

Г-521



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**  
**ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ**

1 - 9450

**ГЛАГОЛЕВ**  
**Виктор Викторович**

**ИССЛЕДОВАНИЕ**  
**ДЕЙТРОН - ПРОТОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ**  
**В ВОДОРОДНОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ**

Специальность 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
доктора физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Дубна 1976

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий  
Объединенного института ядерных исследований.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук профессор

А.Н.Горбунов,

доктор физико-математических наук старший научный сотрудник

В.А.Копылов-Свиридов,

доктор физико-математических наук профессор

Г.А.Лексин.

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Ленинградский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова  
АН СССР.

Автореферат разослан "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1976 г.

Защита диссертации состоится "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1976 г.

на заседании Ученого совета Лаборатории высоких энергий  
Объединенного института ядерных исследований, конференц-  
зал, в \_\_\_ час.

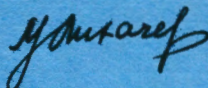
Адрес: г. Дубна, Московской обл., ЛВЭ ОИЯИ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ.

Ученый секретарь Совета

кандидат физико-математических наук

старший научный сотрудник



М.Ф.Лихачев

1 - 9450

ГЛАГОЛЕВ  
Виктор Викторович

ИССЛЕДОВАНИЕ  
ДЕЙТРОН - ПРОТОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ  
В ВОДОРОДНОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ

Специальность 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
доктора физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Взаимодействия частиц высоких энергий с ядрами могут служить источником информации о механизме взаимодействия с ядром, о взаимодействиях элементарных частиц и о структуре ядра. При исследовании взаимодействий с таким простейшим и хорошо изученным ядром, как дейтрон, разумно сосредоточиться на первых двух вопросах. Знание волновой функции дейтрона и имеющиеся сведения о столкновениях нуклонов помогают ближе подойти к проверке существующих моделей нуклон-ядерного взаимодействия, таких, например, как модель Глаубера.

Исследование нуклон-ядерных взаимодействий открывает возможность изучения взаимодействия нуклонов с нестабильными частицами, имеющими времена жизни порядка ядерных.

Процессы, идущие с развалом дейтрона и сопровождающиеся перезарядкой, позволяют получить дополнительные сведения о роли спина в процессе  $np \rightarrow pn$  перезарядки.

Эксперимент, о котором идет речь в диссертации, был начат, когда стала очевидной возможность ускорения ядер на синхрофазотроне Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований до релятивистских энергий<sup>/1/</sup>.

Получено 200 000 фотографий в сепарированном пучке дейтронов импульса 3,3 ГэВ/с на 100-сантиметровой пузырьковой камере ЛВЭ ОИЯИ<sup>/2/</sup>. Использование такого неуправляемого трекового детектора, каким является водородная пузырьковая камера, обусловлено рядом причин. Во-первых, необходимостью наблюдения процессов с числом частиц в конечном состоянии более двух в условиях  $4\pi$ -геометрии. Во-вторых, поскольку

водородная камера одновременно является и мишенью и детектором, возможностью обеспечить минимальные потери событий с малыми переданными протоном отдачу импульсами.

Методика облучения водородной камеры дейтронами имеет несомненные преимущества перед облучением дейтериевой камеры протонами из-за больших импульсов продуктов фрагментации, которые хорошо идентифицируются. Благодаря этому, появилась возможность детального изучения при высоких энергиях ряда реакций, таких, например, как  $d\bar{p} \rightarrow p\bar{p}n$ .

Естественным на сегодняшний день недостатком трековых приборов является большая трудоемкость обработки полученной информации. От момента запечатления следов взаимодействия на фотопленке до получения физических результатов лежит целая полоса обработки: просмотр пленки и отбор событий, измерения, расчеты по системе программ математической обработки на ЭВМ, идентификация событий и т.д.

В этих условиях для решения задач экспериментальной физики на современном уровне требуется кооперирование сил исследователей, а также усовершенствование обработки, в частности, переход на автоматические системы.

Списываемый эксперимент с самого начала проводился в сотрудничестве с физиками Варшавского университета и Института ядерных исследований /Варшава, ПНР/. Что же касается эффективности обработки, то диссертант, прошедший путь к данному эксперименту через участие в сооружении водородной пузырьковой камеры, в свое время самой крупной в СССР и странах-участницах ОИЯИ, постоянно имел в виду необходимость перехода на автоматизированную обработку. В связи с этим закладывались соответствующие идеи при разработке и осуществлении системы освещения камеры, обеспе-

чившие достаточно стандартное качество изображения, вводилась система маркировки кадров.

Была проведена методическая работа по полуавтоматическому измерению ионизационных потерь на следах заряженных частиц.

В результате предпринятых коллективами Лаборатории высоких энергий и Лаборатории вычислительной техники и автоматизации усилий пленка, экспонированная в этом эксперименте, послужила материалом, на котором были запущены сканирующие автоматические приборы ЛВТА / НРД и спиральный измеритель /. Половина событий эксперимента была измерена на НРД.

Диссертация состоит из семи глав.

Первая глава посвящена отдельным вопросам создания 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры. С целью улучшения качества фотографий на камерах с автоколлимационной системой освещения был разработан отражающий призматический растр нового типа /3,4,5/. Работа растра основана на принципе полного внутреннего отражения на границе стекло-жидкий водород в рабочих условиях пузырьковой камеры. Эксперименты по измерению индикатрисы рассеяния света на пузырьках в жидкости, по измерению показателя преломления жидкого водорода в режиме камеры помогли обосновать выбор геометрии и материала элементов растра. Ход лучей в призме, кривые отражения и принцип работы элемента призматического растра полного внутреннего отражения показаны на рис.1. Было выбрано стекло типа БК-10 с показателем преломления 1,5689, который обеспечивал угол полного внутреннего отражения  $\approx 44^\circ$ . Для геометрии 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры коэффициент ослабления мнимых /зеркальных/ изображений составил около 5, что с учетом расфокусировки обеспечило 10-кратное подавление мнимых изображений.

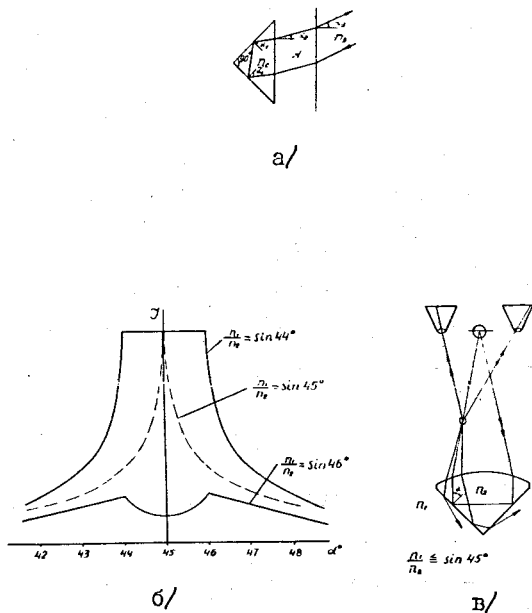


Рис.1. а/ Ход лучей в призме полного внутреннего отражения,  
 б/ кривые отражения света призматическим элементом для различной величины отношения показателей преломления стекла призмы и жидкого водорода в рабочих условиях водородной камеры,  
 в/ схема подавления мнимого изображения элементом раstra.

Схема оптики водородной пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ показана на рис.2. Фотографирование ведется в темном поле. Освещение камеры производится тремя импульсными лампами ИФК-50. Изображение источника света размещено в плоскости входных зрачков фотообъективов и в центре базисного прямоугольника размером 500мм на 310мм, что обеспечивает малый диапазон изменения угла между падающим /после отражения/ на пузырек лучом света и направлением на объектив. Дальнейшее повышение качества снимков достигалось введением красного фильтра /КС-10/, который уменьшал хроматизм изображения и фон рассеянного света<sup>/6/</sup>. В примененном растре отношение ширины элемента к его высоте составило 2:1, что позволило обойтись для 100-сантиметровой камеры всего восемью элементами. Технологические преимущества связаны с отсутствием каких-либо покрытий и долговременностью служб. Достаточно сказать, что без замены элементов раstra было получено более одного миллиона фотографий.

Во второй главе диссертации рассмотрены отдельные методические вопросы обработки снимков. Развитие обработки снимков со 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры шло параллельно с развитием измерительной и вычислительной базы Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ. Уже при обработке первого эксперимента на этой камере / $\bar{\mu}p$ -взаимодействия при 5 ГэВ/с/ была использована система адаптированных программ LERN<sup>/7,8/</sup> на ЭВМ СДС-1604А /THRESH, GRIND, SLICE, SUMX/ и были проведены методические исследования, которые показали, что параметры камеры как физического прибора находятся на уровне оптимальных для установок такого класса<sup>/9/</sup>.

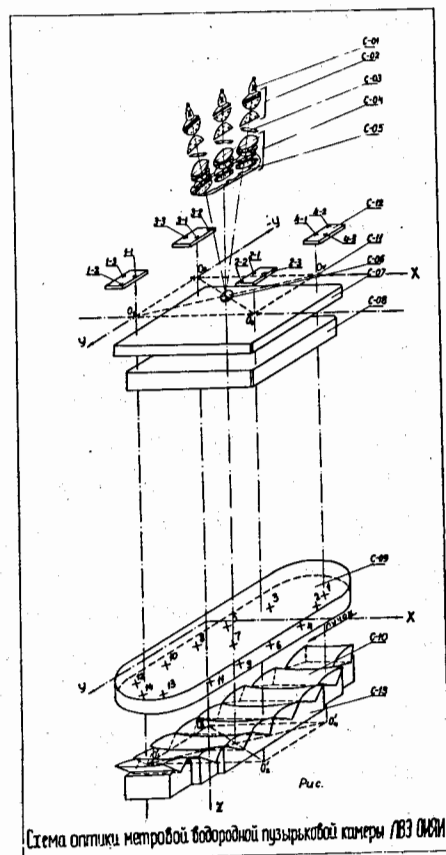


Рис.2. Схема оптики 100-сантиметровой водородной камеры.

C-03 - три импульсных лампы типа ИФК-50,

C-05 - полевая диафрагма с выступами для частичной экранировки бликов,

C-10 - элементы призматического раstra.

Начало  $d\rho$ -эксперимента совпало по времени с наладочным этапом на сканирующем автомате НРД, а завершение - с пуском спирального измерителя.

До последнего времени 100-сантиметровая камера была единственной в ОИЯИ камерой, обеспечивающей достаточно высокое качество изображения и необходимую служебную информацию. Поэтому вполне естественно, что именно на основе снимков  $d\rho$ -эксперимента проводилась наладка и опробование новых систем<sup>/10/</sup>. На рис.3 приведена схема обработки, охватывающая три использованные при измерениях в Дубне системы. Обращается внимание на важность проведения при идентификации событий ионизационных измерений, описана полуавтоматическая приставка к микроскопу МБИ-9 для таких ионизационных измерений, позволившая упростить и значительно ускорить этот трудоемкий процесс<sup>/11/</sup>.

Третья глава посвящена постановке и методике  $d\rho$ -эксперимента. Здесь рассмотрены некоторые преимущества работы в пучках релятивистских ядер. Развитие ускорительной техники привело в последнее время к получению выведенных пучков ядер с достаточно большой интенсивностью и высокой степенью монохроматичности. Появившиеся возможности позволяют, с одной стороны, продвинуться на пути традиционных исследований, а с другой - решить некоторые новые задачи<sup>/12/</sup>.

При взаимодействии падающего ядра с покоящимся нуклон-мишенью возникающие продукты фрагментации имеют большие скорости, что позволяет надежно их регистрировать. Эти фрагменты / например, при столкновении  $He^4$  с протоном / приобретают "дискретные" значения импульса, что с учетом зарядов ведет к "дискретным" значениям кривизн треков в магнитном поле  $/H^3, p/$  и к дискретным уровням ионизационных потерь  $/He^3, H^3/$ . Возникают особенно хорошие условия для наблюдения и

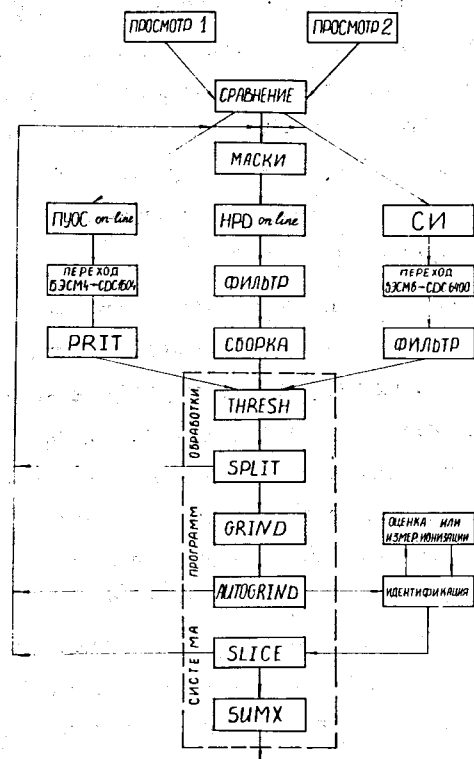


Рис.3. Схема обработки событий эксперимента.

идентификации ядер-остатков в реакциях квазиупругого выбивания. Указанные причины позволили нам впервые при высоких энергиях детально исследовать одну из простейших реакций  $d_p \rightarrow ppp$  в условиях 4Л-геометрии. Получение новой экспериментальной информации о процессах  $A/x, xp/A'$  с тремя частицами в конечном состоянии тем более важно, т.к. до сегодняшнего дня имеются трудности их теоретического описания. Примененная нами методика и большой массив обработанных событий - 50 000, из которых около 20000 составили события реакции  $d_p \rightarrow ppp$ , позволили продолжить исследования реакций квазиупругого выбивания <sup>13/</sup>. Приведенные на рис. 4а и 4б распределения импульса нейтрона в зависимости от импульсов протонов и угла вылета нуклонов в зависимости от их импульса в системе покоя дейтрона для реакции  $d_p \rightarrow ppp$  наглядно демонстрируют возможности эксперимента.

Рассмотрены вопросы организации сотрудничества по обработке материала, создания канала сепарированных дейтронов <sup>14/</sup>, проведена оценка параметров полученного пучка /  $p=3,33 \pm 0,03$  ГэВ/с /. Уделено внимание суммированию результатов измерений, проведенных в различных лабораториях и на различных приборах. С учетом потерь при просмотре и измерениях событий первой экспозиции /18 II2 случаев/ получен миллибарн-эквивалент /  $\vartheta=4,66 \pm 0,15$  мкбн/событие/<sup>15,16/</sup>, сделана оценка чистоты выделения отдельных реакций и получены их сечения:

$$\begin{aligned} \sigma_{d_p \rightarrow ppp} &= 37,2 \pm 1,4 \text{ мбн,} \\ \sigma_{d_p \rightarrow ppp\pi^+} &= 11,2 \pm 0,4 \text{ мбн,} \\ \sigma_{d_p \rightarrow ppp\pi^0} &= 17,0 \pm 0,6 \text{ мбн,} \\ \sigma_{d_p \rightarrow ppp\pi^-} &= 2,2 \pm 0,2 \text{ мбн,} \\ \sigma_{d_p \rightarrow dpp\pi^+} &= 276 \pm 24 \text{ мкбн.} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 678 \\ 12 \\ \hline 79 \end{array} \quad \parallel$$

$$\sigma_{\text{мелл}} = 83 \text{ мбн}$$



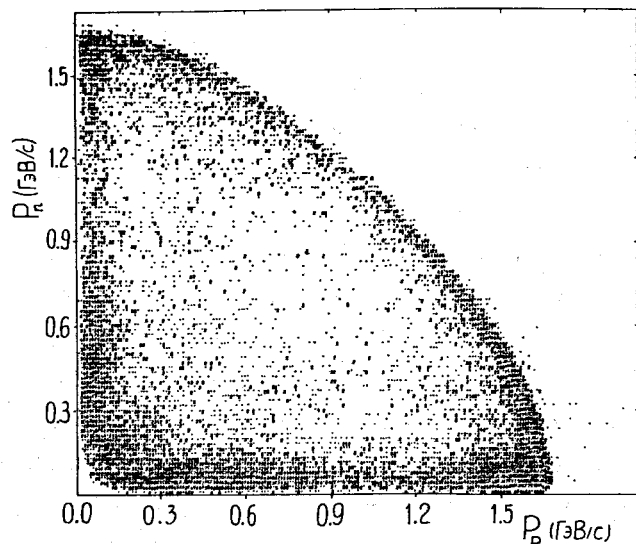


Рис.4а. Импульс нейтрона в зависимости от импульсов протонов в системе покоя дейтрона.

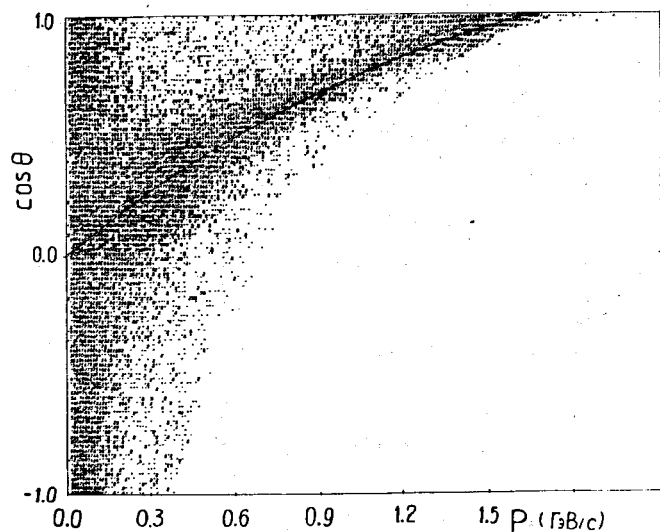


Рис.4б. Угол вылета нуклонов в зависимости от их импульса в системе покоя дейтрона.

Отношение суммарного выхода заряженных  $\pi$ -мезонов к нейтральным было получено равным  $1,9 \pm 0,2$  в согласии с требованием изотопической инвариантности.

Четвертая глава занимает центральное место в работе и посвящена детальному анализу реакции  $d p \rightarrow p p n$ , главным образом прямому развалу дейтрона. Эта реакция составляет 42% от полного сечения  $d p$ -взаимодействий при импульсе дейтронов 3,33 ГэВ/с. Кратко описан развал дейтрона в модели Глаубера без учета спиновых эффектов. Проведены необходимые для последующих расчетов параметризации волновой функции дейтрона, формфактора и амплитуд нуклон-нуклонного рассеяния. В частности, бесспиновые амплитуды упругого  $p p$ - и  $n p$ -рассеяния параметризовались в виде

$$f_j(t) = A_j (\alpha_j + i) \exp\left(\frac{1}{2} \beta_j t\right), \quad j = p, n.$$

Полученные экспериментальные распределения по углу вылета нуклонов-спектаторов в системе покоя дейтрона для реакции  $d p \rightarrow p p n$  достаточно хорошо согласуются с расчетами в рамках импульсного приближения с плоскими волнами при учете небольшой доли возможного экспериментального перепутывания спектатора и второго медленного нуклона<sup>17,18/</sup>. Спектатор определяется, как самый медленный нуклон в  $d$ -системе.

На рис.5 показаны экспериментальные распределения импульсов протонов-спектаторов для взаимодействий прямого развала и развала с перезарядкой и расчет с волновой функцией Гартенхауза-Моравчика. Обращает на себя внимание существенное превышение числа быстрых спектаторов над расчетным, особенно в реакции с перезарядкой. Одно из возможных объяснений свя-

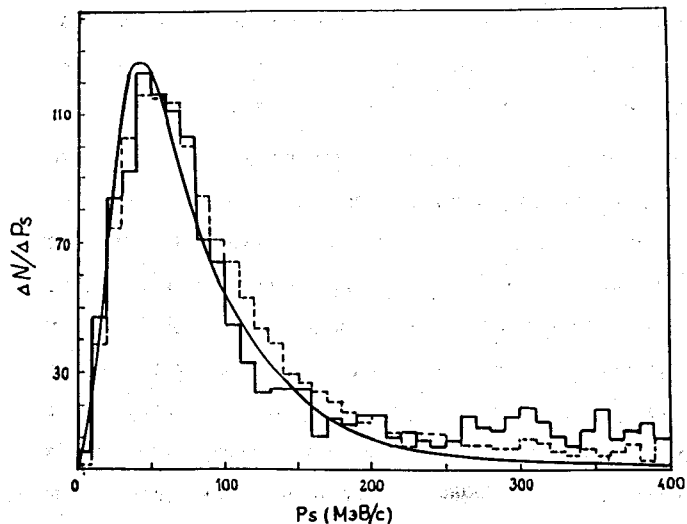


Рис.5. Распределение импульсов протонов-спекторов: пунктир – прямой развал, сплошная гистограмма – развал с перезарядкой. Сплошная линия – расчет с волновой функцией Гартенхауза-Моравчика (III).

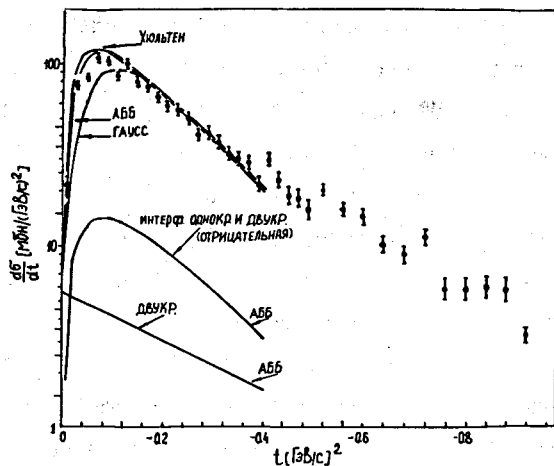
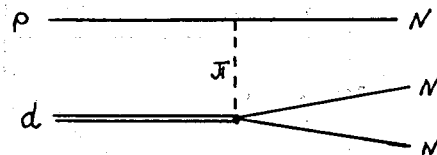


Рис.6. Зависимость дифференциального сечения реакции  $dp \rightarrow ppn$  /прямой развал/ от квадрата 4-импульса, переданного протону-мишени, и расчеты с различными волновыми функциями.



зывается с диаграммой и резонансным ходом сечения реакции  $\pi^+d \rightarrow pp$ .

Полученная в эксперименте зависимость дифференциального сечения прямого развала дейтрона от квадрата переданного 4-импульса /рис.6/ удовлетворительно согласуется с расчетами по модели Глаубера без учета спина для различных видов формфактора дейтрона<sup>19/</sup>.

Подробно изучено поведение характерных плоскостей реакции – плоскости развала дейтрона, лежащей на векторах импульсов падающего дейтрона и нуклона-спектора /в лабораторной системе координат – системе покоящегося протона-мишени/, и плоскости квазиупругого рассеяния. Распределения по углу между нормальными к этим плоскостям /угол Треймана-Янга/ показывают значительную асимметрию, связанную с малыми переданными нуклону-мишени 4-импульсами<sup>20,21/</sup>. Асимметрия сильно зависит от импульса спектора в  $d$ -системе и при некотором его значении меняет знак /см. рис.7/. Проведенные методом Монте-Карло расчеты в импульсном приближении с использованием приближения полноты показали, что наблюдаемая сильная корреляция плоскостей в прямом развале дейтрона связана с конкуренцией упругого канала  $dp \rightarrow dp$ /.

Пятая глава диссертации посвящена реакции  $dp \rightarrow ppn$  с перезарядкой. Преимущество использования дейтронного пучка здесь наиболее очевидно, т.к. в такой постановке опыта в результате реакции с перезарядкой возникают два быстрых протона. Полученное дифференциальное сечение реакции  $dp \rightarrow ppn$  с перезарядкой /рис.8./ показывает при

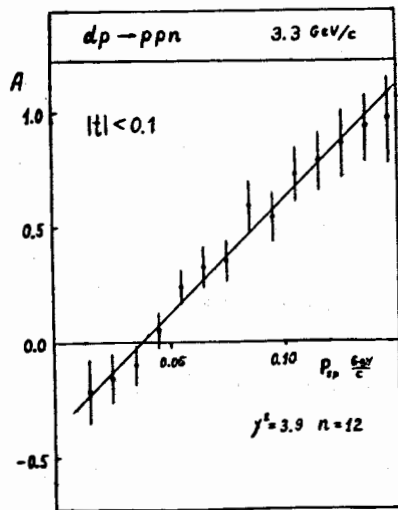


Рис.7. Зависимость асимметрии распределений по углу Треймана-Янга от импульса спектатора при малых переданных импульсах.

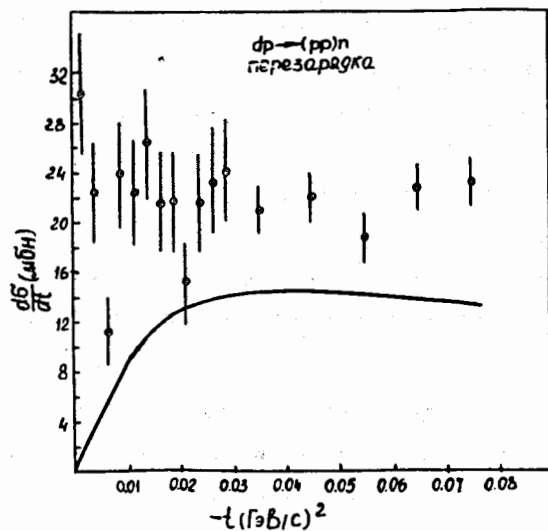


Рис.8. Зависимость дифференциального сечения реакции  $dp \rightarrow ppn$  с перезарядкой от квадрата 4-импульса, переданного нейтрону от протона-мишени.

малых  $|t|$  существенное отличие от расчета по модели Глаубера без учета спина.

В ряде теоретических работ было показано<sup>/22,23,24/</sup>, что, благодаря своим квантовым числам, дейтрон может служить анализатором спиновой зависимости элементарного процесса  $np \rightarrow pn$ . Дифференциальное сечение перезарядки на дейтроне может быть выражено суммой:

$$\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_d^{chex} = (1-S(t))\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_1^{chex} + (1-\frac{1}{3}S(t))\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_2^{chex},$$

где  $\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_1^{chex}$  - часть сечения  $np \rightarrow pn$  перезарядки, не зависящая от спина.

Вклад спин-независимой части амплитуды обменного  $np$ -рассеяния был определен как<sup>/25/</sup>:

$$R = 0,86 \pm 0,09 \quad \text{или} \quad R = 0,57 \pm 0,22 \quad \text{для двух наборов экспериментальных данных по реакции } np \rightarrow pn.$$

В шестой главе рассматриваются реакции с  $\Sigma$ -мезонами в конечном состоянии. Известно, что в последние годы широко обсуждалась роль нуклонных изобар в описании свойств ядер. В том числе появились работы по оценке вероятности  $\Delta\Delta$ -конфигурации дейтрона<sup>/26/</sup>.

Мы оценили верхнюю границу примеси  $\Delta\Delta$  в дейтроне на основе изучения трех различных реакций, в которых наблюдался вылет в заднюю полусферу пион-нуклонных комбинаций<sup>/27/</sup>:  $dp \rightarrow p\pi^+nn$ ,  $dp \rightarrow ppp\pi^0$ ,  $dp \rightarrow ppp\pi^-$ . Предположение, что все наблюдаемые  $(\pi N)$ -комбинации, испущенные назад в системе покоя дейтрона, связаны с распадом  $\Delta$ -спектратора из конфигураций  $\Delta^+\Delta^-$  и  $\Delta^0\Delta^+$ , противоречит соотношению выходов различных  $(\pi N)$ -комбинаций. В то же время экспериментальное отношение выхода комбинаций  $(p\pi^+)$  к выходу  $(n\pi^0) + (p\pi^-)$  не противоречит имитации эффекта за счет случайного

сочетания нуклонов-спектаторов с  $T$ -мезонами, рождающимися в нуклон-нуклонных взаимодействиях. Это было подтверждено и расчетами по методу Монте-Карло. Проведенные оценки позволили снизить верхнюю границу вероятности появления  $\Delta\Delta$ -конфигурации до  $0,8 \pm 0,3\%$ .

При изучении реакций  $d_p \rightarrow d_p \pi^+ \pi^-$  и  $d_p \rightarrow d_n \pi^+$  показано, что в рассматриваемой области энергий аномалия, появляющаяся в распределении эффективных масс ( $d\pi^+$ ) /так называемый  $d^*$ -эффект/, связана с проявлением резонансного хода сечения реакции  $pp \rightarrow d\pi^+$ .

Седьмая глава посвящена некоторым предложениям по развитию экспериментов на пучке выведенных дейтронов.

Методика пузырьковых камер обладает рядом преимуществ, но в то же время, в силу большой трудоемкости обработки, не позволяет провести исследования процессов, идущих с малыми сечениями, или в случае сильных ограничений областей переменных. Полученные в данном эксперименте результаты позволяют наметить продолжение исследований в некоторых узких направлениях и провести оценки геометрии и фоновых условий.

Таких задач немало. Мы остановились на вопросах изучения событий с эффективной массой ( $d\pi^+$ ) в области  $d^*$ -эффекта. Представляя реакцию  $d_p \rightarrow d\pi^+ n$  как квазидвухчастичную  $d_p \rightarrow M\pi^+$  и отбирая события с нейтронами определенного импульса и угла вылета, можно получить за короткое время большое количество событий на стриммерной камере.

Принципиальным для понимания механизма реакций выбивания является опыт по измерению поляризации нуклонов-"спектаторов". Наличие выведенных из ускорителя дейтронов позволяет формировать пучки нуклонов-спектаторов, обладающих определенными

импульсами в системе дейтрона. Такая возможность появляется в связи с наблюдающейся корреляцией между импульсом нуклона-спектатора в системе покоя дейтрона и углом его вылета в лабораторной системе координат /см. рис.9 для реакции  $d_p \rightarrow ppn$ /.

Совершенно естественным является продолжение исследований класса событий с перезарядкой, особенно в области малых переданных импульсов.

Основные результаты работы можно сформулировать следующим образом:

1. В процессе создания и усовершенствования установки со 100-сантиметровой водородной пузырьковой камерой была разработана и реализована автоколлимационная система освещения с подавлением мнимых изображений и частичной экранировкой бликов.

Введена маркировка кадров, позволявшая осуществить на пленке  $d_p$ -эксперимента рабочие пуски измерительных автоматов НРД и спирального измерителя.

2. Проведена работа по запуску системы обработки снимков со 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры. Создана полуавтоматическая приставка к микроскопу для ионизационных измерений.

3. Впервые проведены экспозиции водородной камеры в пучке релятивистских дейтронов импульса 3,3 ГэВ/с.

4. Разработана методика обработки результатов в условиях небольшого фона протонов.

5. Организовано международное сотрудничество в рамках эксперимента.

6. Проведена методическая работа по сопоставимости результатов, полученных при измерениях на различных устройствах /ПУСС, НРД, СИ/, а также в различных лабораториях, проведена оценка точностных характеристик спирального измерителя.

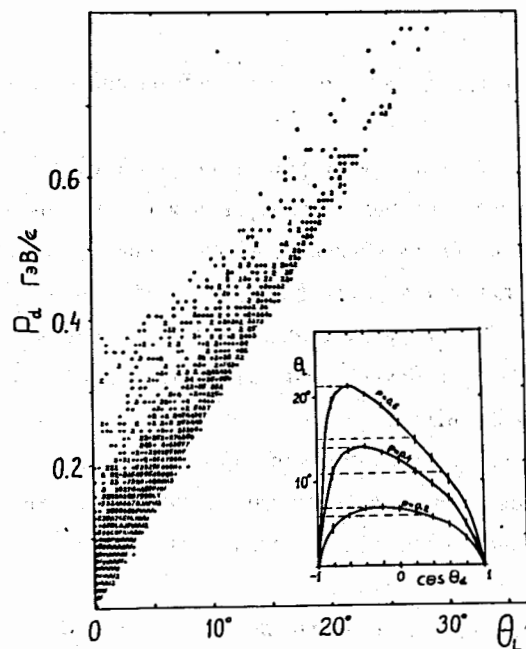


Рис.9. Зависимость импульсов протон-спектаторов в системе покоя дейтрона от угла их вылета в лабораторной системе координат. На вставке - зависимость угла вылета спектаторов в лабораторной системе координат от косинуса угла вылета в системе покоя дейтрона, рассчитанная для трех значений импульса нуклона-спектатора.

7. Проведена полная обработка массива в 50 000 событий и анализ экспериментальных результатов.

8. Впервые определены сечения ряда реакций как с развалом, так и с сохранением дейтрона в конечном состоянии при высоких энергиях.

9. Впервые детально изучена реакция  $d\bar{p} \rightarrow ppn$  в области высоких энергий:

а/ получены импульсные и угловые распределения нуклон-спектаторов,

б/ измерены дифференциальные сечения прямого развала дейтрона и развала с перезарядкой,

в/ проведено сравнение результатов с расчетами по модели Глаубера,

г/ показано существование зависящей от спина части в амплитуде  $np \rightarrow pn$  перезарядки,

д/ показано существование сильной корреляции характерных плоскостей реакции и найдено качественное объяснение эффекта в рамках импульсного приближения.

10. Обсуждены некоторые эффекты в реакциях с  $\bar{N}$ -мезонами в конечном состоянии:

а/ оценена верхняя граница  $\Delta\Delta$ -конфигурации в дейтроне,

б/ показано, что  $d^*$ -эффект в изучаемой области энергий связан с проявлением резонансного характера реакции  $pp \rightarrow d\pi^+$ .

11. Для проведения физического анализа данных создан ряд программ генерации на больших ЭВМ.

12. На основе полученных результатов предложены эксперименты для углубления исследований.

Большинство результатов, изложенных в диссертации, получено впервые. Основные результаты представлялись на Международные конференции в Батавии /1972/, Экс-ан-Провансе /1973/, Лондоне /1974/, Уппсала /1974/, Санта Фэ /1975/, Палермо /1975/ и опубликованы в работах /2,4,5,9-12,14-21,25,27/.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А.М.Балдин и др. ОИЯИ, Р9-5442, Дубна, 1970.
2. A.V.Belonogov et al. Nucl. Instr. and Methods, 20, 114, 1963.
3. М.Малы, Авторское свидетельство № 158030, Бюллетень ОИПОТЗ, №20, 1963.
4. В.В.Глаголев и др. ОИЯИ, И3-3031, Дубна, 1966; ПТЭ 5, 170, 1967.
5. В.В.Глаголев и др. ОИЯИ, И3-3633, Дубна, 1967; ПТЭ 3, 225, 1968.
6. В.В.Глаголев, В.М.Горбунков, Р.М.Лебедев. Материалы рабочего совещания по технике пузырьковых камер, ОИЯИ, И3-4466, Дубна, 1969.
7. TC PROGRAM LIBRARY, CERN, v. 1-3, 1968.
8. Н.А.Буздавина и др. ОИЯИ, Р11-4762, Дубна, 1969.
9. М.Вальтер, В.В.Глаголев и др. ОИЯИ, I-7153, Дубна, 1973.
10. Б.С.Аладашвили и др. ОИЯИ, I0-7940, Дубна, 1974.
11. Л.Г.Войлошникова, В.В.Глаголев, М.Малы. ОИЯИ, I0-3798, Дубна, 1968.
12. В.В.Глаголев. Нуклотрон и релятивистская ядерная физика, ОИЯИ, 83С9, стр. I01-I03, Дубна, 1974.
13. В.М.Колыбасов, Г.А.Лексин, И.С.Шапиро. УФН, 113, 239, 1974.
14. В.В.Глаголев и др. ОИЯИ, I-6372, Дубна, 1972.
15. Б.С.Аладашвили и др. ОИЯИ, I-7645, Дубна, 1973.
16. B.S.Aladashvili et al. Nucl. Instr. and Methods, 129, 109, 1975.

17. B.S.Aladashvili et al. JINR, E1-7304, Dubna, 1973; Труды международного семинара "Взаимодействие частиц высокой энергии с ядрами" Москва, Атомиздат, вып. II, 19, 1974.
18. Б.С.Аладашвили и др. ОИЯИ, Р1-8441, Дубна, 1974.
19. B.S.Aladashvili et al. Nucl. Phys., B92, 189, 1975.
20. Б.С.Аладашвили и др. ОИЯИ, I-8146, Дубна, 1974. IV Международный симпозиум по физике высоких энергий и элементарных частиц /Варна, 1974/.
21. Б.С.Аладашвили и др. ОИЯИ, Р1-9018, Дубна, 1975.
22. И.Я.Померанчук. ЖЭТФ, 21, 1113, 1951.
23. Л.И.Лепидус. ЖЭТФ, 32, 1437, 1957.
24. Г.И.Лыкасов, А.В.Тарасов. ЯФ, 19, 825, 1974.
25. B.S.Aladashvili et al. Nucl. Phys., B86, 461, 1975.
26. M.Goldhaber. Proc. Int. Conf. on Nucl. Phys. Munich, 1973, vol. 2, p. 14.
27. B.S.Aladashvili et al. Nucl. Phys., B89, 405, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел

12 января 1976 года