

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**

**4 (302)**

**ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2015 ж.**

**ИЮЛЬ – АВГУСТ 2015 г.**

**JULY – AUGUST 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 **Байғұнчекөв 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 4, Number 302 (2015), 228 – 234

**THE COMPARATIVE ANALYSIS OF ENERGY AND  
ANGULAR CHARACTERISTICS OF THE GENERATED PARTICLES  
IN  $\bar{P}P$ -INTERACTIONS AT 22.4 AND 32 GeV/c**

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

Physico-Technical Institute, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** At 22.4 and 32 GeV/c in non-annihilation channel distributions on pseudorapidities of particles in interactions with large multiplicities ( $n \geq 8$ ) differ from distributions for all multiplicities ( $n \geq 2$ ). In the annihilation channel pseudorapidity distribution practically does not change with multiplicity for considering antiproton primary momenta.

Distributions of pairs azimuthal angles difference  $\Delta\phi$  have similar quasilinear dependence in annihilation and non-annihilation channels at 22.4 and 32 GeV/c. The comparison with a hypothesis of independent emission of particles indicates the excess of pairs with small values of a difference  $\Delta\phi$ .

УДК 539.12

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И  
УГЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ  
В  $\bar{P}P$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 22.4 И 32 ГэВ/С**

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

Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

**Аннотация.** При 22,4 и 32 ГэВ/с в неаннигиляционном канале распределения по псевдобыстроатам частиц во взаимодействиях с большой множественностью ( $n \geq 8$ ) отличаются от распределений для всех множественностей ( $n \geq 2$ ). В аннигиляционном канале распределение псевдобыстроты практически не меняется с изменением множественности для рассматриваемых первичных импульсов антипротонов.

Распределения разности азимутальных углов пар  $\Delta\phi$  имеют одинаковую квазилинейную зависимость в аннигиляционном и неаннигиляционном каналах при 22.4 и 32 ГэВ/с. Сравнение с гипотезой независимого испускания частиц указывает на избыток пар с малыми значениями разности  $\Delta\phi$ .

Множественное образование частиц в антипротон-протонных столкновениях возникают в результате аннигиляции антипротонов с протонами, а также в неаннигиляционных каналах, аналогичные неупругим процессам, протекающим в протон-протонных взаимодействиях [1-4].

В работе анализируются экспериментальные данные полученные в антипротон-протонных взаимодействиях при импульсе 32 ГэВ/с, зарегистрированных во Французской 5 м водородной пузырьковой камере (ВПК) «Мирабель» [2] и при 22.4 ГэВ/с в Дубненской 2 м ВПК «Людмила» [3], экспонированных на Серпуховском ускорителе У-70 (г.Серпухов, Россия).

Исследование азимутального углового распределения вторичных частиц, рожденных в ядерных взаимодействиях, является важнейшим источником информации о механизме этих взаимодействий. Азимутальный угол  $\phi$  ( $0 \leq \phi \leq 2\pi$ ) вторичной частицы определяется как угол между начальной плоскостью, содержащей продольные импульсы вторичных частиц и

импульс первичной частицы, и плоскостью, перпендикулярной направлению движения первичной частицы [5].

В работе [6] при первичном импульсе антипротона 22,4 ГэВ/с показано, что распределение вылета вторичных заряженных частиц по азимутальному углу  $\varphi$  не согласуется с изотропным распределением. Плотное распределение  $\varphi$  наблюдается в интервалах углов  $30^\circ \div 150^\circ$  и  $210^\circ \div 330^\circ$  в антипротон – протонной аннигиляции, а в неаннигиляционном канале в интервалах углов  $45^\circ \div 135^\circ$  и  $225^\circ \div 315^\circ$ . В этой связи проведен анализ распределения по азимутальному углу  $\varphi$  вторичных заряженных частиц в антипротон – протонных взаимодействиях при 32 ГэВ/с. (статистика в 3 раза больше, чем в эксперименте при 22,4 ГэВ/с).

Распределения вторичных заряженных частиц по азимутальному углу  $\varphi$  в неаннигиляционном канале антипротон – протонных взаимодействий при 32 ГэВ/с приведены для всех множественностей ( $n \geq 2$ ) на рисунке 1а и для множественностей  $n \geq 8$  на рисунке 1б, а для антипротон – протонной аннигиляции, приведены для всех множественностей ( $n \geq 2$ ) на рисунке 1с и для множественностей  $n \geq 8$  на рисунке 1д.

Из рисунка 1 видно, что распределения по  $\varphi$  во взаимодействиях с большой множественностью ( $n \geq 8$ ) не отличаются от распределений для всех множественностей ( $n \geq 2$ ), а также наблюдается идентичность распределений  $\varphi$  в аннигиляционном и неаннигиляционном каналах.

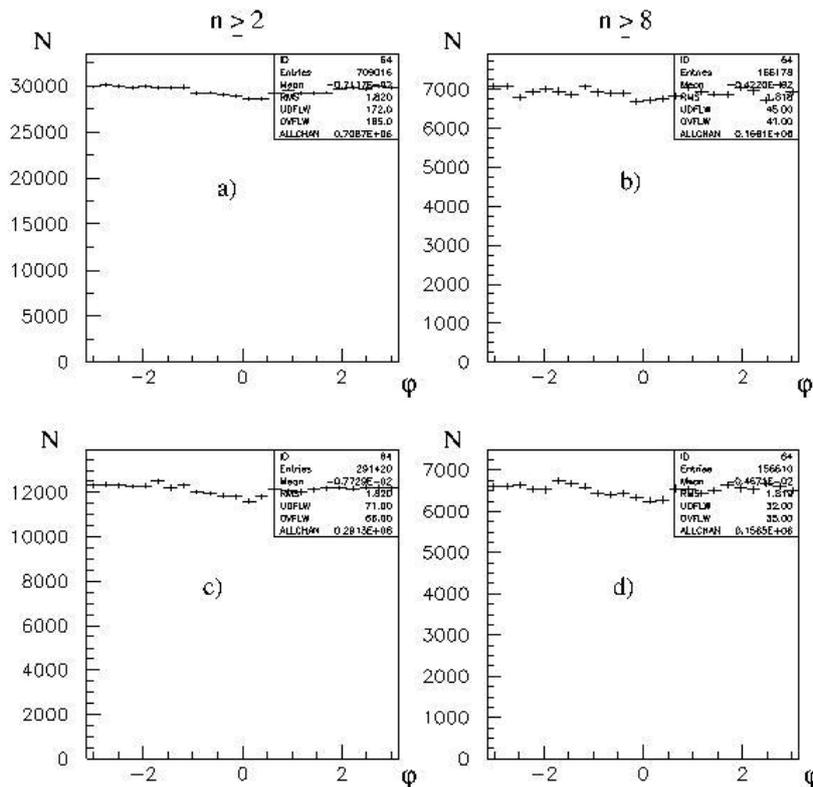


Рисунок 1 – Распределения частиц по азимутальному углу при 32 ГэВ/с: а, б – неаннигиляционный канал, с, д – антипротон-протонная аннигиляция

Распределения псевдобыстрот  $\eta = \lg \operatorname{tg} \Theta$  частиц, образованных во взаимодействиях антипротонов с протонами при двух первичных импульсах антипротона 22.4 и 32 ГэВ/с, которые приведены соответственно на рисунке 2 а, б для неаннигиляционных  $\bar{p}p$ -взаимодействий для всех множественностей  $n \geq 2$  и для множественностей  $n \geq 8$ . На рисунке 3 представлены аналогичные данные как на рисунке 2 для аннигиляционного канала  $\bar{p}p$ -взаимодействий. Среднее значение  $\langle \eta \rangle$  и дисперсия  $D_\eta$  приведены в таблице 1.

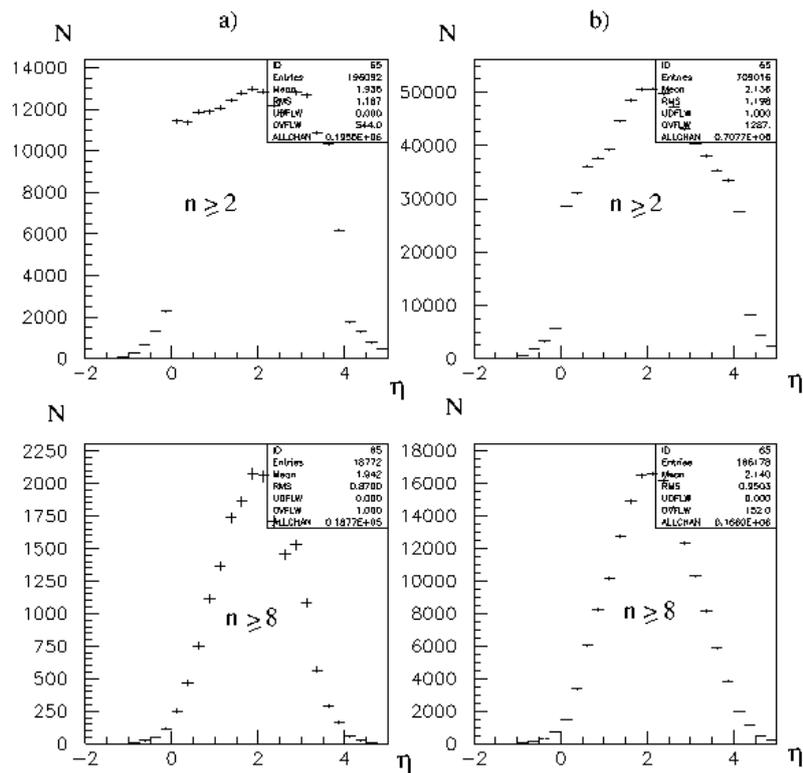


Рисунок 2 – Распределение псевдобыстроты частиц в неаннигиляционном канале  $\bar{p}p$ -взаимодействий при импульсе 22.4 – (а) и 32 ГэВ/с – (б)

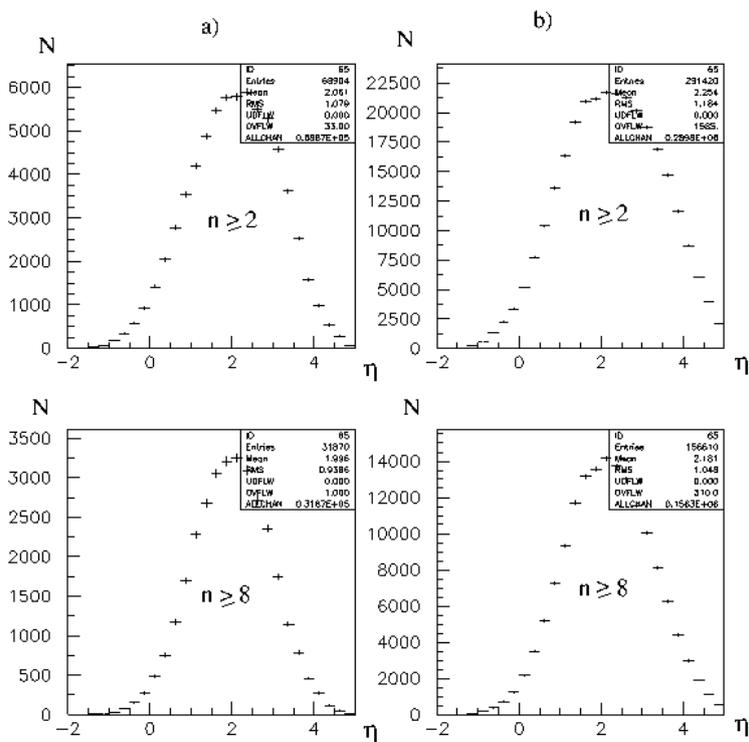


Рисунок 3 – Распределение псевдобыстроты частиц в аннигиляционном канале  $\bar{p}p$ -взаимодействий при импульсе 22.4 –(а) и 32 ГэВ/с – (б)

Таблица 1 – Количество частиц  $N$ , среднее значение  $\langle \eta \rangle$  и дисперсия  $D_\eta$

Эксперимент	Параметр		
	$N$ частиц	$\langle \eta \rangle$	$D_\eta$
Неаннигиляционный канал			
22.4 ГэВ/с ( $n \geq 2$ )	196092	1.936±0.004	1.187
22.4 ГэВ/с ( $n \geq 8$ )	18772	1.942±0.014	0.870
32 ГэВ/с ( $n \geq 2$ )	709016	2.136±0.003	1.198
32 ГэВ/с ( $n \geq 8$ )	166178	2.140±0.005	0.950
Аннигиляционный канал			
22.4 ГэВ/с ( $n \geq 2$ )	68904	2.061±0.008	1.079
22.4 ГэВ/с ( $n \geq 8$ )	31870	1.996±0.011	0.939
32 ГэВ/с ( $n \geq 2$ )	291420	2.254±0.004	1.184
32 ГэВ/с ( $n \geq 8$ )	156610	2.181±0.006	1.048

Из данных таблицы 1 видно, что распределение частиц по квазибыстротам для всех множественностей  $n \geq 2$  шире, чем во взаимодействиях с множественностью  $n \geq 8$  в неаннигиляционных и аннигиляционных каналах при одиноковом первичном импульсе антипротона. Различие более заметно в неаннигиляционном канале. Максимумы распределения и средние значения псевдобыстроты приходятся ожидаемому значению  $\eta \sim 2$  при первичном импульсе 22.4 ГэВ/с и  $\eta \sim 2.2$  при 32 ГэВ/с. С ростом первичной энергии от 22.4 и до 32 ГэВ происходит смещение  $\eta$ -распределений в сторону увеличения на величину  $\Delta \langle \eta \rangle \sim 0.2$ . Эта закономерность повторяется и в аннигиляционных каналах.

Распределение разности псевдобыстрот  $\Delta \eta$  двух частиц в зависимости от разности азимутального угла  $\Delta \varphi$  этих частиц и распределение по  $\Delta \eta$ ,  $\Delta \varphi$  в аннигиляционном канале для всех множественностей ( $n \geq 2$ ) приведены на рисунке 4 при первичном импульсе антипротона 22.4 ГэВ/с (а) и при 32 ГэВ/с (б).

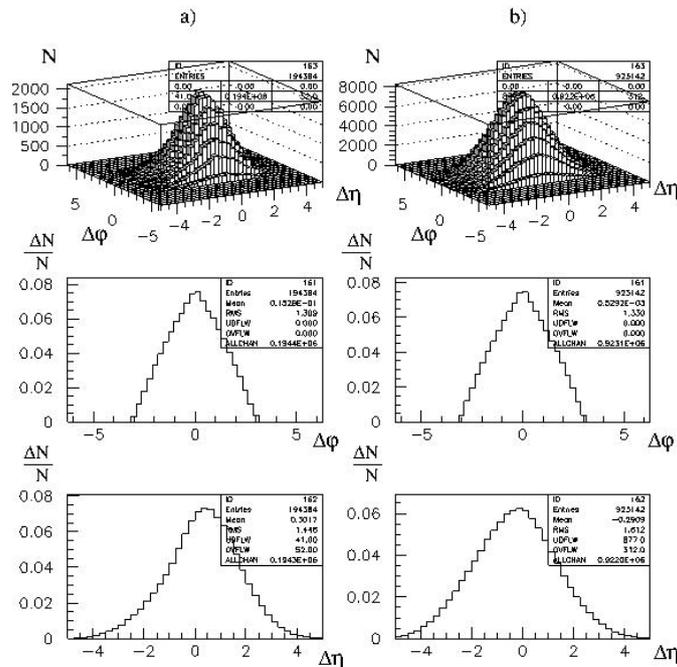


Рисунок 4 – Зависимость  $\Delta \eta_{ik}$  от  $\Delta \varphi_{ik}$  и распределения  $\Delta \eta$ ,  $\Delta \varphi$  в аннигиляционном канале при импульсе 22.4 ГэВ/с (а) и при 32 ГэВ/с (б) для  $n \geq 2$

На рисунке 5 приведены аналогичные данные, как на рисунке 4, для неаннигиляционного канала  $\tilde{p}p$  - взаимодействий при импульсе 22,4 ГэВ/с – (а) и при 32 ГэВ/с (b).

Видно, что распределения разности азимутальных углов пар  $\Delta\varphi$  имеют одинаковую квазилинейную зависимость в аннигиляционных и неаннигиляционных каналах при импульсе первичного антипротона 22,4 и 32 ГэВ/с.

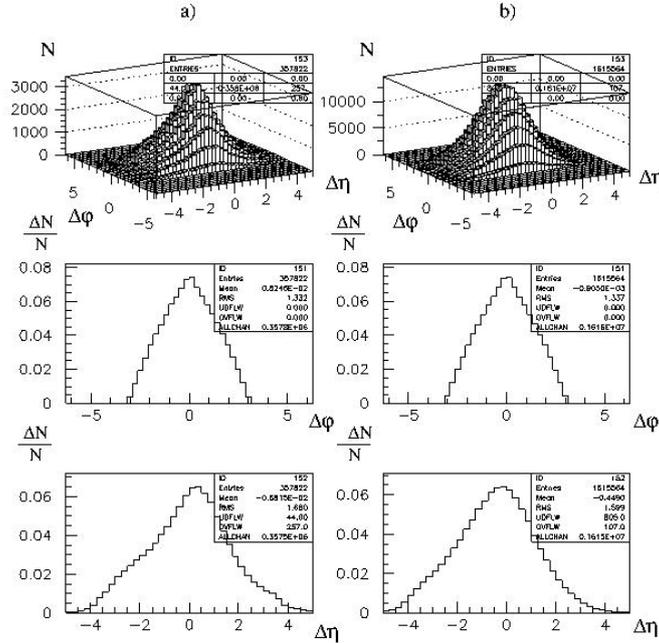


Рисунок 5 – Зависимость  $\Delta\eta_{ik}$  от  $\Delta\varphi_{ik}$  и распределения  $\Delta\eta$ ,  $\Delta\varphi$  в неаннигиляционном канале при импульсе 22.4 (а) и 32 ГэВ/с (b) для  $n \geq 2$

Средние значения величины  $\Delta\eta$ ,  $\Delta\varphi$  и их дисперсии для неаннигиляционного и аннигиляционного каналов для всех множественностей приведены в таблице 2. В таблице 2 также приведены данные для множественностей  $n \geq 8$  при первичном импульсе 22.4 ГэВ/с [6] и при 32 ГэВ/с [7].

Распределение  $\Delta\eta_{ik}$  описывается достаточно хорошо функцией Гаусса, в то время как распределение по  $\Delta\varphi_{ik}$  имеет симметричный вид, описывающийся линейной зависимостью вида

$$\frac{\Delta N}{N \Delta\varphi_{ik}} = a - b \Delta\varphi_{ik}, \text{ где } a_{NA} = 0.290 \pm 0.003; b_{NA} = 0.103 \pm 0.002 \text{ в неаннигиляционном канале и}$$

$$a_A = 0.290 \pm 0.003; b_A = 0.103 \pm 0.002 \text{ в аннигиляционном канале.}$$

Из сопоставления этих данных следует, что в азимутальной плоскости взаимодействия валентные кварков (антикварков) не изменяет вида азимутального углового распределения вторичных мезонов. Это одна из существенных особенностей проявления квантовой хромодинамики в процессах мягкой адронизации.

Если принять, что максимально возможные разности  $\Delta\varphi_{ik}$  совпадают с данными эксперимента, т.е.  $(\Delta\varphi_{ik}) = \pm 3.14$  радиан, то максимальная плотность частиц

$$\left(\frac{dw}{d\Delta\varphi_{ik}}\right)_{\max} = \frac{1}{2\pi} = \frac{1}{6.28} = 0.16 \text{ значительно меньше экспериментального значения}$$

$$\left(\frac{dw}{d\Delta\varphi_{ik}}\right)_{\max} = 0.290 \pm 0.003.$$

Таблица 2 – Количество частиц  $N$ , среднее значение разности квазибыстрот  $\Delta\eta$  и азимутального угла  $\Delta\varphi$  и их дисперсии  $D_{\Delta\eta}$  и  $D_{\Delta\varphi}$

Эксперимент	Параметр				
	$N$ частиц	$\langle \Delta\varphi \rangle$	$D_{\Delta\varphi}$	$\langle \Delta\eta \rangle$	$D_{\Delta\eta}$
Неаннигиляционный канал					
22.4 ГэВ/с ( $n \geq 2$ )	357822	0.0082	1.332	- 0.0068	1.680
22.4 ГэВ/с ( $n \geq 8$ )	69146	- 0.0014	1.291	0.1327	1.249
32 ГэВ/с ( $n \geq 2$ )	1615564	0.0009	1.337	-0.4490	1.599
32 ГэВ/с ( $n \geq 8$ )	627225	0.0028	1.318	-0.1886	1.358
Аннигиляционный канал					
22.4 ГэВ/с ( $n \geq 2$ )	194384	0.0153	1.309	0.3017	1.446
22.4 ГэВ/с ( $n \geq 8$ )	121911	0.0132	1.295	0.3294	1.317
32 ГэВ/с ( $n \geq 2$ )	923142	0.0005	1.330	-0.2909	1.612
32 ГэВ/с ( $n \geq 8$ )	649217	0.0036	1.320	-0.1803	1.500

Количественно экспериментальные данные существенно расходятся с моделью изотропного и независимого вылета вторичных частиц.

Из этого сопоставления можно сделать вывод, что количество коррелированных «узких» пар частиц в эксперименте значительно превышает величину, ожидаемую при равномерном, изотропном и некоррелированном испускании заряженных мезонов.

Количественное значение этого отличия может являться важным экспериментальным критерием для выбора физической модели мягкой адронизации кварков в неупругих антипротон – протонных взаимодействиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ward C.N., Ward P.R. et al. // Nucl. Phys. 1979, v. B153, p. 299.
- [2] Власов Е.В., Бабинцев В.В. и др. // Препринт ИФВЭ, 81 – ОЭИПК, Е – 122, Серпухов, 1981.
- [3] Boos E.G., Ermilova D.I. et al. // Nuovo Cimento, 1978, v. 47A, p. 377.
- [4] Абрамовский В.А. // Вестник Нижегородского Государственного университета, 2013, т. 2, № 75, стр. 59 – 63.
- [5] Азимов С.А., Чернов Г.М. Статистические методы в физике высоких энергий. // Издательство «Фан» Узбекской ССР, Ташкент, 1970.
- [6] Боос Э.Г., Темиралиев Т. и др. // Труды IX конференции научного объединения немцев Казахстана, Алматы, 2014, стр. 88-95.
- [7] Боос Э.Г., Темиралиев Т. и др. // Вестник НАЕН РК (в печати).

#### REFERENCES

- [1] Ward C.N., Ward P.R. et al. // Nucl. Phys. 1979, v. B153, p. 299.
- [2] Vlasov E.V., Babintsev V.V., et al. Preprint IHEP 81 - OEIPK, E - 122, Serpukhov, 1981. (in Russ.).
- [3] Boos E.G., Ermilova D.I. et al. Nuovo Cimento, 1978, v. 47A, p. 377.
- [4] Abramovskiy V.A. Journal of the Nizhny Novgorod State University, 2013, vol. 2, № 75, pp. 59 - 63. (in Russ.).
- [5] Azimov S.A., Chernov G.M. Statistical methods in high-energy physics. Publishing house "Fan" of the Uzbek SSR, Tashkent, 1970. (in Russ.).
- [6] Boos E.G., Temiraliyev T., et al. Proceedings of the IX Conference of the Scientific Association of Germans of Kazakhstan, Almaty, 2014, pp. 88-95. (in Russ.).
- [7] Boos E.G., Temiraliyev T., et al. Herald NAEN RK (in press). (in Russ.).

**ИМПУЛЬСИ 22.4 ЖӘНЕ 32 ГЭВ/С  $\bar{P}P$  - ӘРЕКЕТТЕСТІКТЕРДЕ ПАЙДА БОЛҒАН  
БӨЛШЕКТЕРДІҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ БҰРЫШТЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН  
САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ**

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

Физика-техникалық институты, Алматы, Қазақстан

**Аннотация.** 22.4 және 32 ГэВ/с импульстерінде аннигиляциялық емес арнада көптігі үлкен ( $n \geq 8$ ) әрекеттестіктерде бөлшектердің псевдотездігі бойынша үлестірілімінің барлық көптіктер үшін ( $n \geq 2$ ) үлестірілімінен айырмашылығы бар. Қарастырылатын антипротонның бастапқы импульстерінде аннигиляциялық арнада псевдотездік үлестірілімінің көптіктің өзгеруіне қарай өзгерісі байқалмайды.

22.4 және 32 ГэВ/с импульстерінде аннигиляциялық және аннигиляциялық емес арналарда жұптардың азимуталдық бұрыштарының айырымының  $\Delta\phi$  үлестірілімінде біркелкі квазисызықтық тәуелділік орындалады. Бөлшектердің тәуелсіз ұшып шығу болжамымен салыстыру айырым шамасы  $\Delta\phi$  аз бөлшектер жұбының басымдығын көрсетеді.

*Поступила 07.07.2015 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 14.07.2015.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

17,25 п.л. Тираж 300. Заказ 4.