

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

7  
А-39  
410



Ю.К. Акимов, О.В. Савченко, Л.М. Сороко

P-710

ПОИСКИ АНОМАЛИЙ  
В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ  
СЕЧЕНИЯ РЕАКЦИИ  $p+p \rightarrow d+\pi^+$   
В ОБЛАСТИ ПОРОГОВ  
ПАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ П-МЕЗОНОВ

*ЖЭТФ, 1961, т 40, в. 5 с 1530-1531.  
СЕРП, 1962, абст. № 240.*

Дубна 1961 год



Ю.К. Акимов, О.В. Савченко, Л.М. Сороко

P-710

ПОИСКИ АНОМАЛИЙ  
В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ  
СЕЧЕНИЯ РЕАКЦИИ  $p+p \rightarrow d+\pi^+$   
В ОБЛАСТИ ПОРОГОВ  
ПАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ П-МЕЗОНОВ

1062/5-48

Объединенный институт  
ядерных исследований  
ИЯС, г. Дубна

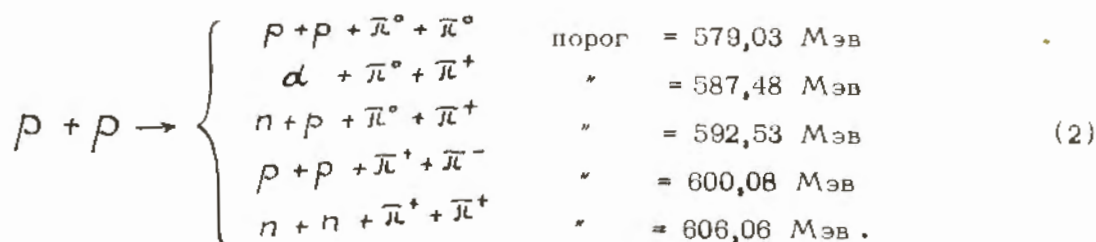
### А н н о т а ц и я

В работе предпринята попытка наблюдения немонотонностей в энергетической зависимости дифференциального сечения реакции  $p + p \rightarrow d + \pi^+$  вблизи порогов парного образования  $\pi$ -мезонов. Результаты проведенных измерений не дают определенного ответа на этот вопрос и позволяют только утверждать, что если такого рода аномалии и существуют, то их величина не превышает 2% от среднего значения дифференциального сечения этой реакции в интервале энергий налетающих протонов  $574 \div 648$  Мэв.

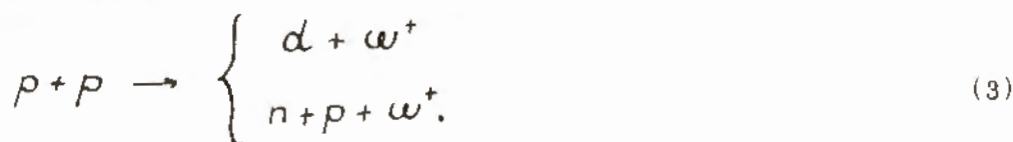
Последнее время в ряде работ<sup>/1/</sup> широко обсуждаются эффекты, связанные с аномалиями в энергетической зависимости сечения какой-либо реакции вблизи порогов неупругих процессов. При высоких энергиях такого вида аномалий пока еще не удалось обнаружить, и поэтому вопрос о проверке выводов теории представляет в настоящее время значительный интерес. В данной работе предпринята попытка обнаружить околупороговые особенности в энергетической зависимости сечения реакции



в области энергии налетающих протонов  $574 \div 648$  Мэв, где возможны следующие процессы парного образования  $\bar{\pi}$ -мезонов:



В указанной области энергии протонов можно, кроме того, ожидать появления аномалий вблизи порога образования  $\omega$ -частицы, рассматриваемой в работе<sup>/2/</sup> как один из вариантов объяснения экспериментальных результатов. В pp-соударениях  $\omega^+$ -частица может образовываться в реакциях



Области энергии протонов от 574 Мэв до 648 Мэв соответствует интервал масс гипотетической  $\omega^+$ -частицы от 275 до 305 Мэв.

С экспериментальной точки зрения выбор реакции (1) для поисков околупороговых аномалий был сделан по следующим причинам.

Во-первых, полное и дифференциальное сечение реакции (1) изменяется незначительно в области энергии налетающих протонов  $574 \div 648$  Мэв<sup>/3/</sup>, и это обстоятельство до некоторой степени облегчает поиски аномалий вблизи порогов

других реакций. Во-вторых, можно предполагать, что благодаря малому сечению реакции (1), возможные аномалии будут более отчетливыми именно в этой реакции. И, наконец, в-третьих, использованная в работе методика измерений дифференциального сечения реакции (1) может оказаться более чувствительной к околопороговым аномалиям, чем при измерениях полного сечения этой реакции.

В данной работе был измерен выход дейтронов низкоэнергетической ветви от реакции (1) для одного угла в лабораторной системе координат в зависимости от энергии налетающих протонов в интервале 574 ÷ 648 Мэв. Общая схема эксперимента изображена на рис. 1. Выведенный пучок протонов интенсивностью  $\sim 10^{11}$  сек<sup>-1</sup> фокусировался магнитными квадрупольными линзами на мишень из полиэтилена толщиной 5 мм. Вторичные заряженные частицы, возникающие в мишени, выделялись латунным коллиматором, расположенным под углом 5,8° к оси пучка протонов, отклонялись магнитным полем на угол 27°, проходили через стальной коллиматор в защитной бетонной стене и регистрировались телескопом, составленным из шести сцинтилляционных счетчиков.

Идентификация дейтронов производилась по импульсу, удельной ионизации и пробегу. Отбор дейтронов с определенным импульсом производился с помощью отклоняющего электромагнита. Разделение дейтронов и протонов по величине удельной ионизации осуществлялось независимо в каждом из пяти первых счетчиков телескопа<sup>/4/</sup>. Величина пробега задавалась тормозящими медными фильтрами, помещенными перед пятым и шестым счетчиками телескопа. Первые пять счетчиков были включены на совпадения, а шестой счетчик - на антисовпадения с первыми пятью. Монитором пучка протонов служила эмиссионная камера, установленная перед свинцовым блоком, в котором происходила остановка протонов.

Изменение энергии пучка протонов осуществлялось с помощью полиэтиленовых фильтров, помещенных перед магнитными квадрупольными линзами на пути первичных протонов. Энергия протонов устанавливалась через интервал в 2,8 Мэв, что примерно соответствует дисперсии протонного пучка<sup>/5/</sup>, выведенного из камеры синхротрона.

На рис. 2 показаны счетные характеристики телескопа в зависимости от величины тока в отклоняющем электромагните для трех энергий протонов. Из приведенных на этом рисунке графиков видно, что дейтроны от реакции (1) надежно выделяются во всем исследуемом интервале энергии протонов.



Кинематика реакции (1) такова, что импульс дейтронов низкоэнергетической ветви для угла регистрации  $5,8^\circ$  в л.с.к. изменяется всего на 3% при уменьшении энергии протонов в пучке от 650 до 570 Мэв. Это обстоятельство существенно упрощает измерения и позволяет определить энергетическую зависимость дифференциального сечения реакции (1) путем измерения выхода дейтронов в максимуме кривой разрешения, вместо того, чтобы при последовательном изменении энергии протонов полностью определять всю площадь под пиком дейтронов от реакции (1). Для каждой энергии пучка протонов устанавливалось значение тока отклоняющего магнита, соответствующее положению пика дейтронов от реакции (1), рассчитанного согласно калибровке кривых разрешающей способности с полушириной в 2%, при трех энергиях пучка: 574, 607 и 657 Мэв (рис. 2). При такой процедуре измерений неточность в установке требуемого тока отклоняющего магнита могла вызвать неопределенность в отчетах регистрирующей аппаратуры не более 0,3%.

Описанным выше методом энергетическая зависимость дифференциального сечения реакции (1) была измерена дважды. Сопоставление данных двух серий измерений не обнаруживает никаких повторяющихся аномалий во всей исследованной области энергии. Усредненные результаты этих измерений без вычета фона дейтронов от углеродной мишени, составляющего около 15%, представлены на рис. 3. Полученные данные аппроксимированы прямой линией, вычисленной по методу наименьших квадратов. Если принять во внимание только статистические ошибки измерений, равные 0,7%, то критерий  $\chi^2$  указывает на несоответствие между экспериментальными данными и выбранной линейной зависимостью дифференциального сечения реакции (1). Однако, если допустить, что помимо статистических ошибок измерений имеется дополнительный разброс, обусловленный нестабильностью регистрирующей аппаратуры, величина которого достигает 0,5%, то после усреднения со статистической ошибкой в 0,7% критерий  $\chi^2$  уже приводит к 10%-ной вероятности соответствия выбранной линейной зависимости и экспериментальных данных. Так как сопоставление отдельных серий измерений не позволяет исключить такой величины нестабильности в регистрирующей аппаратуре, то наблюдаемый на рис. 3 разброс экспериментальных точек нельзя приписать реальным аномалиям в энергетической зависимости дифференциального сечения реакции (1). Поэтому из полученных в данной работе результатов следует вывод о том, что если и существуют предсказываемые теорией околороговые аномалии в энергетической

зависимости сечения реакции (1), то их величина не превосходит 2% от среднего значения дифференциального сечения этой реакции в интервале энергии падающих протонов 574 ÷ 648 Мэв.

### Л и т е р а т у р а

1. См., например, R.G.Newton. Phys. Rev., 114, 1611 (1959).
2. A.Abajian, N.E.Booth, K.M.Crowe. Phys. Rev. Lett., 5, 258 (1960).
3. М.Г.Мешеряков, Б.С.Неганов. ДАН СССР, 100, 677, 1955.
4. Ю.К.Акимов, В.И.Комаров, О.В.Савченко, Л.М.Сороко. ПТЭ, № 4, 71, 1960.
5. И.М.Василевский, Ю.Д.Прокошкин. Атомная энергия, 7, 225, 1959.

Рукопись поступила в издательский отдел  
29 марта 1961 года.

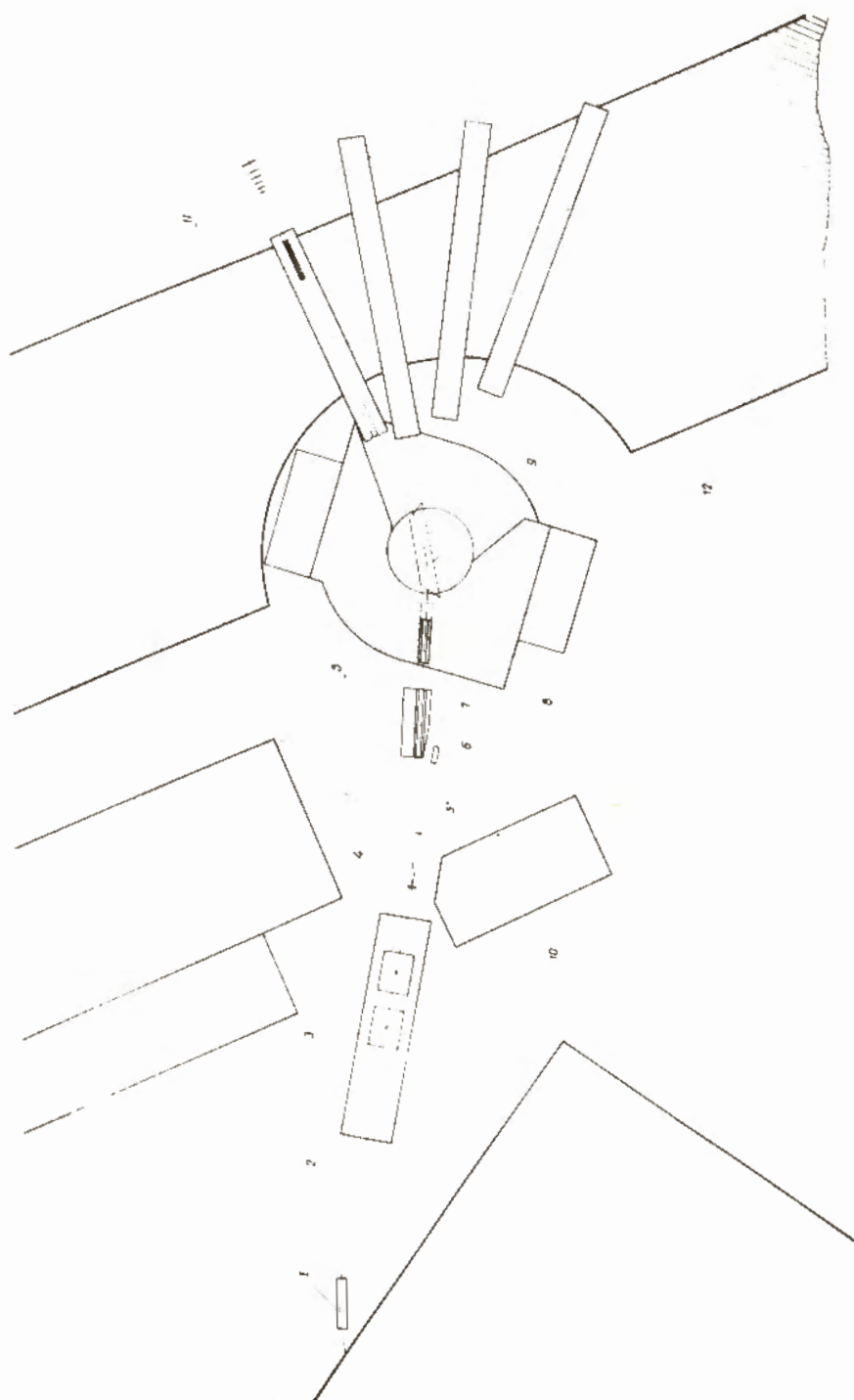


Рис. 1.

Общая схема эксперимента

1 - отклоняющие насадки, 2 - выведенный пучок протонов, 3 - магнитные квадрупольные линзы, 4 - мишень из полиэтилена, 5 - свинцовая защита, 6 - эмиссионная камера, 7 - траектория вторичных заряженных частиц, 8 - отклоняющий электромагнит, 9 - фокусирующие шиммы, 10 - бетонная защита, 11 - телескоп из шести свинцизованных счетчиков, 12 - защитная стена.



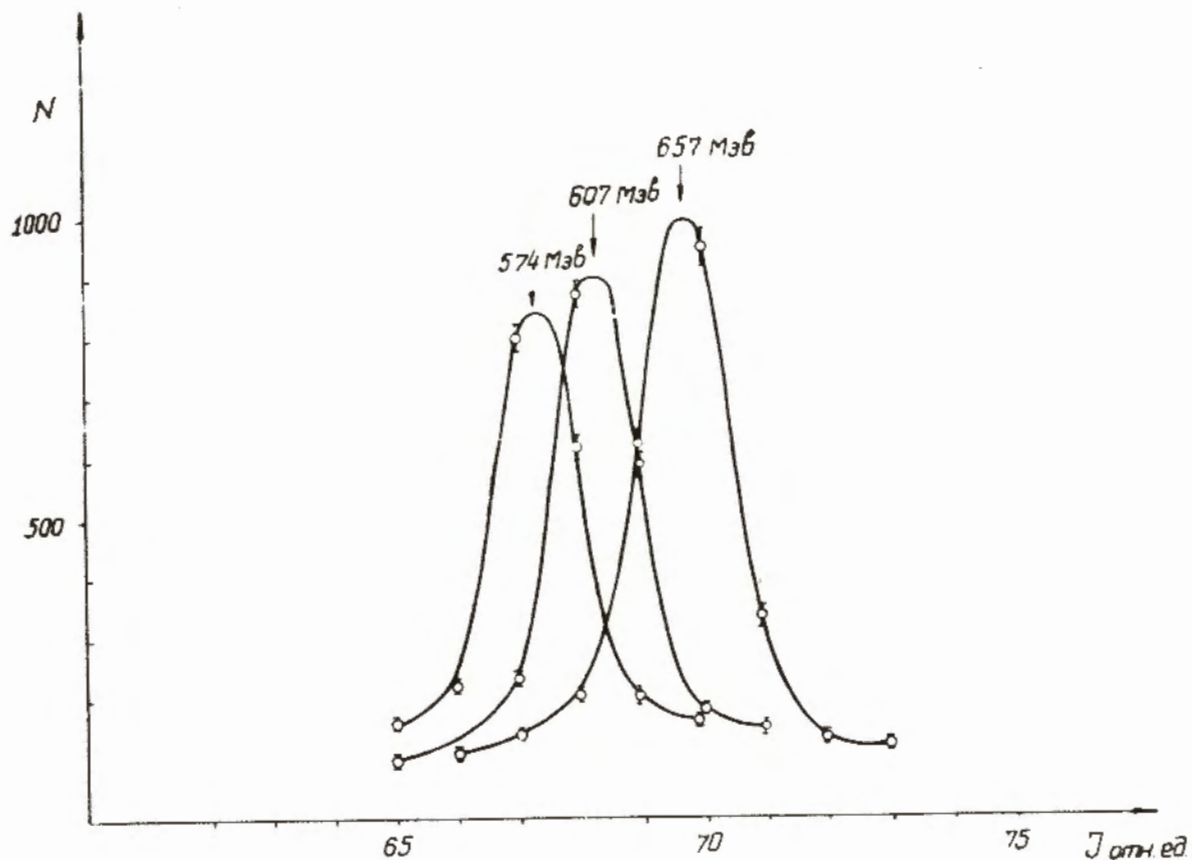


Рис. 2.

Кривые разрешающей способности регистрирующей аппаратуры, настроенной на дейтроны от реакции  $p+p \rightarrow d + \pi^+$ , для трех энергий протонов. По оси абсцисс - ток отклоняющего магнита в относительных единицах. По оси ординат - число зарегистрированных дейтронов от  $(p+CH_2)$ -соударений.

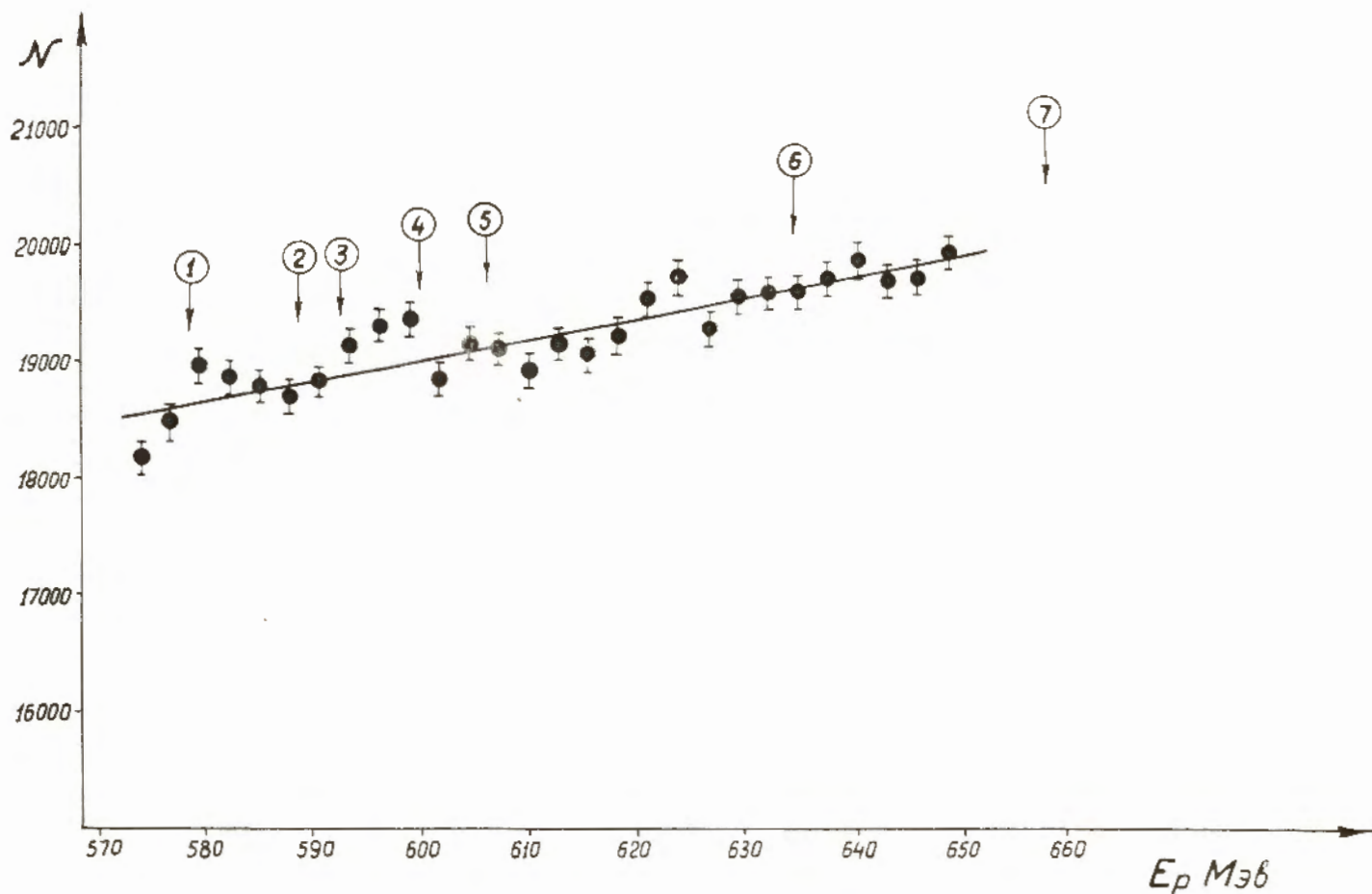


Рис. 3.

Энергетическая зависимость дифференциального сечения реакции  $p+p \rightarrow d+\alpha$  для угла  $5,8^\circ$  в л.с.к.

По оси абсцисс - энергия налетающих протонов, по оси ординат - величина дейтронов от  $(p+\text{CH}_2)$  - соударений. Прямая линия, проведенная на рисунке, вычислена по методу наименьших квадратов. Стрелками 1,2,3,4,5 указаны расположения порогов реакций (2). Стрелками 6 и 7 указаны расположение порогов реакции (3) для массовых  $\omega^+$  - частицы 295 и 305 Мэв.