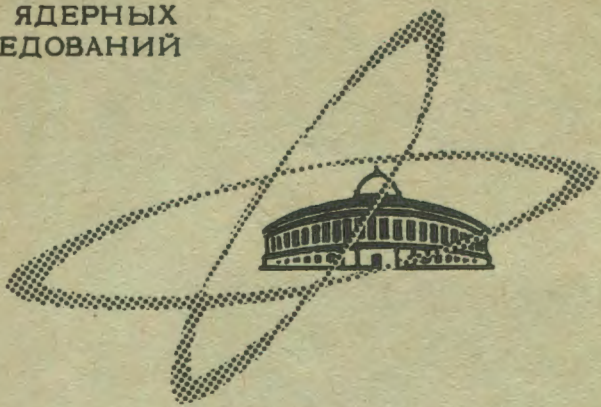


0-927

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P13 - 3918



Л.С.Охрименко, Б.Словинский, З.С.Стругальский

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

К ВОПРОСУ
ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РЕГИСТРАЦИИ γ -КВАНТОВ
В КСЕНОНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ

1968

P13 - 3918

Л.С.Охрименко, Б.Словинский, З.С.Стругальский

К ВОПРОСУ
ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РЕГИСТРАЦИИ γ -КВАНТОВ
В КСЕНОНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ

7408/3 чр.

ОБОБЩЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ОПЕРАТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ТЕОРИИ

Разработанная и описанная в ряде работ ^{/1-5/} методика измерения энергий γ -квантов, E_γ , накладывает требования на способ определения эффективности регистрации γ -квантов при условии возможности измерения их энергий с точностями не хуже заданных.

E_γ определяется, в диапазоне значений от ≈ 10 Мэв до ≈ 3000 Мэв, из корреляции между полным пробегом R электронов и позитронов в ливне, созданном γ -квантом, и длиной развития ливня в камере, d , на которой производится измерение R ^{/3/}. Наиболее точное определение E_γ достигается тогда, когда ливень развивается полностью в камере, при обрезанных ливнях достигаемые точности худшие и зависят от степени обрезания ^{/3,5/}.

В настоящей работе дается способ определения статистических весов γ -квантов, регистрируемых в ксеноновой пузырьковой камере, с учётом выбранной допустимой погрешности в E_γ , а также приводятся необходимые сведения об угловых и энергетических спектрах γ -квантов сопровождающих π - X_e взаимодействия при 5 и 9 Гэв/с. Энергетические и угловые распределения могут быть полезны при планировании опытов на ксеноновой пузырьковой камере.

Для зарегистрирования γ -кванта, генерированного в некой точке в камере, и определения его энергии необходимо располагать достаточной областью для конверсии γ -кванта и, следовательно, для развития электронно-фотонного ливня, созданного им. Средняя длина конверсий, $\bar{\lambda}$, зависит от энергии γ -кванта, и эту зависимость, как и зависимость средней длины развития, \bar{d} , от энергии необходимо учесть при определении эффективностей зарегистрированных γ -квантов.

1. Зависимость средней длины конверсии γ -квантов в жидком ксеноне от их энергии

Зависимость средней длины конверсии $\bar{\lambda}$ (см) от энергии E_γ (Мэв) можно с приближением не хуже чем 5% выразить с помощью формулы

$$\bar{\lambda} = 5,2 (1 + 13 E_\gamma^{-0,7708}), \quad (1)$$

пригодной в диапазоне энергии выше 10 Мэв. Значения $\bar{\lambda}$, соответствующие разным значениям E_γ , приведены в табл. 1.

Таблица 1

E_γ (Мэв)	20	40	60	80	100	150	200	300	500	1000
$\bar{\lambda}$ (см.)	11,9	9,5	8,1	7,4	7,1	6,6	6,3	5,9	5,6	5,2
d_{\max} (см)	3	4	7	9	11	15	17	20	24	30
$d_{30\%}$ (см)	3	4	5	7	8	10	11	12	15	18

Обозначения:

E_γ - энергия γ -квантов; $\bar{\lambda}$ - средняя длина конверсии; d_{\max} - средняя длина развития ливня, необходимая для измерения E_γ с максимальной точностью; $d_{30\%}$ - средняя длина развития ливня, необходимая для измерения E_γ с точностью не хуже чем 30%.

2. Зависимость средней глубины развития ливня d_A , на которой выделяется $A\%$ энергии E_γ

Зависимость точности определения E_γ от длины d , на протяжении которой намеряем R , обусловлена главным образом флюктуациями в продольном развитии ливней. Относительная доля этих флюктуаций уменьшается с увеличением d ^{1/3}. Флюктуируют также и значения глубины развития \bar{d}_A , на протяжении которых выделяется в виде ионизации среды электронами и позитронами некоторая доля $A\%$ полной энергии ливня. Определенному A соответствует для данного E_γ значение $\bar{d}_A(E_\gamma)$. Практически для большинства задач, решаемых нами, достаточно было ограничиться условием $A \geq 70\%$. При этом, как показал анализ экспериментального материала, относительная точность $\Delta E_\gamma / E_\gamma$ не хуже 25% в диапазоне от 10 Мэв до 2300 Мэв. Если $A \geq 90\%$, то $\Delta E_\gamma / E_\gamma = 12 \pm 15\%$.

Зависимость средней глубины развития $\bar{d}_A(E_\gamma)$ ливня для трех значений $A = 70\%$, 80% и 90% , найденная по экспериментальным данным, имеет следующий вид:

$$\bar{d}_A(E_\gamma) = 10 \left(\frac{\log E_\gamma - a_A}{b_A} \right)^{1/4} \quad (2)$$

при $E_\gamma > 204$ Мэв и

$$\bar{d}_A(E_\gamma) = \frac{\log E_\gamma - 1,0792}{0,0164} \quad (3)$$

при $E_\gamma \leq 204$ Мэв.

Значения параметров a_A и b_A даны в табл. 2.

Таблица 2

A	70%	80%	90%
a_A	1,610	1,489	1,425
b_A	0,0581	0,0556	0,0521

3. Статистический вес γ -квантов с энергиями E_γ при учёте требуемой точности $\Delta E_\gamma / E_\gamma$

Статистический вес γ -кванта энергии E_γ с учётом требуемой точности $\Delta E_\gamma / E_\gamma$ запишем в виде

$$\omega = \frac{1}{1 - e^{-\mu(E_\gamma)(L - d_A(E_\gamma))}} \quad (4)$$

L - потенциальная длина конверсии γ -кванта; μ - коэффициент поглощения γ -кванта; он связан со средней длиной конверсии $\bar{\lambda}(E_\gamma)$ следующим образом:

$$\mu(E_\gamma) = \frac{1}{\bar{\lambda}(E_\gamma)} \quad (5)$$

При определении энергий γ -квантов высших энергий, $E_\gamma > 3$ Гэв, по числу электронов в максимуме ^{4/} вместо d_A следует подставить среднюю глубину d_{\max} , на которой находится максимум.

4. Энергетические и угловые распределения γ -квантов

в π - Xe взаимодействиях при 5 и 9 Гэв/с в л.с.к.

На рис. 1 и рис. 2 приведены распределения γ -квантов в л.с.к. в π - Xe взаимодействиях при 5 и 9 Гэв/с. На рис. 3 дано распределение по углам суммарной энергии, уносимой γ -квантами, в пределах углов между первичным π -мезоном и направлением эмиссии γ -квантов $\Delta\theta_{\pi\gamma}^i$.

Л и т е р а т у р а

1. З.С.Стругальский. Материалы совещания по методике пузырьковых камер. Препринт ОИЯИ, 796, Дубна, 1961.
2. Л.П.Коновалова, Л.С.Охрименко, З.С.Стругальский. Препринт ОИЯИ, Р-700, Дубна, 1961; ПТЭ, 9, 26 (1961).
3. Я.Даныш, З.С.Стругальский, О.Чижевский. Препринт ОИЯИ, Р-1144, 1962; Acta Physica Polonica, 24, 509 (1963).
4. Б.Ничипорук, З.С.Стругальский. Препринт ОИЯИ, 1989, Дубна, 1965.
5. И.А.Ивановская, Т.Канарек, Л.С.Охрименко, Б.Словинский, З.С.Стругальский, З.Яблонский, И.В.Чувило. Препринт ОИЯИ, Р1-3317, Дубна, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел

11 июня 1968 года.

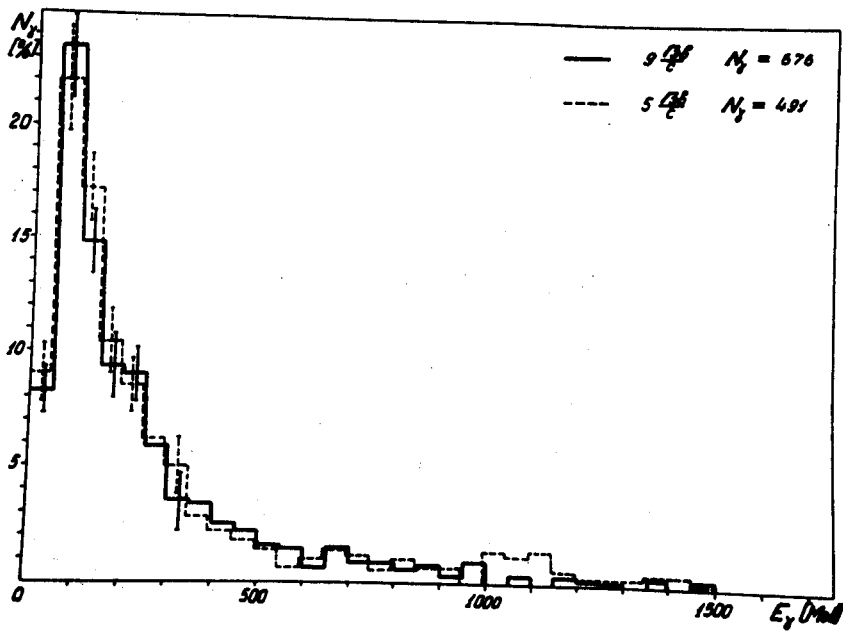


Рис. 1. Энергетические распределения γ -квантов во взаимодействиях π -He при 5 и 9 Гэв/с.

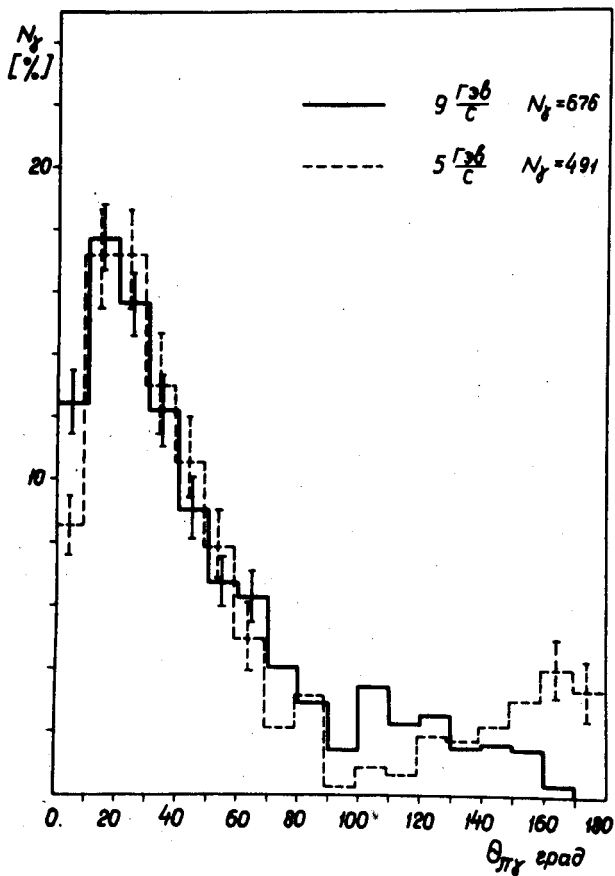


Рис. 2. Угловые распределения γ -квантов во взаимодействиях μ -Хе при 5 и 9 Гэв/с.

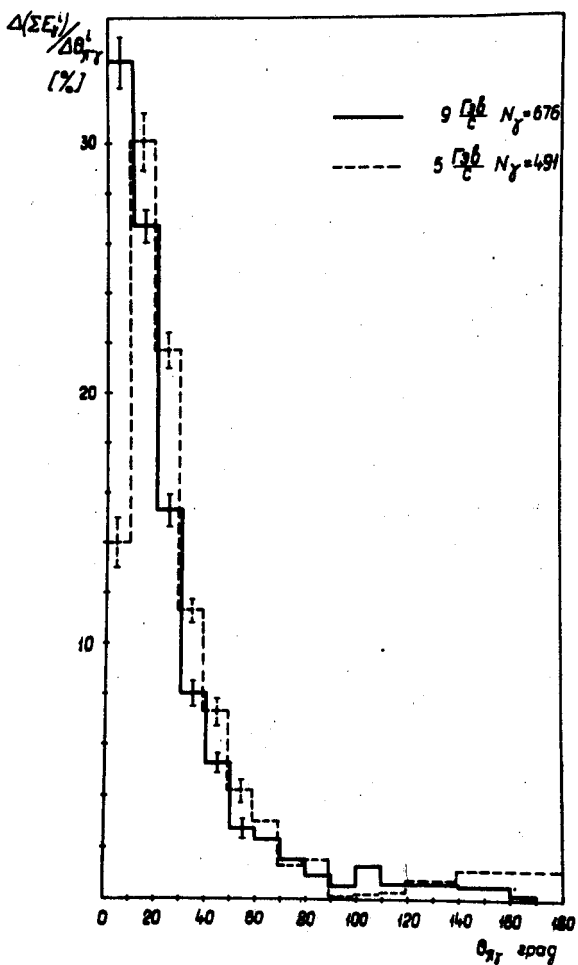


Рис. 3. Угловые распределения суммарных энергий γ -квантов, эмиттированных в данном интервале угла $\Delta\theta_{\pi\gamma}^i$ между направлением движения первичного π -мезона и направлением эмиссии γ -квантов.