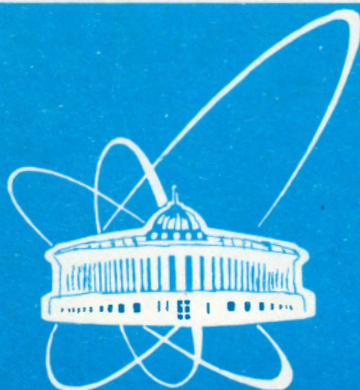


98-292



СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

98-292

P1-98-292

А.И.Бондаренко, Р.А.Бондаренко, Е.Н.Кладницкая,  
А.А.Кузнецов, Г.П.Тонеева, Б.С.Юлдашев\*

СУММАРНЫЙ АНСАМБЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ  
НА ЯДРАХ УГЛЕРОДА И ВОДОРОДА,  
ПОЛУЧЕННЫХ С ДВУХМЕТРОВОЙ  
ПРОПАНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ,  
ОБЛУЧЕННОЙ ПУЧКАМИ ПРОТОНОВ  
И РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР  $^2\text{H}$ ,  $^4\text{He}$ ,  $^{12}\text{C}$   
НА СИНХРОФАЗОТРОНЕ ЛВЭ ОИЯИ

---

\*Институт ядерной физики АН Узбекистана, Ташкент

1998

Светлой памяти участников  
Сотрудничества на 2-метровой  
пропановой пузырьковой камере ЛВЭ  
ОИЯИ, которых нет с нами

В настоящей работе подробно описывается процедура корректировки экспериментальных данных, включенных в суммарный набор ядро-ядерных взаимодействий (DST), полученных в экспериментах на 2х-метровой пропановой пузырьковой камере, облученной ядрами водорода, дейтерия, гелия и углерода с импульсом 4,2 ГэВ/с на нуклон. Корректировка проводилась с целью устранения разного рода искажений при измерениях, возникающих из-за несовершенства экспериментальной техники.

Результаты измерений взаимодействий, полученные по программе геометрической реконструкции событий GEOFIT [1], были перенесены с магнитных лент машин CDC и ЕС ЭВМ на магнитные носители РС IBM с соответствующей перекодировкой.

Для обеспечения наилучших условий регистрации треков и измерения их характеристик были введены ограничения на координаты точек регистрируемых взаимодействий с тем, чтобы все взаимодействия находились внутри эффективной области камеры. Координаты эффективной области были выбраны предварительно при проведении методических работ. Границы эффективной области для АС-взаимодействий: по X - (-8,0 ÷ +3,0) см, по Y - (-78 ÷ -30) см, по Z - (21-29) см.

Также для исключения примеси взаимодействий от непучковых частиц, после введения поправок (см. ниже), были введены ограничения на углы (плоский и глубинный) первичных треков. Граничные углы также были определены заранее при изучении углового разброса пучков:  $t\alpha$  - (-0,015 ÷ +0,015),  $\beta$  - (1,63-1,69) (см.рис.3).

Затем были построены угловые и импульсные распределения вторичных частиц. Анализ этих распределений показал наличие систематических погрешностей, связанных как с программой геометрической реконструкции событий, так и с недостаточной эффективностью методик измерения, регистрации и идентификации частиц.

## 1. Поправки, связанные с корректировкой направления первичного трека

Как известно, радиус кривизны трека ядра в магнитном поле пропорционален величине  $pA/z$ , где  $p$  – импульс, приходящийся на один нуклон ядра,  $A$  – атомный вес, а  $z$  – заряд ядра. Для ядер дейтерия ( $d$ ), гелия ( $\alpha$ ) и углерода ( $^{12}C$ ) величина  $A/z = 2$ . При первичном импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон кривизна треков первичных ядер соответствовала импульсу протона с импульсом 8,4 ГэВ/с. В программе GEOFIT первичный трек для облучения ядрами  $d$ ,  $\alpha$  и  $^{12}C$  обрабатывался по гипотезе протона с импульсом 8,4 ГэВ/с. Поправка к начальному значению импульса  $p_0$  из-за ионизационных потерь и многократного рассеяния частицы на пути до точки взаимодействия в этом случае отлична от соответствующей величины для многозарядного ядра. Это приводит к небольшому искажению в измерении направления трека первичного ядра в точке взаимодействия и, следовательно, к искажению углов вылета вторичных частиц по отношению к первичной: полярного ( $\theta$ ) – угла между треком вторичной частицы и направлением первичного и азимутального ( $\varphi$ ) – угла между проекцией трека вторичной частицы на плоскость, перпендикулярную первичному треку, и горизонтальной осью камеры. Причем наиболее чувствительными к этому искажению являются азимутальные углы высокоэнергичных треков. Для уменьшения влияния этого искажения были введены поправки  $\Delta\alpha_1$  и  $\Delta\beta_1$  на углы  $\alpha_1$  и  $\beta_1$  первичного трека в системе координат камеры. Эти поправки определялись из требования равенства нулю коэффициентов асимметрии "вверх-вниз" ( $A_1$ ) и "вправо-влево" ( $A_2$ ) распределения азимутальных углов  $\varphi$  однозарядных вторичных частиц с импульсами больше 3 ГэВ/с и всех многозарядных фрагментов ядра-снаряда.

$$A_1 = \frac{N_{\varphi \leq \pi} - N_{\varphi > \pi}}{N_{0 < \varphi \leq 2\pi}} \quad \text{и}$$
$$A_2 = \frac{N_{\varphi < \pi/2} + N_{\varphi > 3\pi/2} - N_{\pi/2 \leq \varphi \leq 3\pi/2}}{N_{0 < \varphi \leq 2\pi}}. \quad (1)$$

При определении поправок учитывалась их зависимость от координат точки взаимодействия и углов первичного трека.

Примеры распределений азимутальных углов вторичных частиц до и после введения поправок представлены на рис.1.

Как видно из представленных распределений, корректировка полностью устраняет асимметрию. Остающиеся при значениях  $\varphi \sim 90^\circ$  и  $\varphi \sim 270^\circ$  пики, особенно заметные на распределениях многозарядных фрагментов, не устраняются и происходят, по-видимому, из-за неравноточности измерений по вертикальной и горизонтальной осям камеры. Это явление подробно исследовалось в [2].

## 2. Поправки на частицы с неизмеренными импульсами и на пропущенные частицы

На рис.2 в качестве примера показаны азимутальные распределения в различных интервалах полярных углов  $\theta$  вторичных заряженных частиц типа 7 (см. "Типы частиц") из анализируемых ядро-ядерных взаимодействий.

Видно, что доля заряженных вторичных частиц с неизмеренным импульсом сильно зависит от интервала полярных  $\theta$  и азимутальных  $\varphi$  углов вылета вторичных частиц. Она максимальна при  $60^\circ < \theta < 120^\circ$ ,  $\varphi \sim 90^\circ$  и  $\varphi \sim 270^\circ$  (крутые треки). Для исправления этого эффекта были введены статистические веса, учитывающие частицы с неизмеренными импульсами. В каждом интервале по  $\theta$  и по  $\varphi$  вес частицы вычислялся по формуле

$$w_{un} = (N_{me} + N_{un})/N_{me} \quad (2)$$

где  $N_{me}$  – число частиц данного типа с измеренным импульсом в ансамбле, попавших в данный интервал по  $\theta$  и по  $\varphi$ ,  $N_{un}$  – число таких же частиц с неизмеренным импульсом там же.

Введение весов на частицы с неизмеренным импульсом не позволило полностью устранить провалы в азимутальном распределении, расположенные преимущественно в интервалах  $\varphi \sim 90^\circ$  и  $\varphi \sim 270^\circ$  и, по-видимому, обусловленные пропуском крутых частиц. Для учета пропущенных частиц были введены дополнительные веса.

Процедура их определения была следующей. Строились распределения углов  $\varphi$  при различных импульсах для каждого типа частиц. В тех интервалах распределений, где

$$N_i < \langle N \rangle - 2 * \sigma(N_i) \quad (3)$$

( $N_i$  – число частиц в  $i$ -ом интервале распределения,  $\langle N \rangle$  – среднее число частиц,  $\sigma(N_i)$  – среднеквадратичное отклонение  $N_i$ ), вычислялся вес

$$w_g = \langle N \rangle / N_i \quad (4)$$

причем для определения  $\langle N \rangle$  проводилась итерационная процедура с последовательным исключением из рассмотрения интервалов распределения, удовлетворявшим условию (3).

В связи с тем, что пропан ( $C_3H_8$ ) – мишень сложного состава, включающая в себя ядра углерода и водорода, в экспериментальном ансамбле ядро-ядерных взаимодействий присутствуют события взаимодействия пучковых ядер как с углеродом, так и с водородом. Поэтому возникает задача разделения взаимодействий на отдельных ядрах-мишенях.

Прежде чем разделить полные ансамбли ядро-пропан взаимодействий на подансамбли соударений с углеродом и водородом из них были удалены упругие взаимодействия, а также события дифракционной диссоциации ядра-снаряда.

## 3. Выделение упругих взаимодействий

Для выделения упругих взаимодействий мы использовали кинематические критерии, подробно описанные в [3], а именно, отбирались одно- и двухлучевые события, отвечающие следующим требованиям:

1. В случае снаряда-протона: события с одним протоном, его импульс  $p \geq 3$  ГэВ/с и угол вылета  $\theta < 11^\circ$ ; события с двумя протонами ( $p_1 \geq 3$  ГэВ/с,  $\theta_1 < 11^\circ$ ) для быстрого и ( $p_2 < 1$  ГэВ/с,  $60^\circ < \theta_2 < 90^\circ$ ) для медленного и углом разлета между ними в азимутальной плоскости  $\epsilon > 160^\circ$ , ( $\epsilon = \arccos \cos(\varphi_1 - \varphi_2)$ ).
2. Если снарядом служил дейтрон: события только с одним дейтроном ( $p_d \geq 6$  ГэВ/с;  $\theta_d < 4^\circ$ ); события с одним дейтроном ( $p_p \geq 6$  ГэВ/с,  $\theta_d < 4^\circ$ ) и медленным протоном ( $p_p < 0,7$  ГэВ/с,  $67^\circ < \theta_p < 90^\circ$ ), угол разлета  $\epsilon > 160^\circ$ .
3. В случае налетающей  $\alpha$ -частицы: однолучевые события, содержащие только один многозарядный фрагмент ( $p_\alpha \geq 6$  ГэВ/с,  $\theta_\alpha < 4^\circ$ ), и события с одним многозарядным фрагментом и медленным

протоном ( $p_\alpha \geq 6$  ГэВ/с,  $\theta_\alpha < 4^\circ$ ) и ( $p_p < 0,5$  ГэВ/с,  $75^\circ < \theta_p < 90^\circ$ ), соответственно, угол разлета  $\varepsilon > 150^\circ$ .

4. Для снаряда-углерода аналогично: однолучевые события ( $p_C > 6$  ГэВ/с,  $\theta_C < 4^\circ$ ) и двухлучевые события ( $p_C \geq 6$  ГэВ/с,  $\theta_1 < 4^\circ$ ) и ( $p_p < 0,3$  ГэВ/с,  $80^\circ < \theta_p < 90^\circ$ ), угол разлета  $\varepsilon > 120^\circ$ .

Однолучевые события интерпретируются как упругие взаимодействия на ядрах углерода, внутриядерных нейтронах и протонах с импульсом протона отдачи меньше 150 МэВ/с. Двухлучевые – упругие события на водороде и внутриядерных протонах с импульсом протона отдачи больше 150 МэВ/с.

#### 4. Выделение событий дифракционной диссоциации ядра-снаряда

К событиям дифракционной диссоциации снаряда были отнесены:

- Однолучевые  $d$ -пропан взаимодействия с быстрым протоном ( $p_p \geq 3$  ГэВ/с,  $\theta_p < 4^\circ$ ), двухлучевые с быстрым ( $p_1 \geq 3$  ГэВ/с,  $\theta_1 < 4^\circ$ ) и медленным ( $p_2 < 0,7$  ГэВ/с,  $67^\circ < \theta_2 < 90^\circ$ ) протонами.
- Событиями диссоциации ядер гелия считались случаи с одним многозарядным стриппинговым фрагментом или двумя однозарядными ( $p \geq 3$  ГэВ/с,  $\theta < 4^\circ$ ), сопровождаемым не более чем одним медленным протоном ( $p_p < 0,5$  ГэВ/с,  $75^\circ < \theta_p < 90^\circ$ ).
- К событиям дифракционной диссоциации ядер углерода были отнесены также события, в которых все вторичные частицы стриппинговые и не более одного медленного протона ( $p_p < 0,3$  ГэВ/с,  $80^\circ < \theta_p < 90^\circ$ ). Суммарный минимальный заряд стриппинговых фрагментов  $Q_{min} = 2n_{z \geq 2} + n_{z=1} \leq 6$ , где  $n_{z \geq 2}$  – число многозарядных, а  $n_{z=1}$  – однозарядных фрагментов.

#### 5. Разделение ансамблей на ядро-водород и ядро-углерод взаимодействия

Далее ансамбль ядро-пропан взаимодействий был статистически разделен на соударения с углеродной (C) и водородной (H) [3] мише-

нями. Большая часть событий на углероде выделяется по следующим критериям:

1. Суммарный заряд всех зарегистрированных вторичных частиц  $2n_{z \geq 2} + n_{z=+1} - n_{z=-1} > Z_{A_i} + 1$ .
2. Число медленных ( $p \leq 0,75$  ГэВ/с) протонов  $n_p > 1$ .
3. Число протонов, вылетающих в заднюю полусферу в лабораторной системе  $n_p^b > 0$ .
4.  $n_{z=-1} > 1$  – для  $pC$ -событий  $n_{z=-1} > 2$  – для  $dC$ -,  $\alpha C$ - и  $CC$ -событий.
5. Число заряженных частиц в событии  $n_{z=\pm 1}$  – нечетно для  $pC$ - и  $dC$ -событий.
6. Критерий массы мишени  $M_t > 1,5 * m_p$ , где  $M_t = \sum(E_i - p_i \cos \theta_i)$ ,  $E_i$  – энергия,  $p_i \cos \theta_i$  – продольный импульс  $m_p$  – масса протона, суммирование проводится по всем пионам и протонам за исключением стриппинговых фрагментов снаряда ( $p_p \geq 3$  ГэВ/с,  $\theta_p < 4^\circ$ ) и испарительных фрагментов мишени ( $p_p < 0,3$  ГэВ/с).

Достаточно выполнения хотя бы одного из этих критериев, чтобы событие было отнесено к взаимодействиям на ядре углерода. Однако при использовании этих критериев выделяется только около 70% ядро-углеродных событий, число которых оценено по известным сечениям взаимодействий, поэтому оставшиеся взаимодействия были статистически разделены между углерод-ядерным и протон-ядерным подансамблями с помощью введения веса на событие. Вес определялся из условия, при котором число событий на углероде и водороде соответствовало ожидаемым из известных сечений неупругих взаимодействий [3].

#### 6. Поправки, связанные с ошибками в идентификации частиц

В пропановой пузырьковой камере положительные пионы и протоны надежно идентифицируются только при импульсах до  $\sim 0,5$  ГэВ/с, при больших импульсах их приходится разделять статистически введением весов. Для вычисления этих весов мы воспользовались



тем обстоятельством, что системы вторичных частиц в  $dC$ -,  $\alpha C$ - и  $CC$ -взаимодействиях обладают изотопической симметрией и, следовательно, импульсные спектры отрицательных и положительных пионов должны совпадать. Так оно и оказалось до значений 0,5 ГэВ/с, а выше спектр положительных частиц был разделен на спектры  $\pi^+$  и протонов путем введения весов в различных интервалах импульсов с тем, чтобы добиться равенства спектров  $\pi^+$  и  $\pi^-$ . Полученные веса затем были распространены и на  $dp$ -,  $\alpha p$ - и  $Cp$ -взаимодействия. Воспользовавшись тем обстоятельством, что вычисленные веса практически не зависели от ядра-снаряда, мы применили их и в  $pp$ - и  $pC$ -взаимодействиях.

## 7. Суммарная поправка

Таким образом, были получены поправки, максимально учитывающие все методические особенности измерений. Поправки на направление первичного трека были непосредственно введены в значения  $\text{tg } \alpha_1$  и  $\beta_1$ -углов первичного трека. Принадлежность событий к упругим, дифракционным, взаимодействиям на углероде и на водороде отмечены введением специального веса в шапке события. Поправки на частицы с неизмеренными импульсами и на потери частиц, а также связанные с разделением на  $\pi^+$  и протоны введены в качестве весов на соответствующем вторичном треке. Заметим, что в данной работе не анализируется эффективность регистрации нейтральных частиц.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Все события записаны в виде последовательных бинарных файлов на жестком диске РС. В записи встречаются как действительные **REAL** \* (R), так и целые **INTEGER** \* 4 (I) числа.

Формат. DST

1. Уровень I – "шапка" (информация по просмотру с поправками после измерений) и первичная частица (первые 24 слова записи).

1. **NWORDS** – количество слов в данной записи, (I).

2. **NCOLL** – номер участника сотрудничества: 1 – Будапешт, 2 – Варшава, 3( и -3) – Дубна, 4 – Краков, 5 – Прага, 6 – Ташкент, 7 – Тбилиси, 8 – Улан-Батор, 9 – Бухарест, 10 – Ереван, 11 – Алма-Ата, 12 – София, 13 – Москва, 14 – Белград, 15 – Варна, 16 – Кишинев, (I).

3. **NTYPE** – тип облучения, (I) (см. "Типы облучения").

4. **NZON** =  $N_{\text{зоны}} * 10 + N_{\text{пластинки}}$ , (I); для взаимодействий на пропане  $N_{\text{пластинки}}=0$ .

5. **NPRONG** =  $NCHSC * 10^6 + N_- * 10^4 + N_+ * 10^2$ , (I), где **NCHSC** – число заряженных (без электронов и позитронов),  $N_-$  – число отрицательных (без электронов),  $N_+$  – число положительных (без позитронов) частиц.  $NCHSC = N_- + N_+$ .

6. **NPT** =  $N_{03} * 10^6 + N_{\pi^+} * 10^4 + N_{03b} * 10^2$ , (I), где  $N_{03}$  – число протонов с импульсом  $p < 0,7$  ГэВ/с,  $N_{\pi^+}$  – число идентифицированных  $\pi^+$ -мезонов,  $N_{03b}$  – число частиц с повышенной ионизацией в заднюю полусферу.

7. **NS** =  $NS03 * 10^6 + NSREL * 10^4$ , (I), где **NS03** – число стриппинговых частиц с повышенной ионизацией (заряд  $z \geq 2$ ), **NSREL** – число однозарядных стриппинговых частиц.

8. **NGVE** =  $N_\gamma * 10^6 + N_{V^0} * 10^4 + N_{e^+} * 10^2 + N_{e^-}$ , (I), где  $N_\gamma$  – число  $\gamma$ -квантов в звезде,  $N_{V^0}$  – число  $V^0$ -частиц,  $N_{e^+}$  – число позитронов,  $N_{e^-}$  – число электронов.

9. **NVM** =  $NCHV * 10^6 + NV_- * 10^4 + NV_+ * 10^2$ , (I), где **NCHV** – число неизмеримых заряженных частиц в звезде,  $NV_-$  – число неизмеримых  $\pi^-$ -мезонов,  $NV_+$  – число неизмеримых  $\pi^+$ -мезонов.  $NCHV \geq NV_- + NV_+$ .

10. - Пустая.
11.  $WE$  - вес на событие, (R). Если  $WE = -1$  - упругое рассеяние,  $WE = -2$  - событие дифракционной диссоциации ядра снаряда,  $0 < WE \leq 1$  - неупругое взаимодействие на пропане, с весом  $WE$  - ядро-углерод взаимодействие, с весом  $(1 - WE)$  - ядро-протон соударение.
12. - Пустая.
13.  $NPLCD = N_{\text{пленки}} * 1000 + N_{\text{кадра}}$ , (I).
14.  $p_1$  - импульс первичной частицы, ГэВ/с, (R).
15.  $\text{tg } \alpha_1$  - тангенс глубинного угла первичной частицы, (R).
16.  $\beta_1$  - плоский угол первичной частицы, рад, (R).
17.  $\Delta p_1$  - ошибка импульса первичной частицы, ГэВ/с, (R).
18.  $\Delta \text{tg } \alpha_1$  - ошибка тангенса глубинного угла первичной частицы, (R).
19.  $\Delta \beta_1$  - ошибка плоского угла первичной частицы, рад, (R).
20.  $L_1$  - измеренная длина первичного трека, см, (R).
21.  $X_1$  - поперечная (относительно пучка) координата точки взаимодействия, см, (R).
22.  $Y_1$  - продольная координата точки взаимодействия, см, (R).
23.  $Z_1$  - вертикальная координата точки взаимодействия, см, (R).
24. - Пустая.

#### ПРИМЕЧАНИЯ

1. Каждое событие - в отдельной записи.
2. Количество вторичных частиц в событии на DST

$$NP = (NWORDS - 24)/12.$$

3. Слова с 5 по 9 заполняются при методическом просмотре.
4. Система координат камеры на рис.3.

#### 2. УРОВЕНЬ II - ЗАРЯЖЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ (по 12 слов на частицу).

1.  $IPR$  - признак частицы, (I) (см. "Признаки частиц").

2.  $p$  - импульс частицы, ГэВ/с, (R).
3.  $\text{tg } \alpha$  - тангенс глубинного угла, (R).
4.  $\beta$  - плоский угол, рад, (R).
5.  $\Delta p$  - ошибка импульса, ГэВ/с, (R).
6.  $\Delta \text{tg } \alpha$  - ошибка тангенса глубинного угла, (R).
7.  $\Delta \beta$  - ошибка плоского угла, рад, (R).
8.  $L$  - измеренная длина трека, см, (R).
9.  $\chi_{xy}^2$  - величина, характеризующая отклонение измеренных на треке точек от аппроксимирующей параболы, (R).
10.  $wi$  - вес на частицы с неизмеренным импульсом, (R), определен только для частиц типа 5, 6, 7, 22 и 57 (см. "Признаки частиц").
11.  $wg$  - вес на пропущенные частицы, (R), определен также только для частиц типа 5, 6, 7, 22 и 57.
12.  $wp$  - протонный вес, (R), частицы типа 7, 5, 57, 22 с весом  $wp$  - протоны, с весом  $(1 - wp)$  -  $\pi^+$  мезоны.

#### 3. УРОВЕНЬ III - $\gamma$ -КВАНТЫ И $V^0$ -ЧАСТИЦЫ (по 12 слов на частицу).

1.  $IPR$  - признак частицы, (I) (см. "Признаки частиц").
2.  $p$  - импульс, ГэВ/с, (R).
3.  $\text{tg } \alpha$  - тангенс глубинного угла, (R).
4.  $\beta$  - плоский угол, рад, (R).
5.  $\Delta p$  - ошибка импульса, ГэВ/с, (R).
6.  $\Delta \text{tg } \alpha$  - ошибка тангенса глубинного угла, (R).
7.  $\Delta \beta$  - ошибка плоского угла, рад, (R).
8.  $\chi^2$  - величина, характеризующая принадлежность данной частицы к рассматриваемой звезде, (R).
9.  $X$  - координата точки конверсии  $\gamma$ -кванта или распада  $V^0$ , см, (R).
10.  $Y$  - координата точки конверсии  $\gamma$ -кванта или распада  $V^0$ , см, (R).

11.  $Z$  – координата точки конверсии  $\gamma$ -кванта или распада  $V^0$ , см, (R)
12.  $WVG$  – вес частицы, (R),  $WVG = W_1 * W_2 * W_3$ , где  $W_1$  – геометрический вес,  $W_2$  – вес гипотезы,  $W_3$  – вес, учитывающий суммарные поправки на неизмеримые  $\gamma(V^0)$ , потери вблизи звезды и т.д. (эти веса в данной работе не корректировались).

## ПРИЗНАКИ ЧАСТИЦ

- 5 –  $\pi^+$ -мезон
- 6 –  $\pi^-$ -мезон
- 7 –  $p$  – протон
- 8 –  $e^-$  – электрон от  $\gamma$ -кванта
- 9 –  $e^+$  – позитрон от  $\gamma$ -кванта
- 17 –  $\gamma$ -квант
- 18 –  $e^-$  – электрон от  $\gamma$ -кванта после фитирования
- 19 –  $e^+$  – позитрон от  $\gamma$ -кванта после фитирования
- 22 –  $d, t$ - дейтрон или тритон (импульс  $1 < p_{22} < 3$  ГэВ/с, заряд  $z = 1$ , повышенная ионизация)
- 23 –  $\Lambda^0$ -гиперон
- 32 –  $K^0$ -мезон
- 45 –  $\pi^+$ -мезон, импульс не измерен
- 46 –  $\pi^-$ -мезон, импульс не измерен
- 47 –  $p$  – протон, импульс не измерен
- 57 –  $\pi^+/p$  – неразделенная гипотеза  $\pi^+$  или  $p$ , импульс измерен
- 65 – короткий трек с неопределенным знаком заряда, импульс не измерен
- 77 – фрагмент ядра-снаряда с зарядом  $z \geq 2$
- 105 –  $\pi^+$ -мезон от  $K^0$
- 106 –  $\pi^-$ -мезон от  $K^0$  или от  $\Lambda^0$
- 107 –  $p$ -протон от  $\Lambda^0$
- 115 –  $\pi^+$ - мезон от  $K^0$  после фитирования
- 116 –  $\pi^-$ - мезон от  $K^0$  или от  $\Lambda^0$  после фитирования

117 –  $p$ -протон от  $\Lambda^0$  после фитирования

457 –  $\pi^+/p$  – трек с неразделенной гипотезой, импульс не измерен

477 – фрагмент ядра-снаряда с зарядом  $z \geq 2$ , импульс не измерен

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Трекам с неизмеренным импульсом приписан фиктивный импульс  $p = (0, 5 \pm 3, 0)$  ГэВ/с, или  $p = (4, 0 \pm 3, 0)$  ГэВ/с для стриппинговых фрагментов ядра-снаряда.

Табл. 1. Типы облучения

Мишень		Налетающее ядро	Импульс на нуклон, ГэВ/с
Ta	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		
0	20	Протон	2,2 (2,2)*
1	21		4,2 (3,8)
2	22		5,4 (5,1)
9	29		9,9 (9,5)
3	23	<sup>4</sup> He	2,3 (2,2)
4	24		4,2 (3,8)
5	25		5,1 (4,7)
6	26	<sup>12</sup> C	2,3 (2,2)
7	27		4,2 (3,8)
8	28		5,1 (4,7)
10	30	d	2,3 (2,2)
11	31		4,2 (3,8)
12	32		5,1 (4,7)

\*) В скобках указаны предварительные значения импульса, полученные до измерений в камере, с помощью электроники.



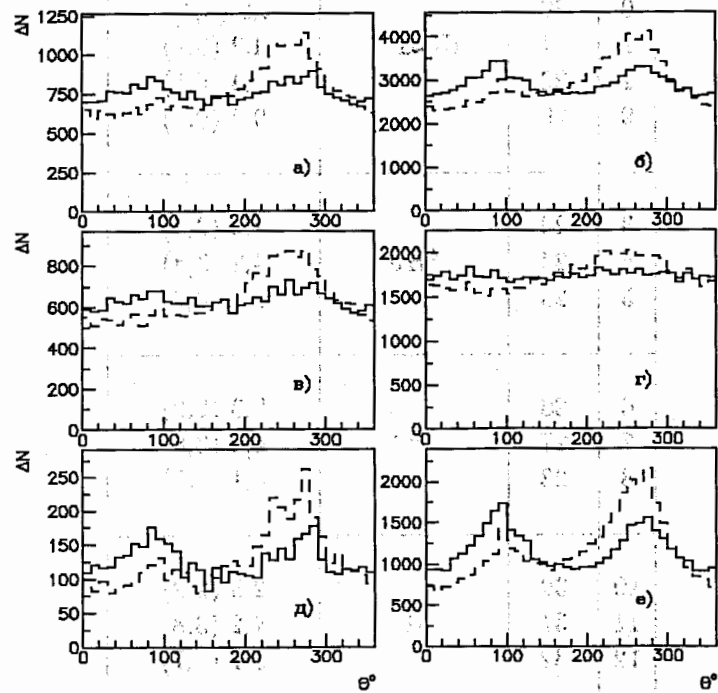


Рис. 1. Азимутальные распределения однозарядных вторичных частиц с импульсами больше 3 ГэВ/с и многозарядных фрагментов ядра-снаряда из  ${}^4\text{H}$ - (а, в, д) и  ${}^{12}\text{C}$ -пропан (б, г, е) взаимодействий до (пунктир) и после (сплошная линия) корректировки направления первичного трека; все частицы - а), б), протоны - в), г) и многозарядные фрагменты ядра-снаряда - д), е)

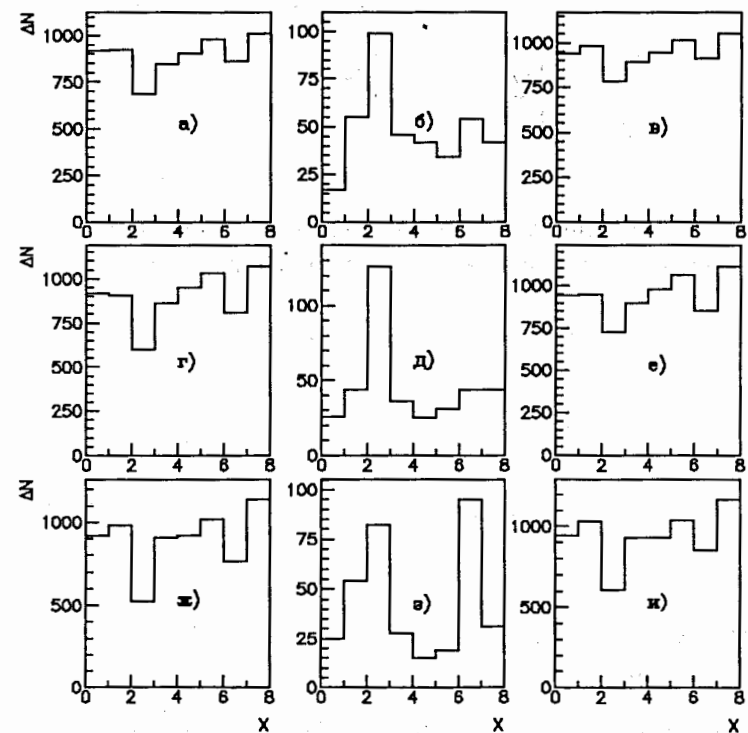


Рис. 2. Азимутальные распределения частиц: типа 7 (идентифицированные протоны с измеренным импульсом - а, г, ж); типа 47 (протоны с неизмеренным импульсом - б, д, з) и суммарного (7+47 - в, е, п) из  ${}^{12}\text{C}$ -пропан взаимодействий в различных интервалах полярных углов:  $40^\circ < \theta < 50^\circ$  (а, б, в),  $50^\circ < \theta < 65^\circ$  (г, д, е) и  $65^\circ < \theta < 80^\circ$  (ж, з, п). Переменная  $X$  по оси абсцисс пропорциональна азимутальному углу  $\varphi$ :  $\varphi = 0^\circ$  соответствует  $X = 0,5$ ,  $\varphi = 90^\circ$  соответствует  $X = 2,5$ ,  $\varphi = 180^\circ$  соответствует  $X = 4,5$  и  $\varphi = 270^\circ$  соответствует  $X = 6,5$ )

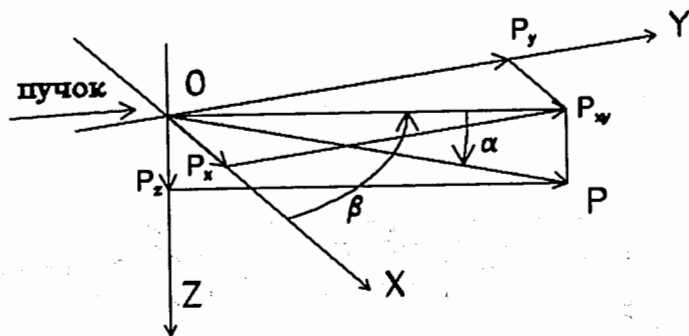


Рис. 3. Система координат камеры, используемая при измерениях и расчетах, ось абсцисс направлена приблизительно по направлению первичного пучка

### ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Ф.Маркова, В.И.Никитина, А.П.Стельмах, Г.Н.Тентюкова Р10-3768, Дубна, 1968.
2. Бондаренко А.И. Докт.дисс. Дубна 1997г.; Бондаренко А.И., Чернов Г.М. Препр. ИЯФ АН УзССР. – Р-7-182. – Ташкент, 1985 г.
3. Агакишиев Г.Н. и др. Препр. ОИЯИ, 1-83-662, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел  
15 октября 1998 года.

Бондаренко А.И. и др.

P1-98-292

Суммарный ансамбль взаимодействий на ядрах углерода и водорода, полученных с двухметровой пропановой пузырьковой камеры, облученной пучками протонов и релятивистских ядер  ${}^2\text{H}$ ,  ${}^4\text{He}$ ,  ${}^{12}\text{C}$  на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ

В работе описана процедура корректировки экспериментальных данных, включенных в суммарный ансамбль взаимодействий легких ядер ( $p$ ,  $d$ ,  $\alpha$ ,  $\text{C}$ ) с протонами и углеродом в пропановой пузырьковой камере при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон. Корректировка включает введение поправок, связанных с уточнением направления первичного пучка, на потерю частиц, вылетающих под большими глубинными углами, а также на частицы, импульс которых не мог быть определен.

Кроме того, введены «веса» на неоднозначно идентифицированные события ( $A_p$  или  $A_C$ ) и на положительные частицы с импульсом выше 0,5 ГэВ/с ( $\pi^+$  или  $P$ ). В итоге каждое событие в ансамбле, а в событии каждый след имеет свои «веса».

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1998

Перевод Л.Н.Барабаш

Bondarenko A.I. et al.

P1-98-292

The Ensemble of Interactions on Carbon and Hydrogen Nuclei Obtained Using the 2m Propane Bubble Chamber Exposed to the Beams of Protons and  ${}^2\text{H}$ ,  ${}^4\text{He}$ ,  ${}^{12}\text{C}$  Relativistic Nuclei at the Dubna Synchrotron

The procedure of correcting the experimental data included in the ensemble of interactions of light ( $p$ ,  $d$ ,  $\alpha$ ,  $\text{C}$ ) nuclei with protons and carbon in the propane bubble chamber at a momentum of 4.2 GeV/c per nucleon, is described. The corrections for the direction of a primary beam, for the losses of particles emitted at large angles to the chamber bottom and for the particles which momentum cannot be determined, were made.

In addition the «weights» for unambiguously identified events ( $A_p$  and  $A_C$ ) and positive particles of a momentum above 0.5 GeV/c ( $\pi^+$  or  $P$ ) were introduced. As a result, each event in the ensemble and each track in the event have their own «weights».

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1998