

3-407

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1 - 6126

В.И. Заячки

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
УПРУГОГО $p-p$ РАССЕЯНИЯ ПРИ ЭНЕРГИИ 50 ГЭВ
И УПРУГОГО $p-d$ РАССЕЯНИЯ ПРИ 15 И 70 ГЭВ
С МАЛОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ИМПУЛЬСА

Специальность 040 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий
Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

В.А. Никитин

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

В.М. Сидоров

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

В.П. Перелыгин

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Тбилисский государственный университет.

Автореферат разослан " " "

1971 года.

Защита диссертации состоится " " 1971 г.

на заседании Ученого совета Лаборатории высоких энергий
Объединенного института ядерных исследований (Дубна, Моск.
область).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

С.В. Мухин

1 - 6126

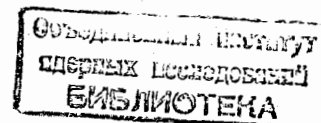
В.И. Заячки

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
УПРУГОГО p - p РАССЕЯНИЯ ПРИ ЭНЕРГИИ 50 ГЭВ
И УПРУГОГО p - d РАССЕЯНИЯ ПРИ 15 И 70 ГЭВ
С МАЛОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ИМПУЛЬСА

Специальность 040 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)



Упругое рассеяние частиц при высоких энергиях является одним из основных вопросов в физике сильных взаимодействий. Это обуславливается тем, что как двухчастичный процесс упругое рассеяние является кинематически простейшим видом реакции, а его изучение - кратчайшим путем для исследования пространственной структуры рассеивающего центра.

Измерение дифференциального сечения упругого рассеяния частиц высокой энергии при малых переданных импульсах представляет большой физический интерес, ибо позволяет определить параметр наклона дифракционного конуса. Кроме того, при малой передаче импульса имеется возможность непосредственно измерить интерференцию ядерного и кулоновского взаимодействий и тем самым определить как величину, так и знак вещественной части амплитуды упругого рассеяния вперед ($t \rightarrow 0$, t - квадрат четырехмерного переданного импульса). Экспериментальное изучение этого вопроса связано с трудностями регистрации рассеянных частиц на очень малые углы - $|t| \leq 0,01$ (Гэв/с)².

Исследование рассеяния быстрых протонов на дейтронах имеет целью получение сведений о рассеянии на нейтроне, а также и о структуре дейтрона. Высокая энергия ускоренного протона позволяет исследовать взаимодействия с отдельными нуклонами в ядре и на основе модели Глаубера определить параметр наклона и вещественную часть амплитуды упругого p - n рассеяния вперед.

Изучение упругого p - p и p - d рассеяния на малые углы в энергетическом интервале 1 - 70 Гэв в лабораторной системе проводилось с участием автора с 1964 по 1971 г. /1-17/. Некоторые результаты этих исследований были доложены на международных конференциях по физике высоких энергий в Дубне (1964), Лунде (1969), Киеве (1970), Дрездене (1971), Амстердаме (1971).

Настоящая диссертация посвящена экспериментальному исследованию упругого p - p и p - d рассеяния при энергиях 50, 15 и 70 Гэв в области первого дифракционного максимума, что позволило определить параметр наклона дифракционного конуса и вещественную часть амплитуды N - N и p - d рассеяния. Эксперименты выполнялись на ускорителе У-70 Института физики высоких энергий (Серпухов) и Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований (Дубна). Основные результаты, полученные в этих экспериментах, опубликованы в работах /13-16/.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения.

В первой главе рассматриваются некоторые теоретические вопросы упругого N - N и p - d рассеяния. Обсуждается вид

амплитуды и поведение дифференциального сечения упругого рассеяния в зависимости от квадрата четырехмерного переданного импульса t .

Эксперименты, проводимые при высоких энергиях, показывают, что дифференциальное сечение упругого рассеяния при заданной первичной энергии в области малых углов рассеяния убывает с ростом $|t|$, т.е. существует так называемый дифракционный пик вперед. Хорошее параметрическое представление кривой дифференциального сечения в неинтерференционной области дифракционного максимума дает выражение

$$\frac{d\sigma}{dt} = \left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_{t=0} \exp(b_J t + c_J t^2).$$

Параметр $b_J = \frac{d}{dt} (\ln d\sigma/dt)_{t=0}$ определяет размер дифракционного пика - его ширина $\Delta_{el} \equiv \frac{1}{b_J}$.

Измерение дифференциальных сечений при малых значениях угла рассеяния (несколько миллирадиан), где происходит интерференция между ядерной и кулоновской частями амплитуды рассеяния, позволяет определить как величину, так и знак отношения вещественной и мнимой частей амплитуды упругого рассеяния a .

Анализ экспериментальных данных по исследованию упругого p - p и p - d взаимодействия проводился по интерференционной формуле Бете /18/:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = C [F_J^2 (1 + \beta) + F_R^2 + F_C^2 - 2F_C (F_R + 2nF_J \ln \frac{\phi}{\theta})] \quad (1)$$

$F_J(t) = \sqrt{\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{opt}} \exp\left(\frac{1}{2}b_J t + \frac{1}{2}c_J t^2\right)$ - мнимая часть амплитуды рассеяния; $F_R = \alpha F_J$ - действительная часть амплитуды рассеяния; $F_C(t) = -\frac{2nF(t)}{t} \exp(-i\delta)$ - амплитуда кулоновского рассеяния; $F(t) = \exp\left(\frac{1}{2}b_J t + \frac{1}{2}c_J t^2\right)$ - формфактор нуклона; $n = \frac{z_1 z_2 e^2}{h c \beta \text{ лаб.}}$; $z_1 e, z_2 e$ - электрический заряд налетающей частицы и частицы мишени; $\beta \text{ лаб.}$ - скорость налетающей частицы в лабораторной системе координат; $\frac{e^2}{h c} = 1/137,04$ - постоянная тонкой структуры;

$$\delta = 2n \ell n \frac{\phi}{\theta}; \quad \phi = \frac{1,06}{k a}, \quad (2)$$

где k (ферми⁻¹) - волновой вектор в с.п.и.; a (ферми) - радиус области сильного взаимодействия; θ (радианы) - угол рассеяния в с.п.и.

Сдвиг фазы (2) важен для $\theta < \phi$ (область, в которой кулоновская интерференция наиболее значительна). Для $\theta > \phi$, как показал Бете, можно принимать $\delta = 0$.

Параметр β приближенно учитывает зависимость рассеяния от спинов частиц. Если $\beta > 0$, то ядерная часть $\left.\frac{d\sigma}{d\Omega}\right|_{\theta \rightarrow 0}$ превышает оптическую точку $(d\sigma/d\Omega)_{opt}$ даже в чисто дифракционном приближении.

Множитель C в формуле (1) дает возможность описывать дифференциальные сечения, заданные в произвольных (относительных) единицах. Если имеются значения дифференциальных сечений в абсолютных единицах, то он учитывает точность абсолютного монитора.

Исследование упругого рассеяния на дейтроне можно использовать с целью вычисления параметра наклона дифракционного конуса и отношения действительной к мнимой части амплитуды p - n рассеяния на основе модели Глаубера для многократного рассеяния /19/.

Во второй главе диссертации сделан краткий обзор экспериментальных работ по исследованию упругого N - N и p - d рассеяния с малой передачей импульса в области энергии выше 1 Гэв.

Глава третья посвящена методике эксперимента. В данном эксперименте использовались два вида мишеней и два вида детекторов частиц отдачи: пленочная мишень (детектор - ядерные эмульсии) и сверхзвуковая газовая дейтериевая мишень (в качестве детекторов вторичных частиц в этом случае служили полупроводниковые счетчики).

Общий вид экспериментальной установки показан на рис. 1. Внутренний пучок протонов вариацией высокой частоты наводился на тонкую полиэтиленовую мишень с размерами $(40 \times 7) \text{ мм}^2$ и толщиной $\approx 0,8$ мкм. Вертикально под камерой ускорителя в том месте, где расположена мишень, находится вакуумный конусообразный канал - ионопровод, в который попадают вторичные частицы, образующиеся в результате взаимодействия ускоренных протонов с веществом мишени. На торце ионопровода располагались детекторы частиц - фотоэмульсионные камеры, поставленные в кассеты А, В, С, Д.

Самые короткопобежные частицы регистрировались камерами А и В, где эмульсионные слои располагались перпендикулярно

направлению их движения. Для регистрации частиц отдачи, вылетевших в угловом интервале $79,17^{\circ} - 83,87^{\circ}$, использовались камеры С и Д, где слои были расположены параллельно направлению движения частиц отдачи. Измерения длины остановившихся вторичных частиц в эмульсионных слоях проводились обычными бинокулярными микроскопами посредством индикаторов с точностью ≈ 2 мкм или при помощи координатной сетки при параллельном облучении с точностью ≈ 60 мкм. С целью снизить относительную ошибку в измерении длин следов частиц, падающих перпендикулярно к плоскости эмульсионного слоя, а также повысить эффективность поиска коротких (≈ 10 мкм) следов нами использовались разбавленные желатином эмульсии, в которые при фотохимической обработке вводился наполнитель. Это приводило к получению коэффициента усадки $k_{\text{ус}} = 0,7 \pm 0,5$.

События упругого $p-p$ и $p-d$ рассеяния надежно выделялись по кинематической связи угол-энергия протона (дейтрона) отдачи. Под определенным углом к мишени в энергетическом спектре вторичных частиц наблюдается пик, соответствующий упругому рассеянию (рис. 2).

Наблюдаемая ширина импульсных спектров обуславливается в основном следующими причинами: угловым и энергетическим разбросом пучка, неточностью мишени и детектора, многократным рассеянием частиц отдачи в мишени и эмульсии.

Фон (заштрихованная часть на рис. 2) возникает преимущественно за счет неупругих взаимодействий протона с ядрами углерода мишени. При работе с чистой дейтериевой мишенью фон появляется из-за взаимодействия первичного пучка с остаточным газом в камере и с конструкциями ускорителя.

С использованием газовой дейтериевой мишени был устранен главный источник фона - углерод в пленочной мишени и создались условия для измерения дифференциальных сечений упругого рассеяния до $|t| = 0,002$ (Гэв/с)².

Полупроводниковые детекторы измеряли углы эмиссии и энергию вторичных частиц. Кодированная электронная спектрометрическая аппаратура была связана с ЭВМ БЭСМ-3М, которая осуществляла предварительную обработку информации и запись ее на магнитную ленту для дальнейшей обработки.

Экспериментальные результаты, полученные в работах, которые вошли в диссертацию, изложены в четвертой главе. Нами было изучено упругое рассеяние протонов на протонах в интервале $(0,0025 \leq |t| \leq 0,1200)$ (Гэв/с)² при энергии ускоренного пучка 50 Гэв и упругое $p-d$ рассеяние в следующих интервалах переданных импульсов и энергий:

$$(0,00244 \leq |t| \leq 0,173) \text{ (Гэв/с)}^2, \quad E_1 = 70 \text{ Гэв};$$

$$(0,002 \leq |t| \leq 0,005) - " - , \quad E_2 = 15 \text{ Гэв};$$

$$(0,002 \leq |t| \leq 0,005) - " - , \quad E_3 = 70 \text{ Гэв}.$$

Дифференциальные сечения определялись в относительных единицах.

Полученные данные описывались формулой (1). Методом наименьших квадратов вычислялись параметры C , a , b_j , c_j . Одновременное определение C и a (т.е. абсолютная нормировка дифференциального сечения и вычисление реальной части амплитуды рассеяния) в существенной мере обуславливается знанием оптической точки $(d\sigma/d\Omega)_{opt}$. Если $(d\sigma/d\Omega)_{opt}$ считать неизвестной величиной и включать в число искомых параметров, то точность определения C и a резко падает и результат становится ненадежным.

В диссертации приводятся таблицы измеренных дифференциальных сечений.

Получены следующие результаты:

$$\begin{aligned} a &= -0,100 \pm 0,052; \\ b_J &= 11,17 \pm 0,30 \text{ (ГэВ/с)}^{-2}; \\ C &= 1,002 \pm 0,034 \end{aligned}$$

для упругого $p-p$ взаимодействия при энергии 50 ГэВ.

В пределах точности данного эксперимента и исследуемой области по квадрату переданного импульса $0,00249 \leq |t| \leq 0,12 \text{ (ГэВ/с)}^2$ зависимость дифференциального сечения вне кулоновской области ($|t| \geq 0,01 \text{ (ГэВ/с)}^2$) $\ln \frac{d\sigma}{dt} = f(t)$ оказалась линейной и параметр c_J был зафиксирован равным нулю. Путем интегрирования в интервале по $|t|$ от 0,003 до 0,8 (ГэВ/с)^2 было определено полное сечение упругого рассеяния

$$\sigma_{el} = (6,9 \pm 0,2) \text{ мбн.}$$

Полученные для $p-d$ рассеяния значения параметров приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения параметров C , a_{pd} , b_J и c_J для упругого $p-d$ рассеяния

E , ГэВ	C	a_{pd}	$b_J \left(\frac{\text{ГэВ}}{c} \right)^{-2}$	$c_J \left(\frac{\text{ГэВ}}{c} \right)^{-4}$
70	$1,045 \pm 0,025$	$-0,126 \pm 0,063$	$40,7 \pm 0,7$	$70,3 \pm 5,3$
15	$1,002 \pm 0,015$	$-0,257 \pm 0,045$	$37,9 \pm 0,4$	50 фикс.
70	$1,025 \pm 0,016$	$-0,104 \pm 0,048$	$41,0 \pm 0,6$	50 фикс.

Полное сечение упругого $p-d$ рассеяния при 70 ГэВ равно:

$$\sigma_{el} = (7,2 \pm 0,3) \text{ мбн.}$$

На основе модели Глаубера^{/19/} были определены отношения вещественной части амплитуды упругого $p-p$ рассеяния к мнимой, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2

$E_{\text{кин}}$ (ГэВ)	a_{pp}	Вид детектора частиц отдачи
15	$-0,265 \pm 0,093$	полупроводниковые счетчики
70	$-0,099 \pm 0,103$	- " -
70	$-0,146 \pm 0,134$	фотоэмульсии

Для параметра наклона дифракционного конуса $p-p$ рассеяния из опыта с эмульсионными камерами, где исследование велось в сравнительно большом интервале по t - $0,00244 \leq |t| \leq 0,173 \text{ (ГэВ/с)}^2$, было найдено значение

$$b_{pp} = (11,33 \pm 0,30) \text{ (ГэВ/с)}^{-2}.$$

В пятой главе обсуждаются наши результаты и сравниваются с результатами других авторов.

На рис. 3 приведена совокупность опубликованных данных по параметру наклона дифференциальных сечений упругого $p-p$ рассеяния в области малых передач импульсов - $|t| \leq 0,30 \text{ (ГэВ/с)}^2$. Результат данной работы, полученный при $E = 50$ ГэВ, согласуется с результатом работы^{/18/} и подтверждает вывод о сужении дифракционного конуса $p-p$ взаимодействия и о возрастании радиуса сильного взаимодействия с ростом энергии.

Эти результаты отрицают возможность существования вакуумной траектории с наклоном, близким к нулю. Подобная картина наблюдается и в поведении параметра наклона дифракционного конуса p - n рассеяния. В пределах ошибок параметры наклонов p - p и p - n рассеяния при $E = 70$ Гэв совпадают:

$$b_J^{pp} = (11,4 \pm 0,1) (\text{Гэв/с})^{-2} - (0,01 \leq |t| \leq 0,120) (\text{Гэв/с})^{-2} \quad (\text{ работа }^{18/});$$

$$b_J^{pn} = (11,33 \pm 0,30) (\text{Гэв/с})^{-2} - (0,01 \leq |t| \leq 0,173) (\text{Гэв/с})^{-2} \quad (\text{данная работа}).$$

Рис. 4 демонстрирует энергетическую зависимость параметра наклона дифракционного конуса p - d рассеяния.

Полученные экспериментальные результаты о b_J^{pp} можно сопоставить со следствиями, вытекающими из общих принципов современной теории, в частности, экспериментально проверить вывод о том, что при высоких энергиях параметр наклона дифференциального сечения упругого рассеяния частиц не должен возрастать с ростом энергии быстрее чем $\ln^2 s$ ^{/20,21/}. Наши результаты не противоречат этому выводу.

Результаты данной работы ^{/15/} по измерению отношения действительной части амплитуды упругого p - p рассеяния к мнимой при энергии $E = 50$ Гэв согласуются с дисперсионными расчетами работы ^{/22/}, а также в границах ошибок и с результатами других экспериментов ^{/10/} (рис. 5).

Полученные нами экспериментальные данные по a_{pd} сравниваются с дисперсионными расчетами, сделанными в работе ^{/24/} (рис. 6).

Результаты всех опубликованных экспериментов при $p \geq 1$ Гэв/с по a_{pn} вместе с полученными в данной работе

показаны на рис. 7. Эти экспериментальные результаты могут непосредственно сравниваться с теоретическими расчетами, сделанными на основе дисперсионных соотношений ^{/23,25/}, и служить для их проверки. Проверка дисперсионных соотношений в этом случае зависит от точности, с которой применена модель Глаубера в области высоких энергий для вычисления a_{pn} по вычислительной процедуре pd - pp реакции. Видно, что все экспериментальные значения a_{pn} в энергетическом интервале от 1 до 20 Гэв согласуются с теоретическими расчетами ^{/23,25/}. Результаты, полученные нами в двух независимых экспериментах при $E = 70$ Гэв, в границах ошибок совпадают между собой, а также с теоретическими предсказаниями работы ^{/25/}.

Основные результаты и выводы

Методом спектрометрирования медленных частиц отдачи, образующихся на внутренней мишени ускорителя, изучено упругое p - p рассеяние при энергии 50 Гэв и p - d рассеяние при энергиях 15 и 70 Гэв. Метод применен в двух модификациях: при использовании тонкой полиэтиленовой мишени с эмульсионными камерами-регистраторами и дейтериевой струйной мишени с полупроводниковыми детекторами, соединенными с ЭВМ "on line".

Измерены дифференциальные сечения в области дифракционного пика и кулоновского рассеяния.

Анализ экспериментальных данных позволил получить отношение α вещественной части амплитуды рассеяния к мнимой, наклон дифракционного конуса b_J , полное сечение упругого рассеяния σ_{el} для процессов $pp \rightarrow pp$, $pd \rightarrow pd$, $pn \rightarrow pn$.

Полученные нами в данной работе экспериментальные результаты по поведению параметров наклона дифракционного конуса упругого $N-N$ и $p-d$ рассеяния в области малых углов рассеяния и по поведению фазы амплитуд $N-N$ и $p-d$ процессов вблизи нуля градусов (в области интерференции ядерного и кулоновского рассеяния) не противоречат выводам аксиоматической теории поля:

а) параметр наклона дифференциального сечения упругого рассеяния частиц не должен расти с энергией быстрее чем $\ln^2 S$,

$$b_j < \ln^2 S;$$

б) экспериментальные результаты по отношению действительной части амплитуды рассеяния к мнимой согласуются с теоретическими предсказаниями по дисперсионным соотношениям.

Литература

1. Л. Кириллова, В. Никитин, А. Номофилов, В. Пантуев, В. Свиридов, И. Ситник, Л. Слепец, Л. Струнов, М. Хачатурян, Л. Христов, М. Шафранова, З. Корбел, Л. Роб, С. Дамянов, А. Златева, З. Златанов, В. Йорданов, Х. Каназирски, П. Марков, Т. Тодоров, Х. Чернев, Н. Далхажав, Д. Тувдендорж. Доклад на XII Международной конференции по физике высоких энергий в Дубне, 1964 г., т.1, стр. 123, Атомиздат, 1966.
2. Л.Ф. Кириллова, В.А. Никитин, В.С. Пантуев, В.А. Свиридов, Л.Н. Струнов, М.Н. Хачатурян, Л.Г. Христов, М.Г. Шафранова, З. Корбел, Л. Роб, С. Дамянов, А. Златева, З. Златанов, В. Йорданов, Х. Каназирски, П. Марков, Т. Тодоров, Х. Чернев, Н. Далхажав, Д. Тувдендорж. ЯФ, 1, 533 (1965); Preprint E-1820, Dubna, 1964.
3. С.С. Дамянов, П.А. Девински, З.М. Златанов, В.Й. Заячки, Х.М. Каназирски, П.К. Марков, Л.Г. Христов. Годишник ВТУЗ, физика, книга 1, том. 1, 1964.
4. П. Девински, З. Златанов, В. Заячки, К. Йовчев, Х. Каназирски, П. Марков, Л. Христов, Х. Чернев. Годишник ВТУЗ, физика, книга 1, том II, 1965.

5. Л. Христов, Х. Каназирски, В. Заячки, К. Йовчев. Годишник ВТУЗ, физика, книга 1, том III, 1966.
6. Н. Далхажав, П. Девински, В. Заячки, З. Златанов, Л.С. Золин, Л.Ф. Кириллова, З. Корбел, П. Марков, Нго Куанг Зуй, Нгуен Дин Ты, В.А. Никитин, Л. Роб, В.А. Свиридов, Д. Тувдендорж, Л. Христов, Х. Чернев, Чьонг Бьен, М.Г. Шафранова. а) Препринт, P1-3641, Дубна, 1967; б) ЯФ, 8, 342, 1968.
7. П. Девински, З. Златанов, В. Заячки, К. Йовчев, П. Керачев. Годишник ВТУЗ, физика, книга 1, том VI, 1969.
8. Г.Г. Безногих, А. Буяк, Н.К. Жидков, В.Й. Заячки, Л.С. Золин, К.Й. Йовчев, Л.Ф. Кириллова, П.К. Марков, Б.А. Морозов, В.А. Никитин, П.В. Номоконов, В.А. Свиридов, Чьонг Бьен, М.Г. Шафранова, С.Б. Нурушев, В.А. Соловьянов. а) Препринт, P1-4594, Дубна, 1969; б) International Conf. on Elementary Particles Lund, 1969, G.G. Beznogikh et al. Paper 426 and Reporteur's Talk "Nucleon Reactions" by E. Lillethun; в) ЯФ, 10, 1212 (1969).
9. G.G. Beznogikh, A. Buyak, K.I. Iovchev, L.F. Kirillova, P.K. Markov, B.A. Morozov, V.A. Nikitin, P.V. Nomokonov, M.G. Shafranov, V.A. Sviridov, Truong Bien, V.I. Zaychki, N.K. Zhidkov, L.S. Zolin, S.B. Nurushv, V.L. Solovianov. Phys. Lett., 30B, 274 (1969).
10. V.D. vartenev, G.G. Beznogikh, A. Buyak, K.I. Iovchev, L.F. Kirillova, P.K. Markov, B.A. Morozov, V.A. Nikitin, P.V. Nomokonov, U.K. Pilipenko, A. Sandach, M.G. Shafranov, V.A. Sviridov, Truong Bien, V.I. Zayachki, N.K. Zhidkov, L.S. Zolin. а) Report Submitted to the XVth International Conference on High Energy Physics. Session 1(a), paper 1, Kiev, 1970; б) Reporteur's Talk "Two Body Hadronic Interactions and Total Cross Sections" by J.V. Allaby, Kiev, 1970.
11. Kh.M. Chernev, P. Devinski, N.L. Ikov, L.G. Khristov, P.K. Markov, L.D. Mincheva, V.J. Zajachki, Z.M. Zlatanov. Report Submitted to the Kiev Conf., 1 a (addition list), 1970.

12. Kh.M.Chernev, N.L.Ikov, P.K.Markov, S.N.Trushkov, V.I.Zayachki. Доклады болгарской академии наук, 24, 171 (1971).
13. И.М. Гешков, В.Й. Заячки, Н.Л. Иков, П.К. Марков, Р.К. Траянов, Х.М. Чернев. Труды Международного симпозиума по физике высоких энергий. Дрезден, 19-27 апреля, 1971.
14. П.А. Девински, В.Й. Заячки, З.М. Златанов, Н.Л.Иков, П.К. Марков, Л.Д. Минчева, Л.Г. Христов, Х.М. Чернев. а) Препринт ОИЯИ, P1-5633, Дубна, 1971; б) ЯФ, 14, 367 (1971).
15. Kh.M. Chernev, I.M.Geshkov, N.L.Ikov, P.K.Markov, V.I.Zayachki. Phys. Lett., 36B, 266 (1971).
16. В.Й. Заячки, Л.Г. Христов, З.М. Златанов, П.А. Девински. ОИЯИ, P1-6044, Дубна, 1971.
17. G.G. Beznogikh, A. Bujak, Kh.M. Chernev, L.F.Kirillova, B.A.Morozov, V.A.Nikitin, P.V.Nomokonov, A.Sandacz, M.G.Shafranova, Truong Bien, V.I.Zayachki, N.K.Zhidkov, L.S.Zolin. Report Submitted to the International Conference on Elementary Particles - A 290, Amsterdam, 1971. Rapporteur's Talk "High Energy Hadron Physics"(experimental) p. 8, by G.G. Giacomelli.
18. H.Bethe. Ann. of Phys., 3, 190 (1958).
19. R.J. Glauber. Phys. Rev., 100, 242 (1955).
20. I.D. Bessis. Nuovo Cim., 45, 974 (1966).
21. А.А. Логунов, Нгуен Ван Хьеу. Международная школа по физике высоких энергий. Поградске Плесо, Чехословакия, 1967, стр. 9.
22. P. Soding. Phys. Lett., 8, 285 (1964).
23. В.С. Барашенков, В.Д. Тонеев. ОИЯИ, P2-3850, Дубна, 1968.
24. Ю.С. Вернов. ЯФ, 3, 877 (1966).
25. A.A. Carter and D.V. Bug. Phys. Lett., 20, 203 (1966).

Рукопись поступила в издательский отдел
18 ноября 1971 года.

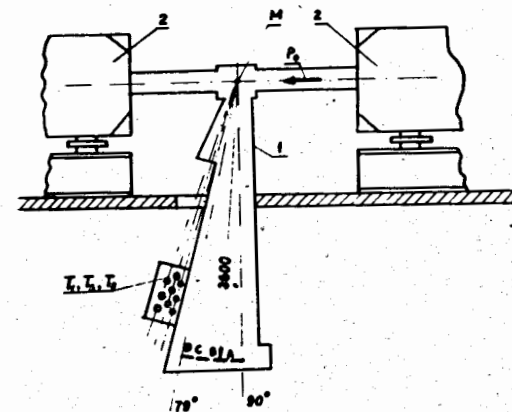


Рис. 1. Общий упрощенный вид экспериментальной установки: P_0 - направление пучка ускоренных протонов; M - пленочная мишень; A, B, C, D - эмульсионные камеры; T_1, T_2, T_3 - сцинтилляционные телескопы; 1 - ионопровод; 2 - магнит ускорителя.

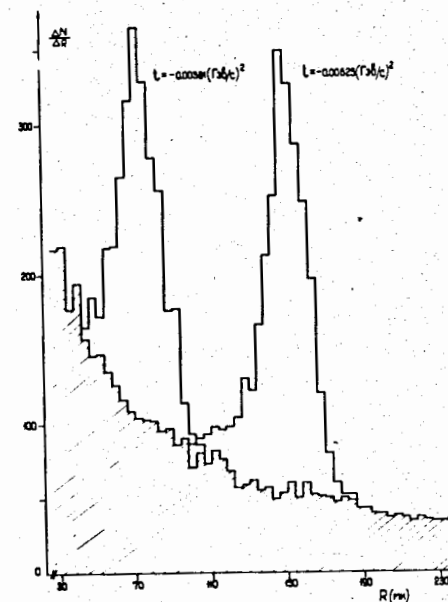


Рис. 2. Спектры частиц отдачи при измерении упругого $p-p$ рассеяния при $E_{\text{лаб}}=50$ Гэв.

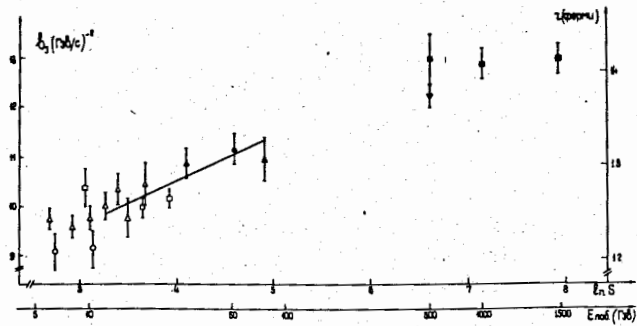


Рис. 3. Параметр наклона дифференциального сечения упругого $p-p$ рассеяния в зависимости от энергии первичного пучка. ● - настоящий эксперимент. Ссылки на оригинальные работы (см. диссертацию).

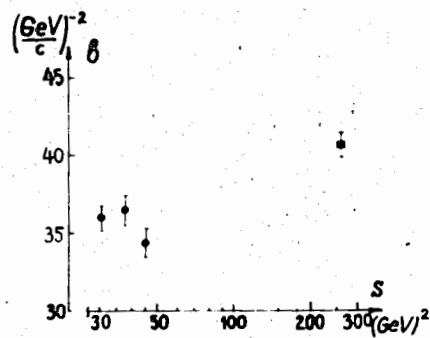


Рис. 4. Параметр наклона дифракционного конуса упругого $p-d$ взаимодействия ($t = 0$). ● - работа /6/; ■ - настоящий эксперимент.

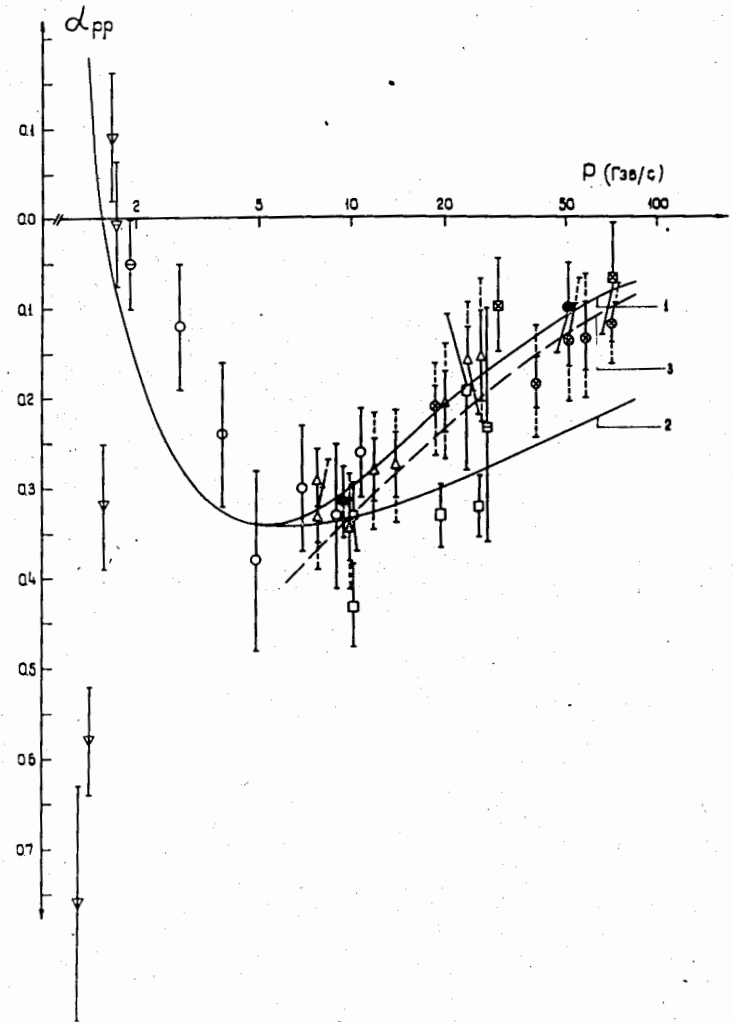


Рис. 5. Отношение вещественной и мнимой частей амплитуды упругого $p-p$ рассеяния вперед в зависимости от импульса налетающего протона в лабораторной системе. ● - данные эксперимент. Ссылки на оригинальные работы (см. диссертацию).

Рис. 6. Данные о величине отношения вещественной к мнимой части амплитуды p - d рассеяния. ● - настоящая работа. Ссылки на оригинальные работы (см. диссертацию).

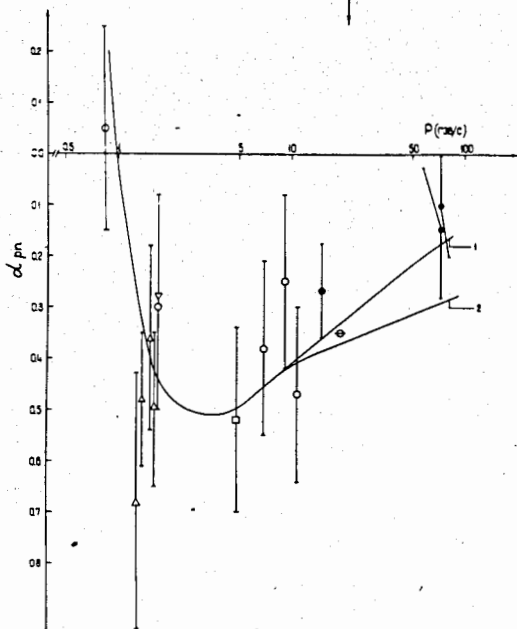
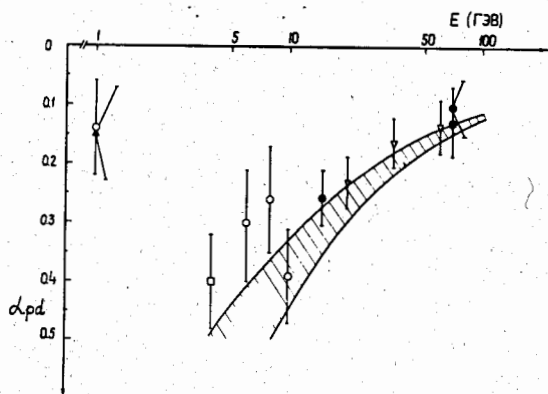


Рис. 7. Величина отношения вещественной к мнимой части амплитуды p - n рассеяния. ● - данный эксперимент. Ссылки на оригинальные работы (см. диссертацию).