

90-510



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

1038 / 91

P1-90-510

К.Миллер¹, В.Г.Гришин, М.Левандовски,
Я.Плюта¹, З.Стругальски, М.Султанов², П.Тас

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЙТРАЛЬНЫХ ЗВЕЗД
В (π^- -He)-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 3,5 ГэВ/с (II)

¹Институт физики Варшавского технического
университета

²Самаркандский государственный университет

1990

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе представлены некоторые экспериментальные результаты исследований характеристик так называемых нейтральных звезд, т.е. заряженных продуктов вторичных взаимодействий нейтронов или распадов нейтральных частиц, испускаемых в π^- Хе-взаимодействиях.

Источником экспериментальной информации явились стереоснимки с зарегистрированными на них π^- Хе-взаимодействиями, происходящими в 180-литровой ксеноновой пузырьковой камере (размерами 103x44x40 см) без магнитного поля. Камера облучалась в пучке отрицательно заряженных пионов с импульсом 3,5 ГэВ/с в ИТЭФ (Москва). Экспериментальный материал по π^- Хе-взаимодействиям (6301 событие) уже обработан, результаты представлены во многих работах, например¹⁻⁴, но он не анализировался на испускание нейтронов. Характеристики заряженных частиц (пионов и протонов), изученные на основе этих событий, и данные, представленные в этой работе, в пределах ошибок совпадают¹.

Предварительные данные получены нами после просмотра около 15000 кадров с π^- Хе-взаимодействиями⁵. В этой работе⁵ приведены также условия регистрации, критерий отбора событий и способы идентификации нейтральных звезд. Напомним только, что отбирались события с одним первичным взаимодействием в рабочем объеме камеры и не вводились ограничения на число треков заряженных частиц в нейтральных звездах ($n_{\text{тр}} = 1, 2, 3, \dots$).

Данные настоящей работы — результаты двухкратного просмотра и измерений этих событий, в которых испускаются нейтроны.

2. ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Всего были просмотрены 62 пленки с зарегистрированными на них π^- Хе-взаимодействиями, т.е. около 40000 кадров. В результате двухкратного просмотра, проведенного с эффективностью 99%, найдено 3146 событий с одним взаимодействием на кадре, среди которых находились 1482 события с нейтральными звездами. В этих событиях было найдено 2288 нейтральных звезд. Таким образом, среднее число нейт-

ральных звезд на одно взаимодействие после двойного просмотра оказалось равным 0,77.

Отобранные и зарисованные события были измерены на двух проекциях при помощи полуавтоматического прибора ПУОС, соединенного с миникомпьютером типа IBM PC. Результаты измерений записывались в закодированном виде на магнитную ленту. Для каждого события записывалась следующая информация: количество разного сорта частиц, испущенных во взаимодействии, число гамма-квантов и число нейтральных звезд, координаты точки первичного взаимодействия, координаты точек на всех треках, включая первичный, координаты начала нейтральных звезд и координаты на всех треках нейтральных звезд.

Пространственное восстановление событий, основанное на результатах измерений, проводилось при помощи программы GEOX. В результате расчетов по этой программе была получена следующая информация о событии: пространственные координаты точки первичного взаимодействия, направляющие косинусы углов испускания всех треков, выходящих из точки взаимодействия (включая первичный), направляющие косинусы углов испускания нейтральных звезд, длины всех треков заряженных частиц, останавливающихся в камере, кинетические энергии протонов. Вся эта информация была записана на магнитной ленте в виде суммарных результатов (ДСТ).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

В настоящее время измерено 1305 событий с нейтральными звездами, находящимися среди 2245 событий с одним взаимодействием на кадре. Из них 1129 событий прошли всю систему обработки.

Часть двухлучевых звезд, так называемых V° , т.е. результаты распадов K° и Λ° , идентифицировались на уровне просмотра путем проверки компланарности и записывались на ДСТ с соответствующим признаком. В измеренном материале они составляют $\sim 2\%$.

Среди 1129 событий, после исключения V° , осталось 1680 нейтральных звезд, что составляет 0,75 нейтральных звезд на одно взаимодействие.

С целью экспериментального определения доли случайных фоновых нейтральных звезд проводился просмотр кадров, на которых не видно ни одного взаимодействия. Остальные критерии отбора такие же, как для событий с одним взаимодействием на кадре¹⁵. Отмечалось количество нейтральных звезд на этих кадрах и число лучей в нейтральных звездах. Было просмотрено 43 пленки и найдено 2237 кадров без первичных π^- Хе-взаимодействий, в том числе 294 кадра с нейтральными звездами

Таблица 1. Множественность "фоновых" нейтральных звезд

	0	1	2	3	4
%	86,9±1,9	10,5±0,7	1,7±0,3	0,6±0,2	0,3±0,1

дами (около 13% всех "фоновых" кадров). На "фоновых" кадрах с нейтральными звездами было найдено 379 нейтральных звезд, что составляет около 16% всех "фоновых" событий.

В табл.1 приведено распределение по множественности фоновых нейтральных звезд на кадрах, а в табл.2 — распределение по числу треков в фоновых нейтральных звездах.

Предполагается, что относительная доля фоновых нейтральных звезд среди кадров с одним первичным взаимодействием равна доли нейтральных звезд среди "фоновых" кадров; можно определить верхнюю границу количества ложных нейтральных звезд, находящихся в измеренном материале. Используя данные, приведенные в табл.1 и в табл.2, можно определить количество этих ложных нейтральных звезд в зависимости от множественности нейтральных звезд на кадрах и от числа треков в нейтральных звездах.

После вычитания фоновых нейтральных звезд из всех измеренных получается: среди 2245 событий с одним первичным взаимодействием на кадре осталось 932 события с нейтральными звездами, а в них 1538 нейтральных звезд. Таким образом, среднее число нейтральных звезд на одно π^- Хе-взаимодействие составляет 0,68.

Эти нейтральные звезды являются результатами взаимодействий нейтронов, испущенных в первичных π^- Хе-взаимодействиях с ядрами ксенона. Таким образом, изучая характеристики нейтральных звезд, мы на самом деле получаем информацию о нейтронах. Поэтому, приводя некоторые характеристики нейтральных звезд, мы сравниваем их с характеристиками протонов, испущенных в тех же самых π^- Хе-взаимодействиях, чтобы получить предварительную информацию об испускании нуклонов в π^- Хе-взаимодействиях при $P_{\pi^-} = 3,5$ ГэВ/с.

Таблица 2. Распределение по числу треков в "фоновых" нейтральных звездах

	0	2	3	4	5	6
%	13,1±0,8	2,7±0,3	0,2±0,1	0,2±0,1	0,04±0,04	0,04±0,04

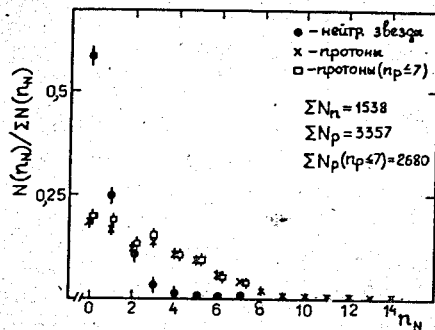
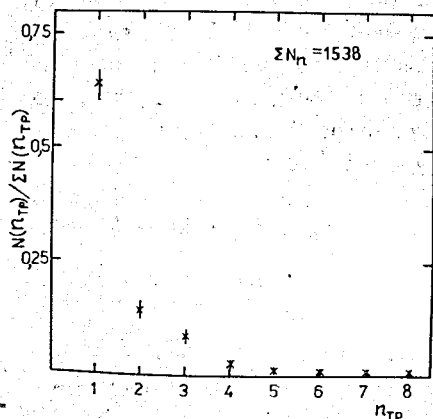


Рис.1. Распределение по множественности протонов (крестики), протонов с $n_p \leq 7$ (прямоугольники) и нейтральных звезд (точки).

На рис.1 показаны распределения по множественности нейтральных звезд. Число нейтральных звезд быстро падает с увеличением множественности. Максимальная множественность нейтральных звезд $n_{н.з.} = 7$. На этом рисунке показано также распределение по множественности протонов (крестики), и, для сравнения с распределением нейтральных звезд, множественное распределение протонов для $n_p \leq 7$ (прямоугольники). Видно, что распределения по множественности протонов и нейтронов отличаются друг от друга. Среднее значение числа нейтральных звезд в измеренном материале составляет $(1,54 \pm 0,08)$, протонов — $(2,86 \pm 0,13)$. Но в этом случае надо учесть, что мы приводим первичный экспериментальный материал для нейтральных звезд без учета "весов" для нейтронов.

В работе¹⁵ для сравнения с нейтральными звездами приводилось множественное распределение протонов, построенное из данных, обработанных раньше (6301 событие) для $n_p \leq 5$, и результат не отличался от приведенного в настоящей работе.

На рис.2 показано распределение по числу треков заряженных частиц в нейтральных звездах. Большинство из них (61,9%) — это однолучевые нейтральные звезды; доля многолучевых быстро падает с увеличением числа лучей.



На рис.3 и 4 приведены распределения по углам вылета из точки первичного взаимодействия протонов и нейтральных звезд. На рис.3 сравниваются угловые распределения протонов и нейтральных звезд, наблюдаемых по всей области камеры. Поскольку камера несимметрична, видно увеличение количества

Рис.2. Распределение нейтральных звезд по числу треков заряженных частиц в звезде.

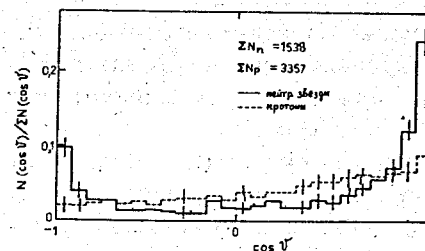


Рис.3. Распределение по углу вылета из первичного π^- Хе-взаимодействия протонов (штрих) и нейтральных звезд, регистрируемых во всей камере (сплошная линия).

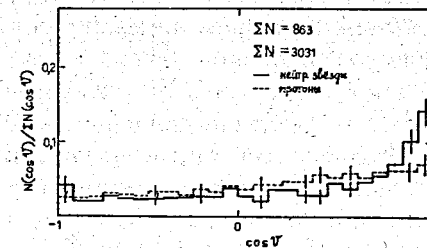
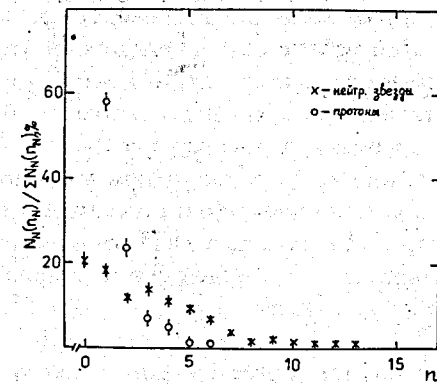


Рис.4. Распределение по углу вылета из первичных π^- Хе-взаимодействий протонов (штрих), нейтральных звезд (сплошная линия), регистрируемых в условиях 4π -геометрии.

нейтральных звезд, регистрируемых в направлениях вперед — назад, и недостаток их в других направлениях. Угловые распределения протонов и нейтральных звезд, регистрируемых в 4π -геометрии, указаны на рис.4*. Видна значительная разница в поведении распределения нейтральных звезд в случае 4π -геометрии и для всей камеры. Относительная доля нейтральных звезд, регистрируемых в направлении вперед — назад, значительно уменьшалась, но расхождение между распределением протонов и нейтральных звезд вне пределов ошибок видно только для узкого угла вперед.

Зависимость между количеством наблюдаемых нейтральных звезд, вычисленных относительно всех взаимодействий с нейтральными звездами, и множественностью испускаемых из первичного взаимо-

Рис.5. Зависимость среднего числа нейтральных звезд (крестики) и протонов (кружки) от множественности протонов и нейтронов.



*В этом случае был взят уменьшенный рабочий объем камеры, симметричный по всем направлениям.

действия протонов показана на рис.5. Там же показана зависимость количества протонов, вычисленного относительно всех взаимодействий, от множественности нейтральных звезд. Поведение этих зависимостей связано с распределениями по множественности (рис.1).

Вычислялось также среднее значение числа нейтральных звезд относительно количества взаимодействий для отдельных кратностей протонов. Они почти не меняются, принимая значения: для кратностей протонов $n_p \leq 7$ $\langle n_{nk} \rangle = 1,6 \pm 0,2$, для $n_p \geq 8$ $\langle n_{nk} \rangle = 1,3 \pm 0,3$.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе приведены результаты по просмотру и измерениям π^- Хе-взаимодействий, в которых наблюдаются нейтральные звезды. На основе этого первичного материала построены некоторые характеристики нейтральных звезд и проведено их сравнение с характеристиками протонов, испускаемых в этих взаимодействиях.

Среднее число нейтральных звезд на одно π^- Хе-взаимодействие составляет 0,65, среднее число нейтральных звезд во взаимодействиях, в которых они присутствуют, равно 1,54, что означает относительно большое количество наблюдаемых нейтронов, испускаемых в π^- Хе-взаимодействиях при $P_{\pi^-} = 3,5$ ГэВ/с.

Из приведенных предварительных данных по нейтральным звездам видно, что ксеноновая пузырьковая камера является хорошим детектором для исследования нейтронов, испускаемых в π^- Хе-взаимодействиях. В этой работе еще не вводились "веса" для нейтронов, поэтому на приведенные характеристики нейтральных звезд и их сравнение с характеристиками протонов надо смотреть как на информацию о полученном нами экспериментально материале.

Анализ этого экспериментального материала позволяет предположить, что после увеличения статистики и введения "весов" можно будет получить информацию о нейтронах и проанализировать характеристики нейтронов и их корреляции с другими частицами вместо характеристик нейтральных звезд.

Авторы признательны Г.Ваврышук и коллективу лаборантов за участие в обработке стереоснимков с ксеноновой пузырьковой камеры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миллер К. и др. — ОИЯИ, P1-87-179, Дубна, 1987.
2. Bartke J. et al. — JINR E1-86-332, Dubna, 1986.

3. Гришин В.Г. и др. — ОИЯИ P1-86-585, Дубна, 1986.
4. Стругальски З. и др. — ОИЯИ P1-83-68, Дубна, 1983.
5. Гришин В.Г. и др. — ОИЯИ P1-88-520, Дубна, 1988.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 ноября 1990 года.