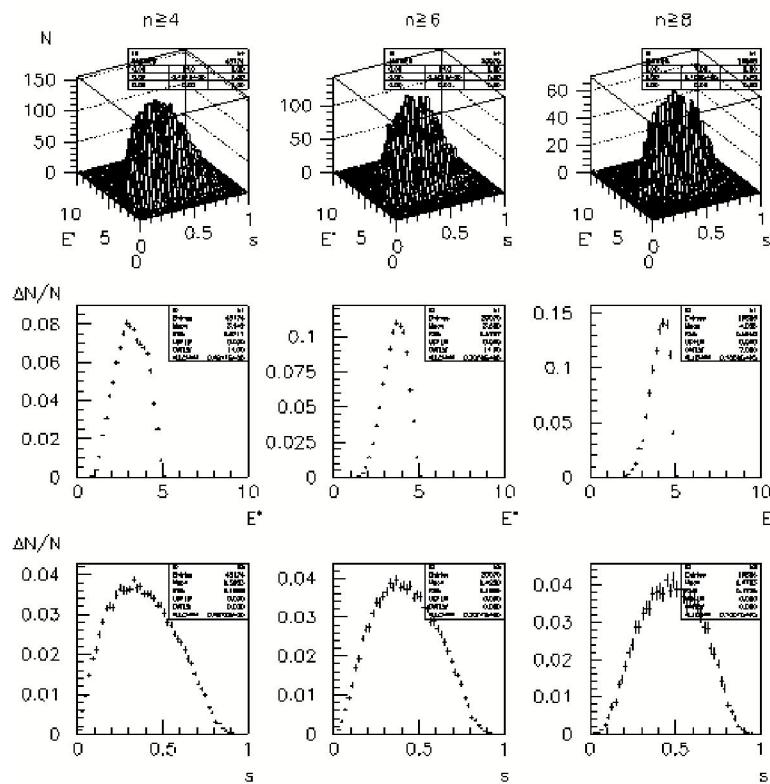
Рисунок 1 – Реакция антiproトン-протонной аннигиляции $\bar{p}p \rightarrow m(\pi^+ \pi^-)x^0$ при 32 ГэВ/сРисунок 2 – Реакция перезарядки протона и антiproтона $\bar{p}p \rightarrow n\bar{n}m(\pi^+ \pi^-)x^0$ при 32 ГэВ/с

Таблица 1 – Среднее значение $\langle S \rangle$, $\langle E^* \rangle$ и дисперсия σ_S, σ_{E^*} при 32 ГэВ/с

| Реакция | Параметры | | | | | | |
|--|-----------|----------|-------|---------------------|--------------|---|--------------------------|
| | n | n_π | N | $\langle S \rangle$ | σ_S^2 | $\langle E_{\pi^\pm} \rangle, \text{ГэВ}$ | $\sigma_{E_{\pi^\pm}}^2$ |
| $\bar{p}p \rightarrow m(\pi^+ \pi^-)x^0$ | ≥ 4 | ≥ 4 | 40612 | 0.300 ± 0.003 | 0.179 | 5.108 ± 0.051 | 0.958 |
| | ≥ 6 | ≥ 6 | 31453 | 0.331 ± 0.004 | 0.177 | 5.415 ± 0.061 | 0.793 |
| | ≥ 8 | ≥ 8 | 17296 | 0.384 ± 0.006 | 0.177 | 5.708 ± 0.009 | 0.727 |
| $\bar{p}p \rightarrow \bar{n}nm(\pi^+ \pi^-)x^0$ | ≥ 4 | ≥ 4 | 48124 | 0.385 ± 0.004 | 0.187 | 3.142 ± 0.028 | 0.871 |
| | ≥ 6 | ≥ 6 | 30070 | 0.423 ± 0.005 | 0.180 | 3.600 ± 0.041 | 0.679 |
| | ≥ 8 | ≥ 8 | 10566 | 0.478 ± 0.009 | 0.173 | 4.035 ± 0.078 | 0.556 |
| $\bar{p}p \rightarrow \bar{p}p + m(\pi^+ \pi^-)x^0$ | ≥ 4 | ≥ 2 | 27196 | 0.235 ± 0.003 | 0.193 | 1.855 ± 0.022 | 0.917 |
| | ≥ 6 | ≥ 4 | 10828 | 0.348 ± 0.007 | 0.187 | 2.581 ± 0.050 | 0.818 |
| | ≥ 8 | ≥ 6 | 3388 | 0.425 ± 0.014 | 0.177 | 3.184 ± 0.101 | 0.756 |
| $\bar{p}p \rightarrow \bar{p}n\pi^+ m(\pi^+ \pi^-)x^0$ | ≥ 4 | ≥ 3 | 21521 | 0.314 ± 0.004 | 0.192 | 2.536 ± 0.034 | 0.951 |
| | ≥ 6 | ≥ 5 | 9626 | 0.386 ± 0.008 | 0.184 | 3.115 ± 0.064 | 0.844 |
| | ≥ 8 | ≥ 7 | 2295 | 0.448 ± 0.018 | 0.178 | 3.708 ± 0.145 | 0.804 |
| $\bar{p}p \rightarrow p\bar{n}\pi^- + m(\pi^+ \pi^-)x^0$ | ≥ 4 | ≥ 3 | 20155 | 0.315 ± 0.004 | 0.191 | 2.762 ± 0.039 | 1.090 |
| | ≥ 6 | ≥ 5 | 10074 | 0.382 ± 0.008 | 0.185 | 3.387 ± 0.068 | 0.938 |
| | ≥ 8 | ≥ 7 | 3430 | 0.468 ± 0.016 | 0.173 | 3.905 ± 0.134 | 0.820 |

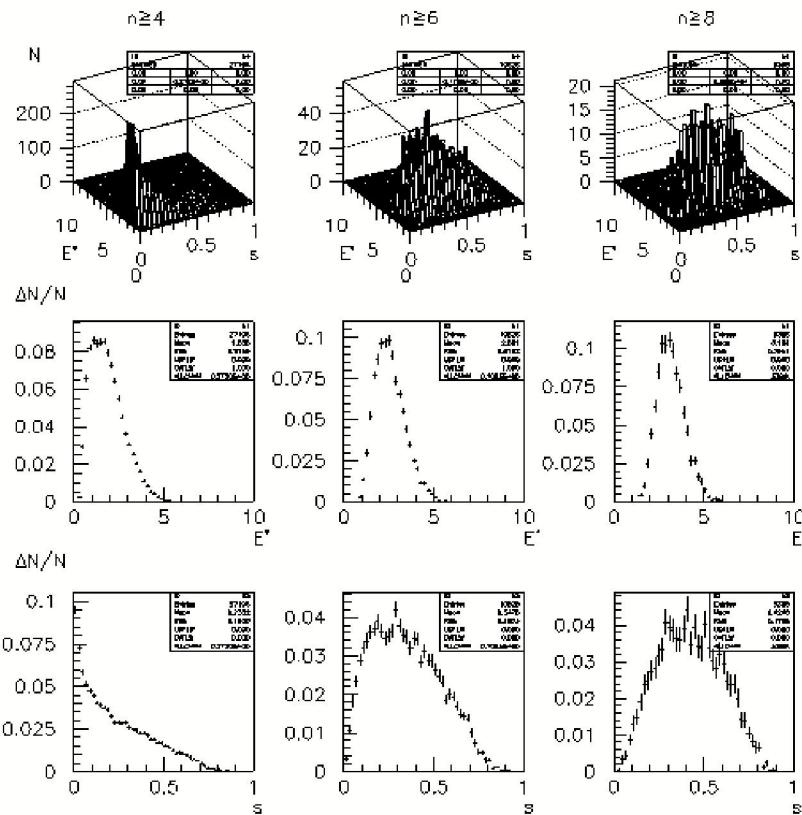
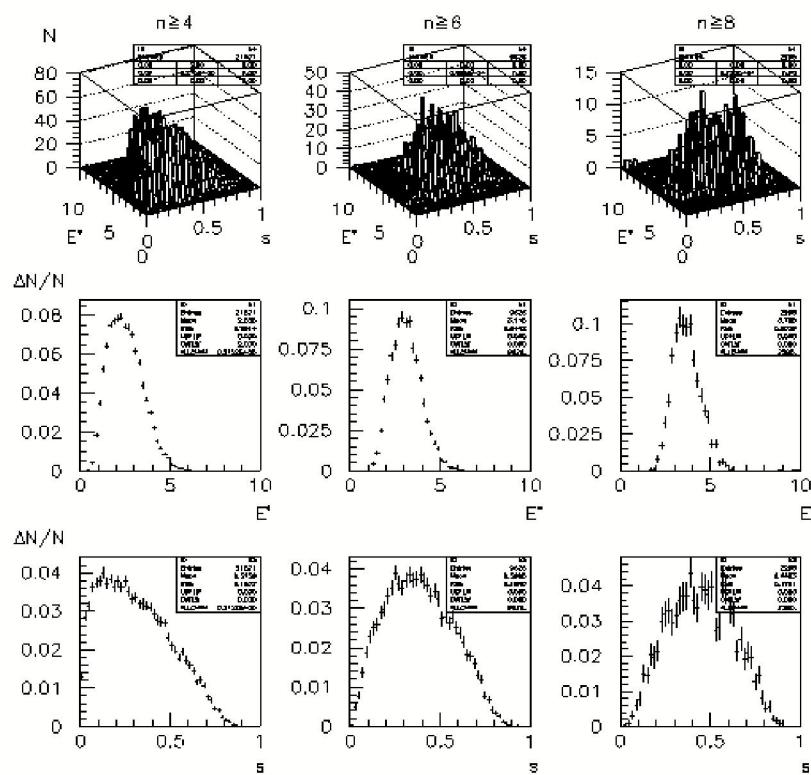
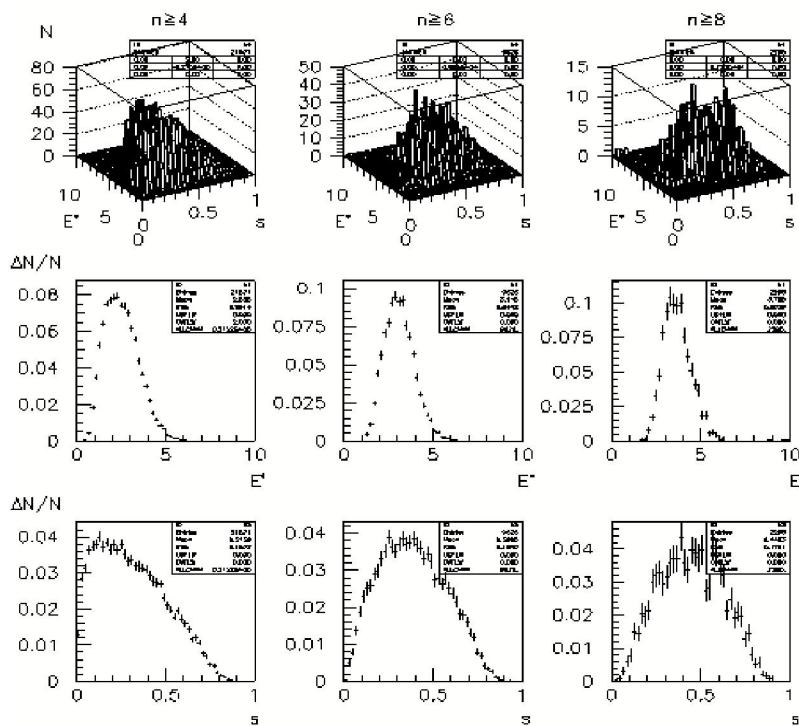


Рисунок 3 – Реакция $\bar{p}p \rightarrow \bar{p}pm(\pi^+\pi^-)x^0$ при 32 ГэВ/с

На рисунках 4 и 5 приведены зависимости суммарной энергии E^* , выделенной пионом, от сферисити S , а также представлены одномерные распределения по S и E^* для реакции $\bar{p}p \rightarrow n\bar{p}\pi^+ m(\pi^+\pi^-)x^0$ и $\bar{p}p \rightarrow \bar{n}p\pi^- m(\pi^+\pi^-)x^0$ для трех групп событий с множественностью $n \geq 4, n \geq 6, n \geq 8$.

Рисунок 4 – Реакция перезарядки протона $\bar{p}p \rightarrow \bar{n}p\pi^+m(\pi^+\pi^-)x^0$ при 32 ГэВ/сРисунок 5 – Реакция перезарядки антiprotona $\bar{p}p \rightarrow \bar{n}p\pi^-m(\pi^+\pi^-)+x^0$ при 32 ГэВ/с

Распределения по переменной S и E^* в реакции перезарядки протона $\bar{p}p \rightarrow n\bar{p}\pi^+ m(\pi^+\pi^-)x^0$ и в реакции перезарядки антiproтона $\bar{p}p \rightarrow \bar{n}p\pi^- m(\pi^+\pi^-) + x^0$ примерно одинаковы, а среднее значение величины S в соответствующих группах совпадает в пределах двукратной статистической ошибки.

Совпадение данных в этих реакциях объясняется тем, что внутренняя структура протонов в рамках изотопической инвариантности должна сохраняться и для антiproтонов, так как валентные антикварки в антiproтоне ($\tilde{u}\tilde{d}\tilde{d}$) в отношении к морским кваркам и антиглюонам повторяют те же закономерности, которые обнаружены для протонов.

Из сравнения данных неупругих антiproton-протонных взаимодействий можно сделать заключение, что при одинаковом числе мезонов в конечном состоянии сферисити мезонов в неаннигиляционных антiproton-протонных реакциях выше, чем в канале $\bar{p}p$ -аннигиляции. Отличительные результаты (новые особенности) в механизме генерации мезонов в антiproton-протонных взаимодействиях имеют важное значение при создании теоретических моделей, описывающих множественные процессы во взаимодействиях адронов с нуклонами при высоких энергиях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bjorken J.D., Brodsky S.J., // Phys. Rev.D1, p. 1416, 1970.
- [2] Hanson G. et. al. // Phys. Rev. lett. 35, p. 1609, 1975.
- [3] Мурзин В.С., Сарычева Л.И. // В кн. «Взаимодействия адронов высоких энергий», изд. «Наука», Москва, 1983.
- [4] Гришин В.Г. // Ядерная физика – 1983, т.37, стр. 915.
- [5] Боос Э.Г., Темиралиев Т., Самойлов В.В., // Изв. НАН РК. сер. физ.-мат., 2008, № 2, стр. 86.

REFERENCES

- [1] Bjorken J.D., Brodsky S.J., // Phys. Rev.D1, p. 1416, 1970.
- [2] Hanson G. et. al. // Phys. Rev. lett. 35, p. 1609, 1975.
- [3] Murzin V.S., Sarycheva L.I. // V kn. «Vzaimodejstvija adronov vysokih jenergij», izd. «Nauka», Moskva, 1983.
- [4] Grishin V.G. // Jadernaja fizika – 1983, t.37, str. 915.
- [5] Boos Je.G., Temiraliiev T., Samoilov V.V., // Izv. NAN RK. ser. fiz.-mat., 2008, № 2, str. 86.

ИМПУЛЬСІ 32 ГЭВ/с АНТИПРОТОН-ПРОТОНДЫҚ ӘРЕКЕТТЕСТІКТЕРДЕ ОҚИФА СФЕРИСИТАСЫНЫҢ ЗАРЯДТАЛҒАН МЕЗОНДАРҒА БЕРІЛГЕН ЭНЕРГИЯМЕН КОРРЕЛЯЦИЯСЫ

Э. Г. Боос, Т. Теміралиев, М. Ізбасаров, В. В. Самойлов, Р. А. Турсунов, А. И. Федосимова

Физика-техникалық институты, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: антiproton-протон әрекеттестігі, мезон, корреляция, сферисити.

Аннотация. Импульсі 32 ГЭВ/с антiproton-протондық әрекеттестіктерде түпкі күйінде мезондар саны бірдей болған кезде мезондардың сфериситасы $\bar{p}p$ аннигиляция арнасына қарағанда, аннигиляциялық емес антiproton-протондық реакцияда жоғары екендігі көрсетілген, ол мезондардың пайда болу механизмінде жаңа ерекшелік болып есептелінеді.

Поступила 15.15.2015 г.