

С3438
Н-705

15/III-65 ✓

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

1989



Б. Ничипорук, З.С. Стругальский

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

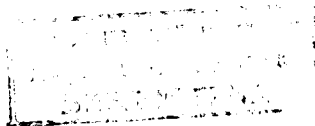
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ γ -КВАНТОВ
В КСЕНОНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ
В ДИАПАЗОНЕ ОТ 2 ДО 9 ГЭВ

1965

1889

Б. Ничипорук, З.С. Стругальский

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ γ -КВАНТОВ
В КСЕНОНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ
В ДИАПАЗОНЕ ОТ 2 ДО 9 ГЭВ



2992.2.19.

В работе, посвященной методам измерения энергии E_γ γ -квантов в ксеноновой пузырьковой камере ^{/1/}, указывалась возможность определения энергии E_γ в районе выше 2 Гэв, используя характеристики развития электронно-фотонных ливней, созданных γ -квантами в камере: число частиц в максимуме развития ливня N_{\max} и положение максимума числа частиц t_{\max} . В настоящей работе приведены результаты разработки этого способа. Дана зависимость $E_\gamma = f(N_{\max})$ и оценена точность определения E_γ .

Зависимость $E_\gamma = f(N_{\max})$

Мы можем реально обнаружить с эффективностью, близкой 100%, лишь те электроны в ливне, развивающемся в камере, энергии которых E больше некоторого минимального значения E_{\min} .

Этот факт нужно учесть при вычислении кривой $E_\gamma = f(N_{\max})$, которая зависит от значения E_{\min} . Значение E_{\min} для ксеноновой пузырьковой камеры предстоит определить.

С целью получения значения E_{\min} в ливнях подсчитывалось число всех наблюдаемых электронов с разными длинами пробега (энергиями). Строилось их распределение. Результат показан на рисунке 1.

Сравнивая экспериментальное интегральное распределение этих электронов с рассчитанным по каскадной теории ^{/2/}, можно заключить, что наблюдается лишь около 7% ожидаемых электронов с энергиями меньше 3,5 Мэв, а уже в интервале от 3,5 до 10 Мэв наблюдается больше 80% всех ожидаемых электронов.

Из вышесказанного следует, что можно принять $E_{\min} = 3,5$ Мэв. Этой энергии соответствует длина пробега электрона в ксеноновой камере, равная около 10 мм ^{/1,3/}.

Кривая $E_\gamma = f(N_{\max})$ была вычислена с помощью формул, данных С.З.Беленьким ^{/2/}. Она показана на рисунке 2.

Точность определения E_γ

Ошибки в определении энергии E_γ с помощью зависимости $N_{\max} = f(E_\gamma)$ могут происходить в основном за счет неточности в подсчете числа электронов и за счет флуктуаций в числе электронов в максимуме ливня.

Как оказалось, ошибки в подсчете числа электронов в ливнях с энергией 2-9 Гэв малы по сравнению с ошибками из-за флуктуаций. Флуктуации в числе электронов в районе максимума развития ливня близки по величине к пуассоновским^{4/}.

С целью проверки правильности определения энергии γ -квантов с помощью кривой $E_\gamma = f(N_{\max})$ и оценки величины ошибок были проведены измерения на эталонных случаях.

В качестве эталонов принимались: 1 - случаи $\pi^- - \text{Xe}$ взаимодействий при 9 Гэв/с с двумя вылетающими под определенным углом γ -квантами, из которых один был малозергичный (≤ 100 Мэв), а второй (большой энергии) давал начало ливню, развивающемуся в камере; 2 - случаи "0-лучевые" с двумя γ -квантами.

В первом классе случаев энергия одного γ -кванта (меньшей энергии) определялась по методу, предложенному в^{1/}, энергия второго γ -кванта, создающего ливень, определялась двумя способами: по кинематике распада π^0 -мезона при предположении, что оба γ -кванта происходят от одного π^0 -мезона, с помощью каскадной теории. В таблице 1 даны значения энергий γ -квантов, определенные двумя этими способами.

Т а б л и ц а 1

№ случая	Энергия E_γ , Гэв	
	По кинематике распада π^0 -мезона	Из зависимости $E_\gamma = f(N_{\max})$
1	$5,98 \pm 1,16$	$5,75 \begin{matrix} + 1,40 \\ - 1,80 \end{matrix}$
2	$3,72 \pm 1,10$	$3,65 \begin{matrix} + 1,25 \\ - 1,15 \end{matrix}$
3	$3,22 \pm 0,78$	$3,65 \begin{matrix} + 1,25 \\ - 1,15 \end{matrix}$
4	$3,00 \pm 0,86$	$4,40 \begin{matrix} + 1,80 \\ - 1,40 \end{matrix}$
5	$6,50 \pm 1,80$	$6,30 \begin{matrix} + 1,70 \\ - 1,80 \end{matrix}$

Во втором классе случаев^{х)} были отобраны такие, которые могли соответствовать появлению лишь одного, сравнимого по энергии с первичными π^- -мезонами.

х) Это часть случаев, использованных в работе, касающейся перезарядки π^- -мезонов^{5/}.

π^0 -мезона. Для этого требовалось, чтобы углы разлета γ -квантов были сгруппированы около некоторого минимального угла, определенного по формуле $\sin \frac{\theta}{2} = \frac{m_{\pi^0} c^2}{E_{\pi^0}}$. При $E_{\pi^0} = 9$ Гэв $\theta_{\min} = 1^\circ 42'$. Требовалось, чтобы угол разлета γ -квантов θ был не больше $3\theta_{\min}$.

Итак, в выбранных случаях измерялась энергия E_γ и γ -кванты коррелировались в эффективные массы $m_{\gamma\gamma}$. Результат показан на рисунке 3. Как видно, массы отчетливо группируются около значения m_{π^0} - массы π^0 -мезона.

Анализ полученных результатов дает указание, что энергии γ -квантов в диапазоне от 2 до 9 Гэв можно определять с помощью изложенного метода с точностью 25-30%.

Л и т е р а т у р а

1. Л.П. Коновалова, Л.С. Охрименко, З.С. Стругальский. Препринт ОИЯИ, Р-1700, Дубна, 1961; ПТЭ, **9**, 28 (1961).
2. С.З. Беленький. Лавинные процессы в космических лучах, Москва, Гостехиздат, 1948.
3. В.С. Курбатов, Э.И. Мальцев, А.И. Маслаков, Г.М. Сташков, И.В. Чувилло, А.И. Шкловская. Препринт ОИЯИ, 1748, Дубна, 1964.
4. Б. Ничипорук, З.С. Стругальский. ЖЭТФ, **47**, 802 (1964).
5. И.М. Граменицкий, Л.С. Охрименко, Б. Словинский, З.С. Стругальский. ЖЭТФ, **47**, 802, (1964).
6. Б. Росси. Частицы больших энергий, Москва, Гостехиздат, 1955.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 февраля 1965 г.

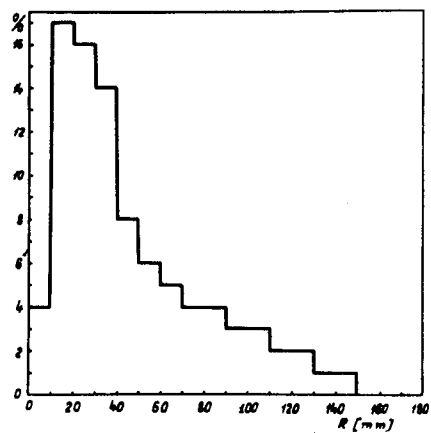


Рис. 1. Распределение электронов в ливнях по длинам их пробегов.

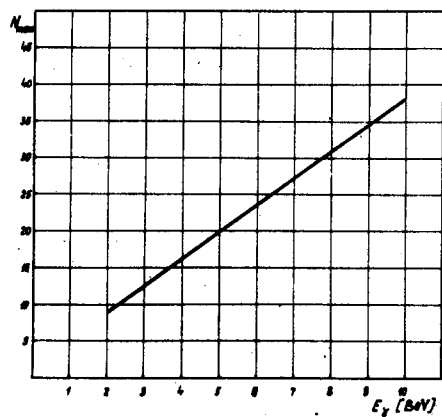


Рис. 2. Зависимость $E_{\gamma} = f(N_{\max})$.

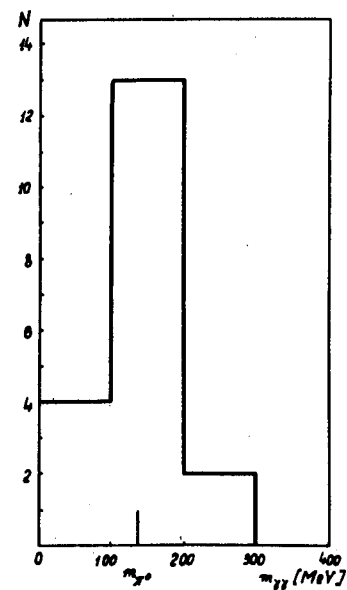


Рис. 3. Распределение эффективных масс $m_{\gamma\gamma}$ в "0-лучевых" $\pi-\gamma_0$ взаимодействиях с двумя γ -квантами.