

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ**



**PHYSICO-MATHEMATICAL  
SERIES**

**5 (303)**

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2015 ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2015 г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2015**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

**Мұтанов Г. М.**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**Г. М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

**G. M. Mutanov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**A.A. Ashimov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

**I.N. Vishnievski**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**  
**ISSN 1991-346X**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## 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 ANTI-PROTON-PROTON INTERACTIONS AT 32 GeV/c**

E. G. Boos, T. Temiraliyev, M. Izbasarov, V. V. Samoilo, 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 СФЕРИЧНОСТИ 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-протонное взаимодействие, мезон, корреляция, сферичности.

**Аннотация.** В антипротон-протонных взаимодействиях при 32 ГэВ/с установлено, что при одинаковом числе мезонов в конечном состоянии сферичности 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 сферичности событий с энергией, переданной заряженным мезонам, представляет интерес при изучении динамики механизма адронизации кварков в неупругих взаимодействиях.

Вычисление переменной сферичности 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 антипротон-протонных взаимодействий представляет интерес.

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

$$\bar{p}p \rightarrow m(\pi^+\pi^+) + x^0 \quad (1)$$

$$\bar{p}p \rightarrow \bar{n}n + m(\pi^+\pi) + x^0 \quad (2)$$

$$\bar{p}p \rightarrow \bar{p}p + m(\pi^+\pi) + x^0 \quad (3)$$

$$\bar{p}p \rightarrow n\tilde{p}\pi^+ + m(\pi^+\pi^-) + x^0 \quad (4)$$

$$\bar{p}p \rightarrow \tilde{n}r\pi^- + m(\pi^+\pi^-) + x^0 \quad (5)$$

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 антипротон-протонной аннигиляции и для реакции перезарядки протона и антипротона.

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  $n_\pi$ , среднее значение  $\langle S \rangle$ ,  $\langle E^* \rangle$  и дисперсии  $\sigma_S^2, \sigma_E^2$  приведены в таблице 1.

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

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.

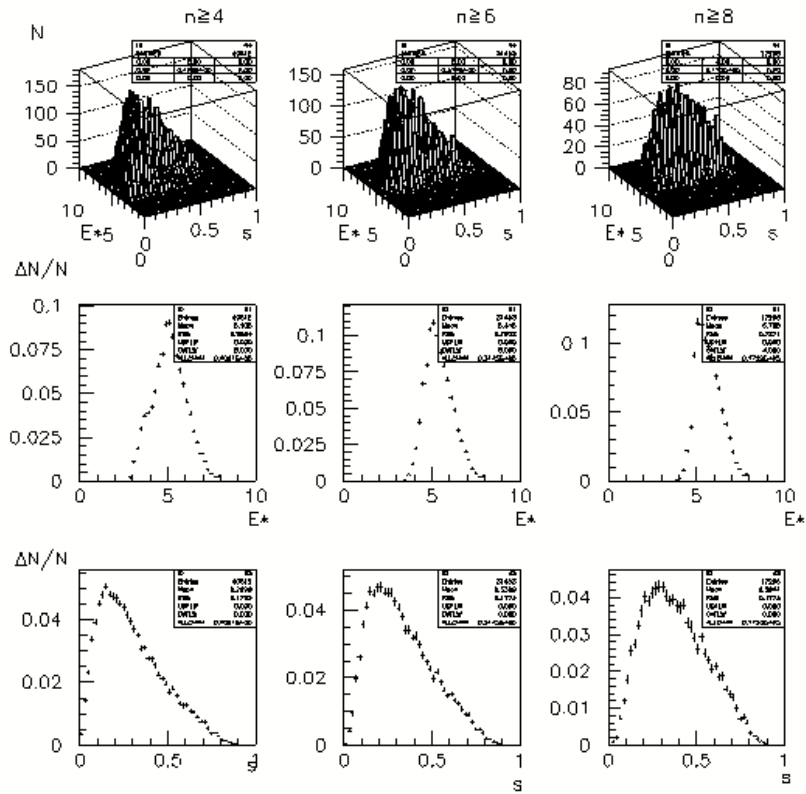


Рисунок 1 – Реакция антипротон-протонной аннигиляции  $\bar{p}p \rightarrow m(\pi^+\pi^-)x^0$  при 32 ГэВ/с

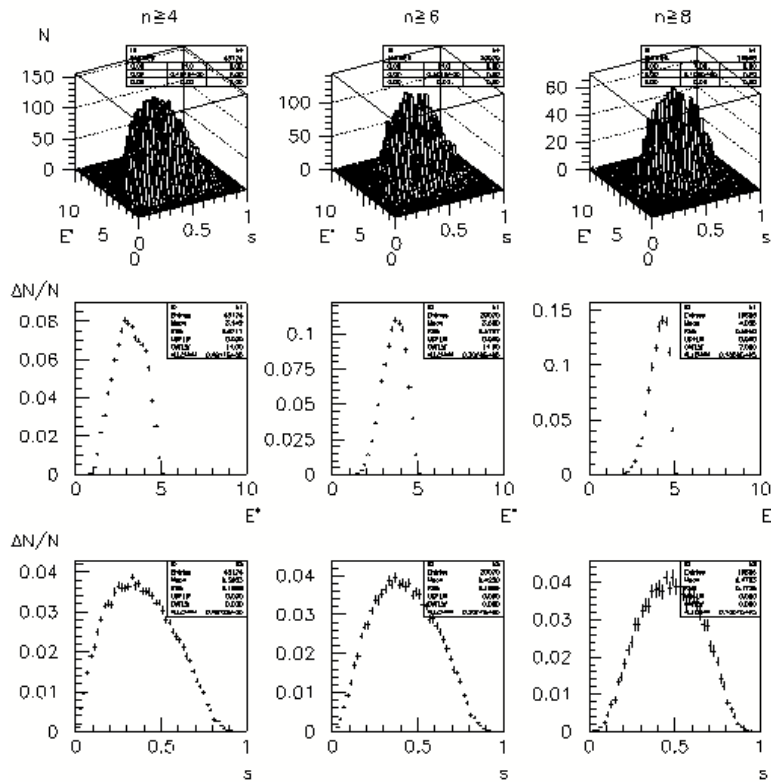


Рисунок 2 – Реакция перезарядки протона и антипротона  $\bar{p}p \rightarrow n\bar{n}m(\pi^+\pi^-)x^0$  при 32 ГэВ/с

Таблица 1 – Среднее значение  $\langle S \rangle$ ,  $\langle E^* \rangle$  и дисперсия  $\sigma_S, \sigma_E$  при 32 ГэВ/с

Реакция	Параметры						
	n	$n_\pi$	N	$\langle S \rangle$	$\sigma_S^2$	$\langle E_{\pi^\pm}^* \rangle$ , ГэВ	$\sigma_{E_{\pi^\pm}^*}^2$
$\bar{p}p \rightarrow m(\pi^+\pi^-)x^0$	$\geq 4$	$\geq 4$	40612	0.300±0.003	0.179	5.108±0.051	0.958
	$\geq 6$	$\geq 6$	31453	0.331±0.004	0.177	5.415±0.061	0.793
	$\geq 8$	$\geq 8$	17296	0.384±0.006	0.177	5.708±0.009	0.727
$\bar{p}p \rightarrow \bar{n}nm(\pi^+\pi^-)x^0$	$\geq 4$	$\geq 4$	48124	0.385±0.004	0.187	3.142±0.028	0.871
	$\geq 6$	$\geq 6$	30070	0.423±0.005	0.180	3.600±0.041	0.679
	$\geq 8$	$\geq 8$	10566	0.478±0.009	0.173	4.035±0.078	0.556
$\bar{p}p \rightarrow \bar{p}p + m(\pi^+\pi^-) + x^0$	$\geq 4$	$\geq 2$	27196	0.235±0,003	0.193	1.855±0,022	0.917
	$\geq 6$	$\geq 4$	10828	0.348±0,007	0.187	2.581±0,050	0.818
	$\geq 8$	$\geq 6$	3388	0.425±0,014	0.177	3.184±0,101	0.756
$\bar{p}p \rightarrow \bar{p}n\pi^+m(\pi^+\pi^-) + x^0$	$\geq 4$	$\geq 3$	21521	0.314±0,004	0.192	2.536±0,034	0.951
	$\geq 6$	$\geq 5$	9626	0.386±0,008	0.184	3.115±0,064	0.844
	$\geq 8$	$\geq 7$	2295	0.448±0,018	0.178	3.708±0,145	0.804
$\bar{p}p \rightarrow \bar{p}\bar{n}\pi^- + m(\pi^+\pi^-) + x^0$	$\geq 4$	$\geq 3$	20155	0.315±0,004	0.191	2.762±0,039	1.090
	$\geq 6$	$\geq 5$	10074	0.382±0,008	0.185	3.387±0,068	0.938
	$\geq 8$	$\geq 7$	3430	0.468±0,016	0.173	3.905±0,134	0.820

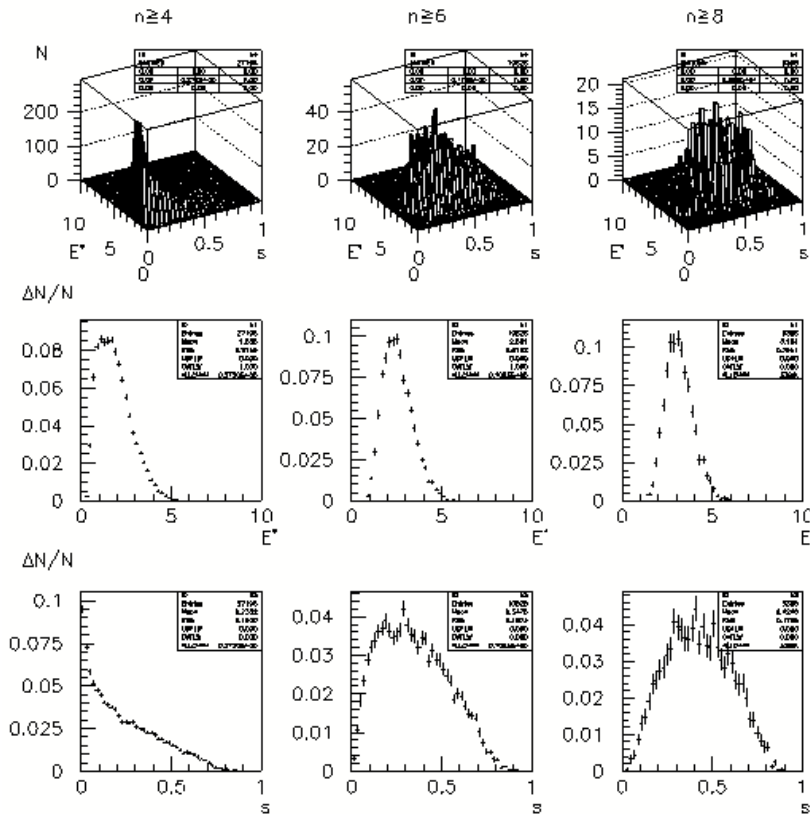


Рисунок 3 – Реакция  $\bar{p}p \rightarrow \bar{p}p m(\pi^+\pi^-)x^0$  при 32 ГэВ/с

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  $\bar{p}p \rightarrow \bar{p}n\pi^+m(\pi^+\pi^-)x^0$  и  $\bar{p}p \rightarrow \bar{p}\bar{n}\pi^- + m(\pi^+\pi^-) + x^0$  для трех групп событий с множественностью  $n \geq 4, n \geq 6, n \geq 8$ .



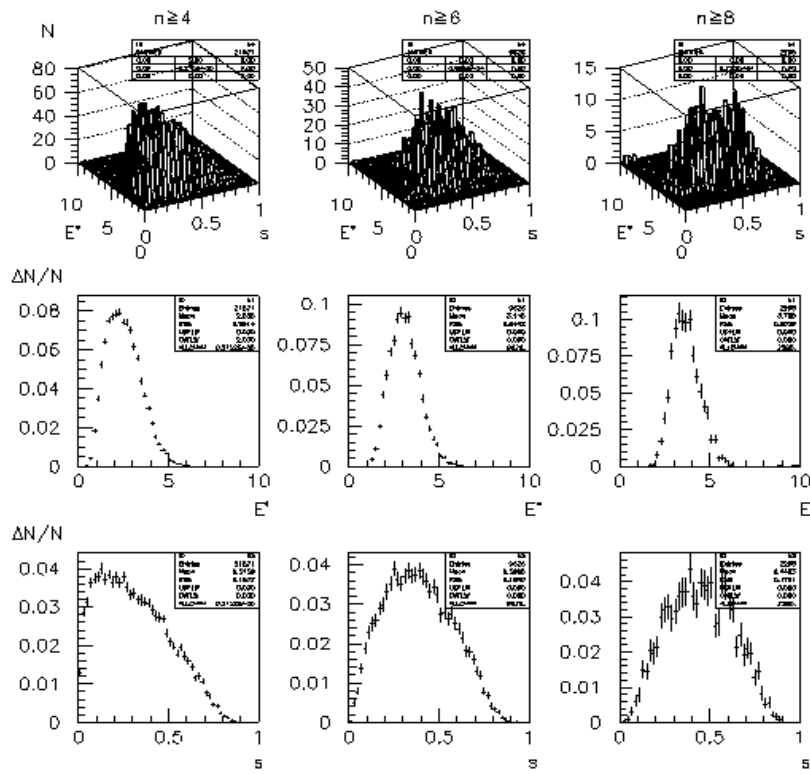


Рисунок 4 – Реакция перезарядки протона  $\bar{p}p \rightarrow n\bar{p}\pi^+ m(\pi^+\pi^-)x^0$  при 32 ГэВ/с

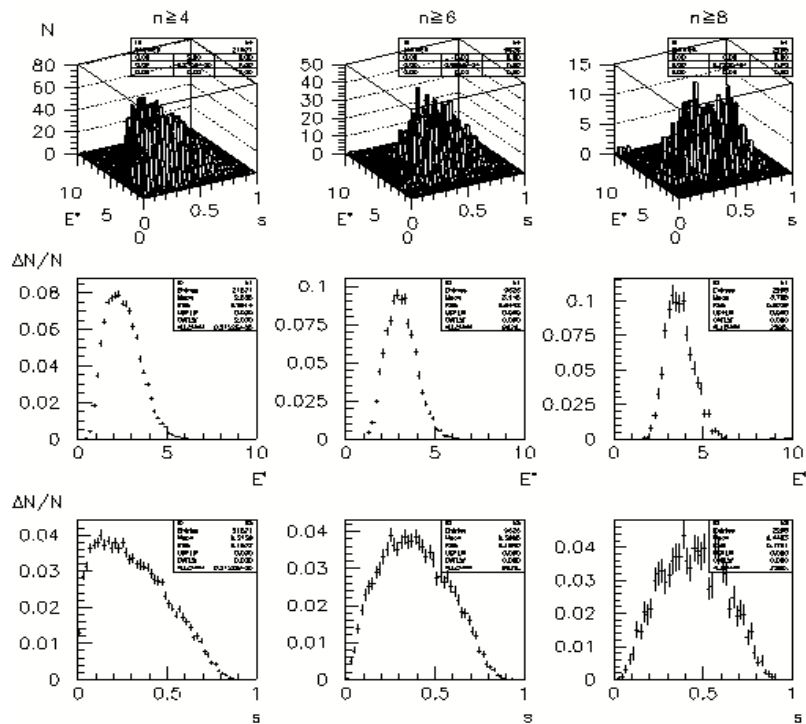


Рисунок 5 – Реакция перезарядки антипротона  $\bar{p}p \rightarrow \bar{n}p\pi^- m(\pi^+\pi^-) + x^0$  при 32 ГэВ/с

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 антипротона  $\bar{p}p \rightarrow \bar{n}p\pi^-m(\pi^+\pi^-) + x^0$  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 антипротонов, так как валентные антикварки в антипротоне ( $\tilde{u}\tilde{u}\tilde{d}$ ) в отношении к морским кваркам и антиглюонам повторяют те же закономерности, которые обнаружены для протонов.

Из сравнения данных неупругих антипротон-протонных взаимодействий можно сделать заключение, что при одинаковом числе мезонов в конечном состоянии сферисити мезонов в неаннигиляционных антипротон-протонных реакциях выше, чем в канале  $\bar{p}p$ -аннигиляции. Отличительные результаты (новые особенности) в механизме генерации мезонов в антипротон-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., Temiraliev T., Samojlov V.V., // Izv. NAN RK. ser. fiz.-mat., 2008, № 2, str. 86.

### ИМПУЛЬСИ 32 ГэВ/с АНТИПРОТОН-ПРОТОНДЫҚ ӘРЕКЕТТЕСТІКТЕРДЕ ОҚИҒА СФЕРИСИТАСЫНЫҢ ЗАРЯДТАЛҒАН МЕЗОНДАРҒА БЕРІЛГЕН ЭНЕРГИЯМЕН КОРРЕЛЯЦИЯСЫ

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

Физика-техникалық институты, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** антипротон-протон әрекеттестігі, мезон, корреляция, сферисити.

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

Поступила 15.15.2015 г.

---

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 25.09.2015.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
11,0 п.л. Тираж 300. Заказ 5.