

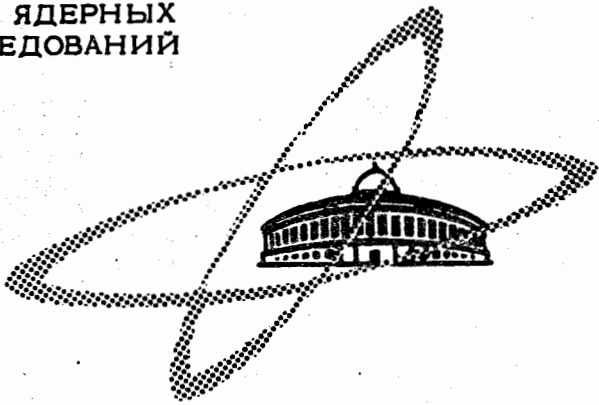
6361

Экз. чит. зала

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

P1 - 6361



Б.Словинский, З.Стругальский, В.Хуберт

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

КАСКАДНЫЕ КРИВЫЕ
И ФЛУКТУАЦИИ СРЕДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ ЛИВНЕЙ,
ОБРАЗОВАННЫХ ГАММА-КВАНТАМИ
С ЭНЕРГИЕЙ 1600 МЭВ В ЖИДКОМ КСЕНОНЕ

1972

P1 - 6361

Б.Словинский, З.Стругальский, В.Хуберт

КАСКАДНЫЕ КРИВЫЕ
И ФЛУКТУАЦИИ СРЕДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ ЛИВНЕЙ,
ОБРАЗОВАННЫХ ГАММА-КВАНТАМИ
С ЭНЕРГИЕЙ 1600 МЭВ В ЖИДКОМ КСЕНОНЕ

Направлено в ЯФ

Каскадные кривые и флуктуации средних характеристик процесса развития ливней, образованных гамма-квантами с энергией 1600 Мэв в жидком ксеноне

Исследуется процесс развития электронно-фотонных ливней, созданных в жидком ксеноне гамма-квантами с энергией 1600 Мэв.

Результаты приводятся в виде, пригодном для разработки методов определения энергии гамма-квантов по образованным ими ливням. В частности, даются сведения о флуктуациях полных пробегов наблюдаемых ливневых электронов, соответствующих определенным глубинам развития ливня.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1972

Cascade Curves and Fluctuations of the Average Characteristics of the Development of Showers Produced by 1600 MeV Gamma-quanta in Liquid Xenon

There has been studied the process of development of the electron-photon showers produced by 1600 MeV γ -quanta in liquid xenon. The results are presented in the form suitable for the development of the technique of the γ -quanta energy determination according to the showers produced. In particular, information is given about fluctuations of the complete range of the observed shower electrons corresponding to certain depths of the shower development.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1972

В работе описаны результаты исследования электронно-фотонных ливней, вызванных гамма-квантами с энергией 1600 Мэв в жидком ксеноне. Эксперимент выполнен при помощи 26-литровой ксеноновой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ. Экспериментальная процедура была описана ранее в /1/.

1. Экспериментальные данные

В результате просмотра 35000 стереофотографий ксеноновой пузырьковой камеры, облученной в пучке π^+ -мезонов с импульсом 2,34 Гэв/с, было выбрано 35 случаев электронно-фотонных ливней, вызванных гамма-квантами с энергией $E = 1600 \pm 240$ Мэв, удовлетворяющих критериям просмотра /1/. Энергии гамма-квантов определялись по суммарным длинам пробегов электронов в лавине. Эффективность частично двукратного просмотра равняется 97%.

В каждом выбранном случае были определены суммарные пробеги наблюдаемых ливневых электронов и их числа в зависимости от глубины

развития ливня. Измерения были выполнены для отсчета длины развития как от точки генерации, так и от точки конверсии, инициирующих ливни гамма-квантов, а также, независимо, с учетом и без учета многократного кулоновского рассеяния ливневых электронов. Те же самые измерения были произведены для двух значений минимальных пробегов ливневых электронов, соответствующих энергиям обрезания: $3,0 \pm 1,2$ Мэв и 33 ± 5 Мэв.

2. Результаты измерений и обсуждение

А. Каскадные кривые

На рис. 1 изображена зависимость среднего числа ливневых электронов с энергией выше 3 Мэв и 33 Мэв соответственно, от глубины развития ливня. Сплошной кривой изображены результаты соответствующих расчетов по методу моментов ^{/2/}.

На рис. 2 показаны аналогичные данные, но в случае отсчета глубины развития ливней от точки конверсии инициирующих их гамма-квантов (первичных гамма-квантов).

Представляет интерес зависимость суммарных пробегов наблюдаемых ливневых электронов $\Sigma r(t)$ от глубины t развития ливня. Было показано ^{/3/}, что такая зависимость полезна с методической точки зрения, если суммарный пробег наблюдаемых электронов ливня нормировать на полную энергию первичного гамма-кванта. Соответствующий коэффициент равен $k = 0,6$ Мэв/мм и практически не зависит от энергии первичных гамма-квантов в широком диапазоне значений энергий.

Сравнение интегральных каскадных кривых $\Sigma \frac{\Delta N}{\Delta t} \Delta t$ с функцией, аппроксимирующей суммарные пробеги ливневых электронов ^{/3/}, дано на рис. 3. Глубины ливней отсчитывались от точки конверсии первичных гамма-квантов. Приведенные интегральные кривые получены при двух

значениях энергии обрезания: 3 Мэв и 33 Мэв, а также с учетом и без учета многократного кулоновского рассеяния ливневых электронов. Функция суммарных пробегов электронов ливня нормировалась по положению асимптотики тех интегральных каскадных кривых, в которых не учитывается многократное рассеяние, при обоих значениях энергии образования соответственно.

Из приведенного рисунка следует, что вид зависимости от глубины t суммарных пробегов лавинных электронов и интегральных кривых практически совпадает, по крайней мере, в области больших значений t . При принятом шаге деления глубины развития ливня ($\Delta t = 2,2$ см) коэффициент нормировки $K = k \Sigma \cdot \eta(t) / \Sigma \frac{\Delta \bar{N}}{\Delta t} \Delta t$ равен: $10,71 \pm 0,32$ при энергии обрезания 3 Мэв и $8,76 \pm 0,52$ при энергии обрезания 33 Мэв.

Б. Флуктуации

Относительные дисперсии доли A полной энергии ливня, σ_A / \bar{A} на средней глубине \bar{d}_A развития ливня, отсчитываемой от точки конверсии первичного гамма-кванта, на которой выделяется в среднем доля A полной энергии ливня ($0 < A \leq 1$), показаны на рис. 4. Данные относятся к двум значениям энергии обрезания: 3 Мэв и 33 Мэв.

Относительные дисперсии σ_d / \bar{d}_A глубины d_A частичного развития ливня, в зависимости от параметра A , при двух значениях энергии обрезания, представлены на рис. 5.

На обоих рисунках (4 и 5) приведены аналогичные данные, полученные нами при других энергиях гамма-квантов, вызывающих лавины: 100, 200 и 500 Мэв^{1/1}.

Из рис. 4 следует, что зависимость относительной дисперсии σ_A / \bar{A} от параметра A не меняется, в пределах ошибок, с изменением энергии первичных гамма-квантов в диапазоне от 100 до 1600 Мэв.

Можно заметить тенденцию к уменьшению относительных флуктуаций σ_d / \bar{d}_A глубины d_A частичного развития лавин при росте энергии первичных гамма-квантов (рис. 5).

Равным образом, как σ_A / \bar{A} , так и σ_d / \bar{d}_A несущественно зависят от энергии обрезания лавинных электронов в интервале значений $3 + 33$ Мэв при энергии первичных гамма-квантов 1600 Мэв (рис.4 и 5).

Нами проводились также исследования относительных флуктуаций числа лавинных электронов с энергиями выше 3 и 33 Мэв соответственно. Исследования были выполнены как с учетом, так и без учета многократного рассеяния. Обнаружено, что эти флуктуации не отличаются от пуассоновских в пределах ошибок эксперимента.

Литература

1. Б.Словинский, З.Стругальский, Б.Яновская, Ядерная физика, 9, 39 (1969).
2. Z.Jablonski. Nucl.Phys., 81, 620 (1966).
3. И.А.Ивановская, Т.Канарек, Л.С.Охрименко, Б.Словинский, З.С.Стругальский, И.В.Чувило, З.Яблонский. ПТЭ, №2,39 (1968).

Рукопись поступила в издательский отдел
3 апреля 1972 года.

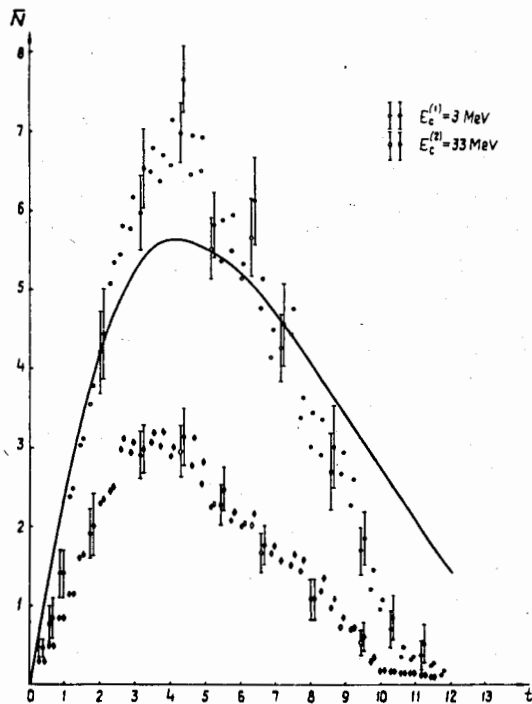


Рис. 1. Каскадные кривые — средние числа \bar{N} ливневых электронов с энергиями выше: \circ — 3 Мэв, \diamond — 33 Мэв соответственно, в лавинах, образованных гамма-квантами с энергией 1600 Мэв в жидком ксеноне. Зачерненными значками обозначены аналогичные данные без учета многократного рассеяния ливневых электронов. Глубина ливней отсчитывается от точки образования первичных гамма-квантов. Сплошной кривой представлены результаты расчета по методу моментов ^{12/} при энергии обрезания 3 Мэв. Для некоторых экспериментальных точек указаны соответствующие статистические ошибки.

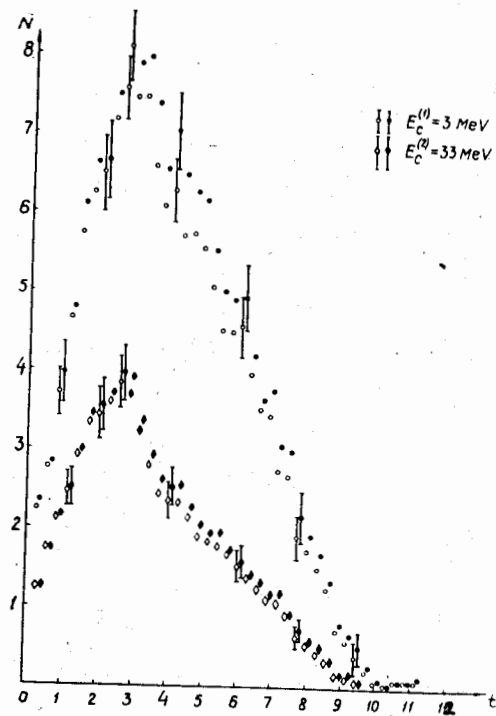


Рис. 2. То же, что на рис. 1, но глубина ливней отсчитывается от точки конверсии первичных гамма-квантов.

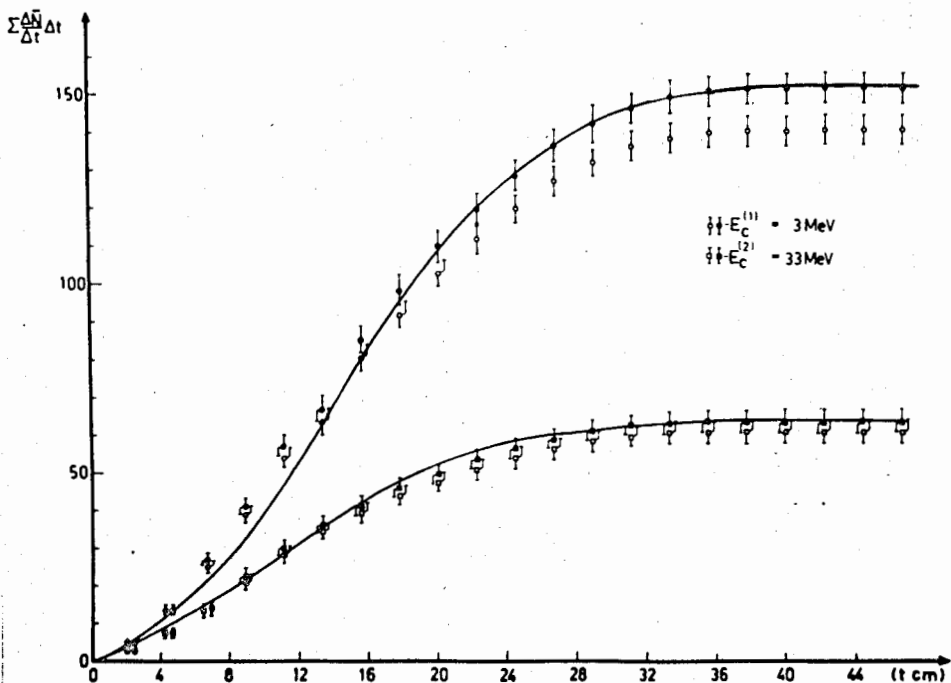


Рис. 3. Интегральные каскадные кривые, отсчитываемые от точки конверсии первичных гамма-квантов с энергией 1600 Мэв, при энергии обрезания: \circ - 3 Мэв и \square - 33 Мэв. Зачерненными значками обозначены соответствующие данные, полученные без учета многократного рассеяния ливневых электронов. Сплошными линиями нанесены кривые, аппроксимирующие суммарные пробеги ливневых электронов $^{1/3}$, нормированные по положению асимптотики интегральных каскадных кривых с учетом многократного рассеяния, при обоих значениях энергии обрезания.

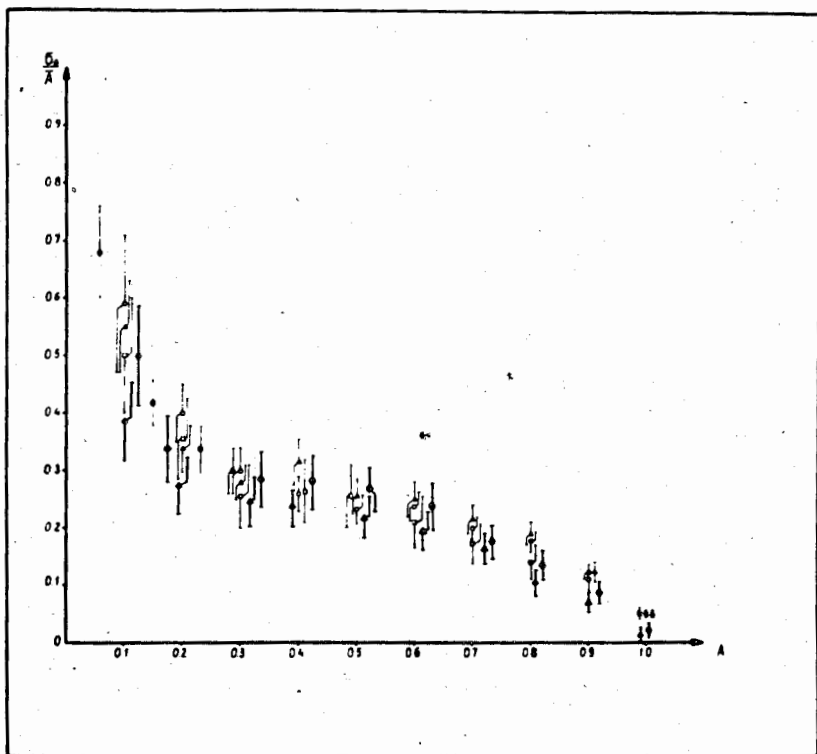


Рис. 4. Относительные дисперсии σ_A / \bar{A} доли A полной энергии ливней, вызванных гамма-квантами с энергией 1600 Мэв, на глубине развития ливня, отсчитываемой от точки конверсии первичного гамма-кванта, на которой выделяется в среднем доля A при значениях энергии обрезания: \blacktriangle - 3 Мэв и \blacklozenge - 33 Мэв. Приведены также соответствующие результаты из прежней работы ¹¹, относящиеся к энергиям первичных гамма-квантов: \circ - 100 Мэв, \triangle - 200 Мэв и \square - 500 Мэв.

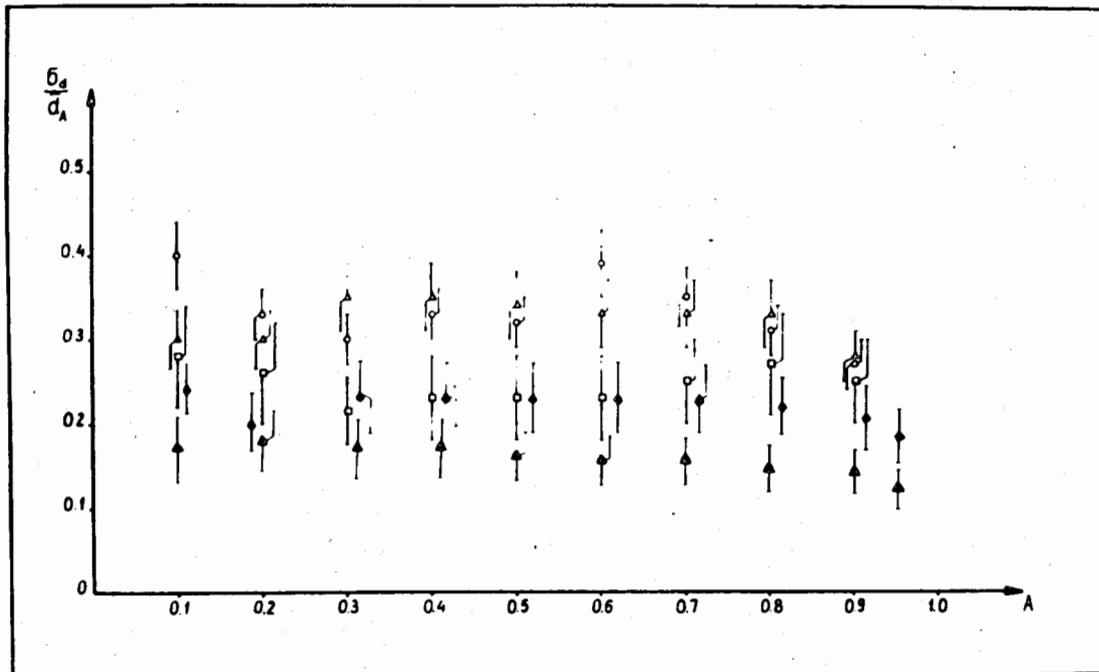


Рис. 5. Относительные дисперсии σ_d / \bar{d}_A глубины d_A частичного развития ливня, на которой выделяется доля A полной энергии ливней, вызванных гамма-квантами с энергией 1600 Мэв, при двух значениях энергии обрезания: \blacktriangle - 3 Мэв и \blacklozenge - 33 Мэв. Приведены аналогичные данные, полученные ранее [1] для энергий первичных гамма-квантов: \circ - 100 Мэв, \triangle - 200 Мэв, и \square - 500 Мэв. Глубина ливней отсчитывалась от точек конверсии первичных гамма-квантов.