

20

A.93

препринт 149

В.Л.Ауслендер, Г.И.Будкер, Ю.Н.Пестов,
В.А.Сидоров, А.Н.Скринский, А.Г.Хабахпашев

**Изучение ρ -мезонного резонанса
на встречных электрон-позитронных пучках**

г.Новосибирск 1967

При планировании экспериментов со встречными электрон-позитронными пучками /1,2/ изучение процессов



рассматривалось в качестве одной из первых задач. В энергетической области до 2×700 Мэв, доступной для Новосибирского электрон-позитронного накопителя ВЭПП-2, наиболее интересными являются районы ρ - мезонного резонанса (2×380 Мэв) в первой реакции и φ - мезонного (2×510 Мэв) во второй.

В настоящей работе приводятся предварительные результаты по определению положения и формы ρ - мезонного резонанса.

По сравнению с первыми опытами по наблюдению рождения пар π -мезонов /3/ условия работы на установке ВЭПП-2 значительно улучшилось. Цикл измерений в настоящее время длится около двух часов. Треть этого времени затрачивается на накопление позитронов и электронов. Начальный ток позитронов в среднем по качеству цикла измерений составляет 20 ма, электронов 50 ма. Время жизни частиц в накопителе - более 3000 сек. Настройка оптимальных условий встречи пучков и оперативный контроль за сохранением этих условий во время эксперимента проводится при помощи системы сцинтилляционных счётчиков, регистрирующих электрон-позитронное рассеяние под малыми углами /4/.

Система искровых камер состоит из двух одинаковых половин (верхней и нижней), охватывающих угол $2 \times 0,6$ стерадиан вблизи вертикального направления. Их расположение показано на рис. I. Первыми по пути разлетающихся частиц помещены искровые камеры с тонкими пластинами для определения углов вылета частиц и координат точки взаимодействия. Определение сорта частиц проводится по характеру их взаимодействия с материалом пластин "ливневых" и "пробежных" искровых камер. Ливневая камера содержит II медных пластин толщиной 6 мм; пробежная - 2I пластину из нержавеющей стали толщиной 8 мм. Довольно сложная система зеркал позволяет пользоваться одной фотокамерой.

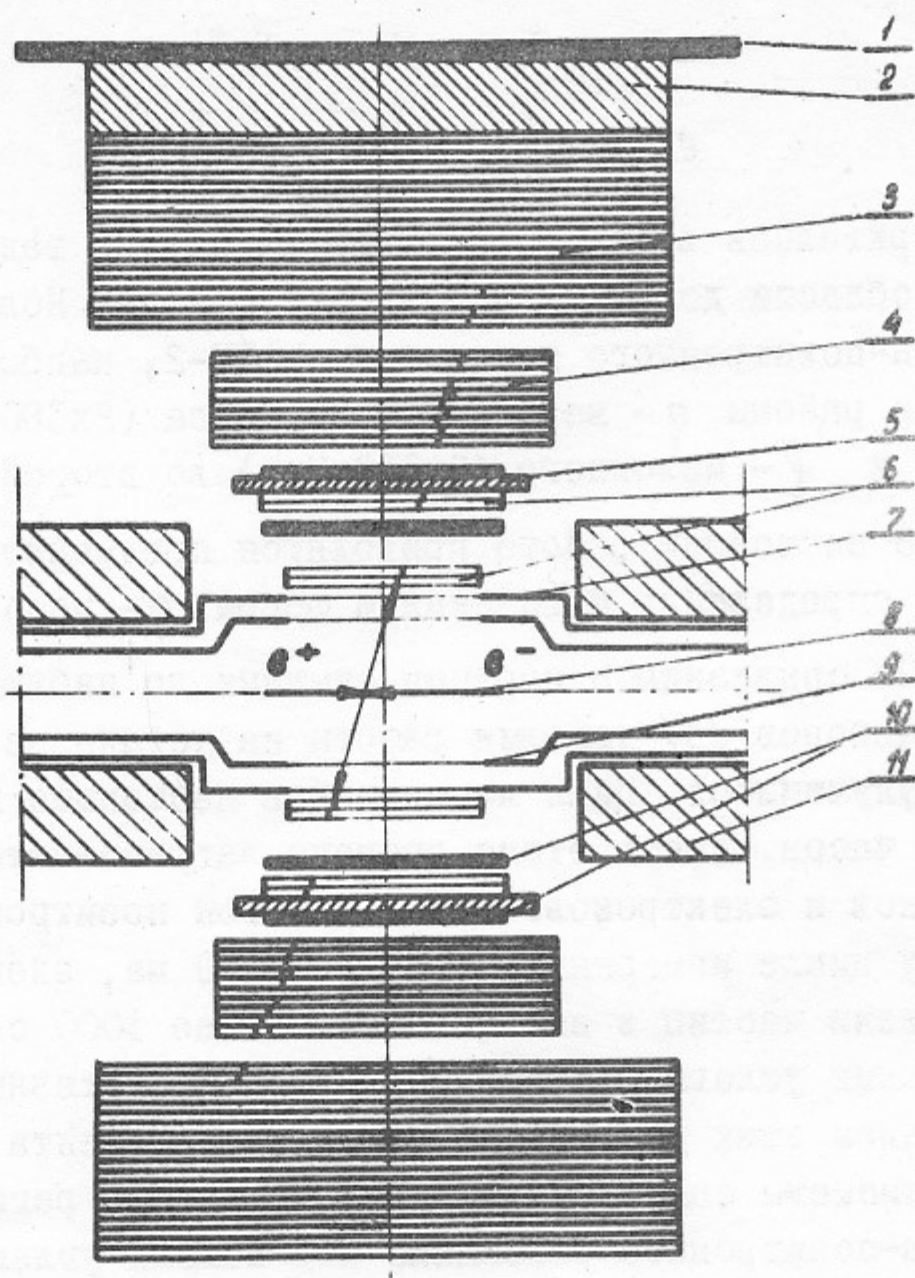


Рис. I. Система искровых камер:

I - сцинтилляционный счётчик антисовпадений; 2 - слой свинца толщиной 20 см; 3 - пробегная искровая камера; 4 - ливневая искровая камера; 5 - слой дюрала толщиной 2 см; 6 - искровые камеры с тонкими пластинами; 7 - окно внешней вакуумной камеры; 8 - область встречи; 9 - внутренняя вакуумная камера; 10 - сцинтилляционные счётчики; II - магнит накопителя.

Запуск всей системы искровых камер производится четырьмя сцинтилляционными счётчиками размером $40 \times 40 \times 1 \text{ см}^3$, включенными в схему совпадений с разрешающим временем $2\tau = 20 \text{ нсек}$. Для защиты от космического излучения служит счётчик антисовпадений размером $160 \times 160 \times 5 \text{ см}^3$ на одном фотоумножителе ФЭУ-65. Между этим счётчиком и камерами слой свинца толщиной 20 см, преграждающий путь в счётчик антисовпадений частицам исследуемого процесса. Включение счётчика антисовпадений снижает частоту срабатываний системы, вызванных космическим излучением, более чем в 100 раз. Дополнительный фактор 5 в уменьшении числа срабатываний даёт синхронизация с фазой напряжения на резонаторе накопителя.

В этих условиях система искровых камер срабатывает десять раз ^{в час} от космического излучения и примерно один раз на каждый миллиампер потеряннного в камере накопителя тока электронов или позитронов.

Эксперимент проводился при семи значениях энергии от 2×290 до $2 \times 510 \text{ Мэв}$. За пять месяцев было сделано около 650 циклов измерений с суммарной длительностью счёта 742 часа. Среди полученных 44 тысяч фотографий отобраны 303 события, соответствующих коллинеарному разлету двух частиц из области встречи пучков. Идентификация типа вторичных частиц позволила выделить три группы: 186 событий упругого рассеяния электрона на позитроне, 109 событий рождения пар η -мезонов и 8 событий рождения пар μ -мезонов.

Специальные измерения показали, что фон от одного пучка в накопителе пренебрежимо мал. Измерения в отсутствии пучков позволили обнаружить небольшой (почти везде в несколько раз меньше эффекта) фон событий космического происхождения, имитирующих рождение пар η -мезонов.

Отношение сечений регистрации одной системой процесса рождения пар η -мезонов и упругого рассеяния электрона на позитроне можно записать в виде

$$\frac{\sigma_{\eta}}{\sigma_e} = \frac{\beta_{\eta}^3}{a} \cdot F^2(E),$$

где β_{ψ} - отношение скорости образующихся ψ -мезонов к скорости света, α - константа, определяемая геометрией эксперимента, и F - модуль формфактора для рождения пары ψ -мезонов /1/. В точечной квантовой электродинамике при отсутствии сил другого типа $F=1$. Для случая вылета вторичных частиц под углом 90° к направлению встречи $\alpha=18$; интегрирование по телесному углу регистрации даёт $\alpha=20,4$.

Полученные в эксперименте значения функции $F^2(E)$ показаны на рис.2, отчётливо демонстрирующем её резонансный характер. Аппроксимация этих результатов кривой Брайта-Вигнера

$$F^2(E) = \frac{k m_s^4}{(4E^2 - m_s^2)^2 + m_s^2 \Gamma_s^2}$$

по методу наибольшего правдоподобия даёт следующие оптимальные значения параметров:

$$k = 0,59 \pm 0,15$$

$$m_s = 764 \pm 11 \text{ МэВ}$$

$$\Gamma_s = 93 \pm 15 \text{ МэВ}$$

Приведенные ошибки оптимальных параметров соответствуют одному стандартному отклонению; учтены статистические погрешности и точность (1%) определения энергии начальных частиц. Величина критерия $P(\chi^2)$ оказалась равной 98%, тщательный анализ всего процесса обработки результатов позволяет отнести причину такой удачи к благосклонному отношению Случая.

Очевидно, что при достигнутой статистической точности можно обходиться довольно грубым описанием процесса без учёта его нерезонансного канала.

Полное сечение ψ -мезонной аннигиляции электрона и позитрона в максимуме, соответствующем образованию промежуточного ψ -мезона

$$\sigma_{\psi} = 1,2 \pm 0,2 \text{ мкбарн.}$$

В настоящее время на установке ВЭПП-2 начаты эксперимен-

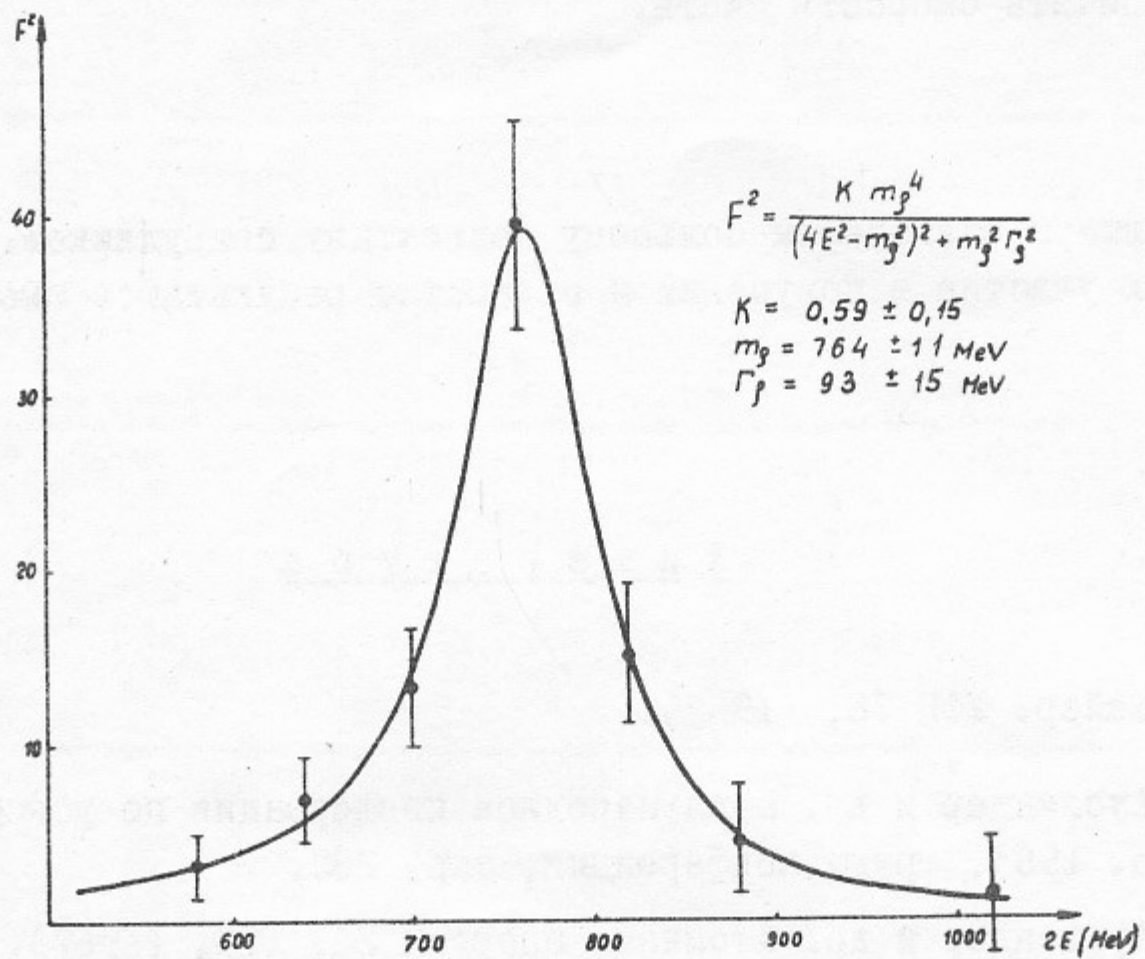


Рис. 2. Экспериментальные значения $F^2(E)$, аппроксимированные кривой Брайта-Вигнера.

ты по наблюдению рождения пар K -мезонов при энергии ψ -мезонного резонанса. В октябре этого года предполагается прекратить эти эксперименты с тем, чтобы за несколько месяцев провести реконструкцию установки, которая позволит на порядок увеличить скорость счёта.

Авторы благодарны большому коллективу сотрудников, принимавших участие в получении и обработке результатов эксперимента.

Л и т е р а т у р а

1. В.Н.Байер. УФН 78, (1962).
2. В.Л.Ауслендер и др. Международная конференция по ускорителям. Дубна, 1963, труды конференции, стр. 280.
3. В.Л.Ауслендер и др. Атомная энергия 22, 173, (1967).
4. В.Л.Ауслендер и др. Атомная энергия 22, 176 (1967).

Ответственный за выпуск СИДОРОВ В.А.

Подписано к печати 23.УШ-67 г.

Усл. 0,4 печ.листа, тираж 300 экз.

Заказ № 149

БЕСПЛАТНО

Отпечатано на роталпринте в ИЯФ СО АН СССР.