

ОБНАРУЖЕНИЕ РАСПАДА  $\eta' \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma$ 

*В.А.Викторов, С.В.Головкин, М.В.Грицук<sup>1)</sup>,  
Р.И.Джелядин, А.М.Зайцев, Д.Б.Какауридзе,  
В.А.Качанов, А.С.Константинов, В.Ф.Константинов,  
В.П.Кубаровский, А.В.Кулик, Л.Г.Ландсберг,  
В.М.Леонтьев, В.А.Мухин, В.Ф.Образцов,  
Т.И.Петрунина, Н.С.Покровский, Ю.Д.Прокошкин*

Исследован спектр масс  $\mu^+ \mu^- \gamma$ -систем, образованных в  $\pi^- p$ -взаимодействиях при импульсах 25 и 33 ГэВ/с. Для регистрации мюонных пар и  $\gamma$ -квантов использованы широкоапертурный магнитный спектрометр и годоскопический  $\gamma$ -детектор. В спектре масс обнаружен четкий пик, соответствующий ранее не наблюдававшемуся распаду  $\eta' \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma$ . Величина относительной вероятности этого распада ( $8 \cdot 10^{-5}$ ) и характер спектра мюонных пар находятся в согласии с моделью формфактора  $\eta'$ -мезона, основанной на векторной доминантности.

В настоящей работе, являющейся продолжением цикла исследований редких электромагнитных распадов легких мезонов [1, 2], были проведены поиски распада

$$\eta' \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma. \quad (1)$$

Описание установки "Лептон-Г", на которой выполнялись эти опыты, а также процедуры измерений и обработки содержится в предыдущих работах [1, 2]. Основными элементами установки являлись широкоапертурный магнитный спектрометр для выделения мюонных пар и годоскопический многоканальный  $\gamma$ -спектрометр для регистрации  $\gamma$ -квантов.

Источником  $\eta'(958)$ -мезонов служила реакция перезарядки

$$\pi^- p \rightarrow \eta' n. \quad (2)$$

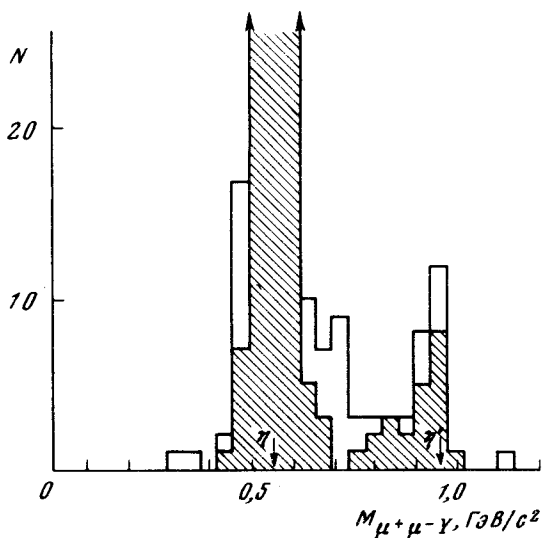
Эксперименты были проведены в пучке отрицательных пионов при импульсах 25 и 33 ГэВ/с. Полный поток  $\pi^-$ -мезонов, пропущенный через установку, составил  $3 \cdot 10^{11}$ .

На первом этапе обработки экспериментальных данных производилась реконструкция треков заряженных частиц в искровых и пропорциональных камерах и отбор событий с двумя жесткими ( $E_{\mu} > 4$  ГэВ) мюонами, образованными в мишени. Требовалось также отсутствие дополнительных треков, выходящих из вершины взаимодействия в головной части спектрометра. Затем в  $\gamma$ -спектрометре производился поиск одиночных ливней, удовлетворяющих критериям отбора для ливней от  $\gamma$ -квантов с энергией  $E_{\gamma} > 1,5$  ГэВ. Для подавления фона, вызываемого адронными ливнями, требовалось, чтобы расстояние между центром тяжести ливня и координатой каждого из двух треков заряженных частиц на входе в  $\gamma$ -спектрометр было больше 24 мм.

<sup>1)</sup> ИТЭФ, Москва.

Далее были отобраны события, соответствующие эксклюзивному процессу  $\pi^- p \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma n$ , и изучался спектр эффективных масс  $\mu^+ \mu^- \gamma$ -систем в этой реакции.

Фоновые условия в области масс  $M_{\mu^+ \mu^- \gamma} > M_\eta$  существенно улучшались с увеличением порога по энергии  $\gamma$ -кванта. Такое обрезание дополнительно подавляло регистрацию адронных ливней и вместе с тем, в определенных пределах изменения порога, мало уменьшало эффективность регистрации распада (1). Было также введено обрезание по максимальной энергии  $\gamma$ -квантов ( $E_\gamma < 16$  ГэВ) для уменьшения фона от быстрых  $\pi^0$ -мезонов (например, от распада  $\omega \rightarrow \pi^0 \mu^+ \mu^-$  [2]), для которых ливни от двух  $\gamma$ -квантов не разрешались в детекторе.



Спектр масс  $\mu^+ \mu^- \gamma$ -систем. Заштрихованная гистограмма соответствует  $E_\gamma > 5$  ГэВ, светлая гистограмма —  $E_\gamma > 3$  ГэВ.  $N$  — число событий в интервале масс 40 МэВ/c<sup>2</sup>. Стрелками указаны табличные значения масс  $\eta$ - и  $\eta'$ -мезона. Левый пик соответствует распаду  $\eta \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma$  [1], правый пик — распаду (1)

Окончательный спектр эффективных масс  $\mu^+ \mu^- \gamma$ -систем приведен на рисунке. В спектре масс наряду с пиком, соответствующим распаду  $\eta \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma$  [1], виден четкий пик в области масс  $\eta'$ -мезона, в котором содержится 25 событий ( $E_\gamma > 3$  ГэВ) при уровне нерезонансного фона  $2 \div 4$  события. Масса пика  $M_{\mu^+ \mu^- \gamma} = 0,95 \pm 0,01$  ГэВ/c<sup>2</sup> в хорошем согласии с табличным значением масс  $\eta'$ -мезона, а его ширина соответствует нашему аппаратному разрешению. Таким образом, в настоящей работе экспериментально установлен распад  $\eta'$ -мезона на мюонную пару и  $\gamma$ -квант (1).

Для определения относительной вероятности этого распада  $BR(\eta' \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma) = \Gamma(\eta' \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma) / \Gamma(\eta' \rightarrow \text{все})$  была проведена нормировка на число событий реакции  $\pi^- p \rightarrow \rho(\omega) n$ ,  $\rho(\omega) \rightarrow \mu^+ \mu^-$ , наблюдавшейся в том же эксперименте [1]; эффективности для всех процессов вычислялись методом Монте-Карло. Эффективность регистрации реакции  $\pi^- p \rightarrow \eta' n$ ,  $\eta' \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma$  практически не зависит от формфактора в матричном элементе распада (1). Сечения реакции (2) для наших энергий были взяты по данным [3]. В результате было получено значение относительной веро-

$$BR(\eta' \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma) = 8 \cdot 10^{-5} \quad (3)$$

с систематической погрешностью 50%.

Для теоретической оценки этой вероятности мы воспользовались формулой Далица [4] для распада (1) с простейшим формфактором  $F^2(M_{\mu^+\mu^-}^2) = [(1 - M_{\mu^+\mu^-}^2 / M_\rho^2)^2 + (\Gamma_\rho / M_\rho)^2]^{-1}$ , выбранном в соответствии с векторной доминантностью. Такая оценка дает  $BR(\eta' \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma)_{\text{теор}} = 8,2 \cdot 10^{-5}$ . При этом в области масс  $\rho$ -мезона ( $M_{\mu^+\mu^-} > 0,7$  ГэВ) ожидается 15% всех событий, что качественно согласуется с наблюдаемой нами долей событий в этом диапазоне  $30 \pm 10\%$ .

Таким образом в настоящей работе зарегистрирован распад  $\eta' \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma$ . Величина относительной вероятности этого распада и характер спектра мюонных пар находятся в согласии с моделью формфактора  $\eta'$ -мезона, основанной на векторной доминантности.

Институт физики  
высоких энергий

Поступила в редакцию  
27 июля 1979 г.

### Литература

- [1] Yu.B.Bushnin et al. *Yad. Fiz.*, **28**, 1207, 1978; *Phys. Lett.*, **79B**, 147, 1978.
- [2] R.I.Dzhelyadin et al. *Phys. Lett.*, **84B**, 143, 1979.
- [3] W.D.Apel et al. *Phys. Lett.*, **83B**, 131, 1979.
- [4] R.Dalitz. *Proc. Phys. Soc.*, **A64**, 667, 1951.

<sup>1)</sup> Без учета формфактора  $BR(\eta' \rightarrow \mu^+ \mu^- \gamma) = 3,4 \cdot 10^{-5}$ . Большая роль формфактора связана с тем, что для распада (1)  $\rho$ -полус расположен в физической области.