

УДК 539.12

ФИЗИКА

Ф. Р. Арутюнян

**Влияние многократного рассеяния на излучение электронов
 с энергией 250 ÷ 600 Мэв в слоистых средах**

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 12/VII 1968)

В работах (1, 2) приводились результаты эксперимента по излучению электронов с энергией 250 ÷ 600 Мэв в различных слоистых средах. Исследовалось излучение в спектральном интервале $\hbar\omega = 10 \div 100$ кэв. Это излучение для электронов оказалось эффективнее, чем для μ -мезонов (3). Его выход оказался на два-три порядка больше выхода обычного тормозного излучения электронов. Дополнительно к этому, резкая зависимость интенсивности резонансного излучения от энергии электрона делает перспективным его использование для измерения энергии и детектирования одиночных электронов высоких энергий (несколько Гэв и выше), точно так, как это делалось для μ -мезонов (3).

Экспериментальные данные (1, 2) сравнивались с теорией резонансного излучения, не учитывающей влияние многократного рассеяния электронов в слоистой среде. Было показано, что для слоистых сред, имеющих малую толщину слоя, экспериментальные спектры излучения удовлетворительно согласуются с теоретическими. Но для слоистых сред, имеющих сравнительно большую толщину слоя, выход излучения, наблюдаемый в эксперименте, оказался во много раз больше, чем выход, ожидаемый по теории резонансного излучения.

Анализ экспериментальных данных в целом (2) приводит к заключению, что причиной разногласия эксперимента и теории является многократное рассеяние электронов в слоистой среде. В связи с этим М. Л. Тер-Микаеляном были произведены теоретические вычисления резонансного излучения с учетом влияния многократного рассеяния для различных неоднородных сред. Результаты для среды, свойства которой меняются по закону косинуса, им приводятся в работе (4).

Применительно к условиям эксперимента (1, 2) полное число квантов, излученных электроном в слоистой среде протяженностью 1 см, следует вычислять по формуле:

$$dm = - \frac{F^0(s) d\omega}{137 \pi c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2} + \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \right) - \frac{4p^2 (1 + \alpha)}{137 \pi^2 l_1} \times$$

$$\times \sum_{r \neq 0} \frac{\sin^2 \left[\frac{\pi a}{1 + \alpha} \left(r - \frac{1}{\omega'} \right) \right]}{(r \omega' - p)^2 (r \omega' + \alpha p)^2} \cdot \xi$$

$$\xi = \left\{ F(s) \left[\frac{1}{4} \left(\frac{E_{1n}}{E} \right)^2 \omega'^2 + 1 - r \omega' \right] - F^0(s) \left[\frac{1}{4} \left(\frac{E_{1n}}{E} \right)^2 \omega'^2 + 1 \right] \right\}. \quad (1)$$

Различные обозначения формулы (1) приводятся нами в работе (2). Выражение для $F(s)$ имеется в работе (4), а $F^0(s)$ есть значение $F(s)$ при $r=0$. Первое слагаемое формулы (1) дается обычным поперечником тормозного излучения с учетом эффектов плотности среды. Второе слагаемое содержит суммирование по всем значениям r , положительным и отрицательным, за исключением $r=0$. В аналогичной формуле без учета влияния многократного рассеяния (2) вместо множителя ξ стоит мно-

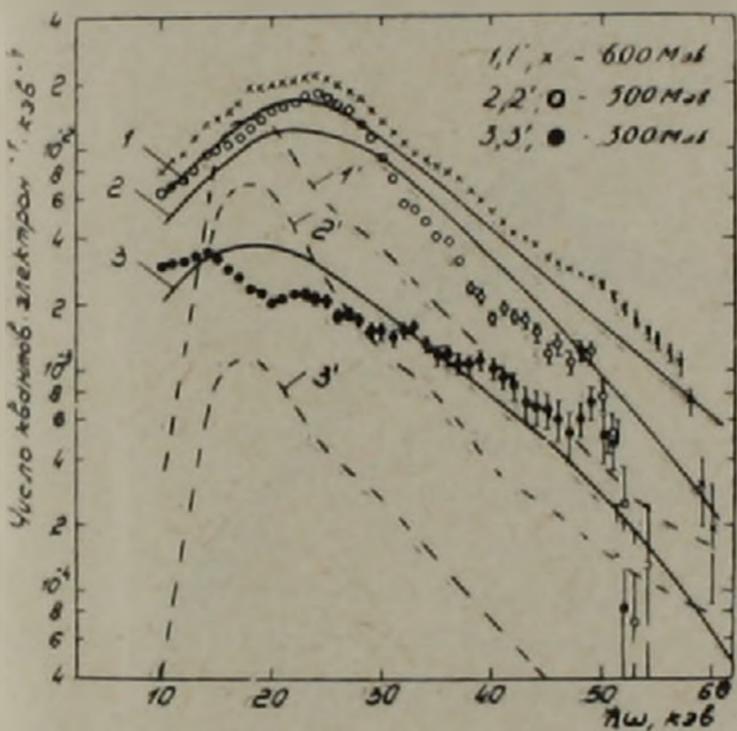


Рис. 1. Дифференциальные спектры резонансного излучения электронов различных энергий в слоистой среде, состоящей из 1050 слоев бумаги толщиной $2,83 \cdot 10^{-3}$ см каждый, расположенных в воздухе на расстоянии $5,32 \cdot 10^{-2}$ см друг от друга. Пунктирные кривые — теория резонансного излучения, без учета влияния многократного рассеяния, сплошные кривые — теория резонансного излучения с учетом влияния многократного рассеяния.

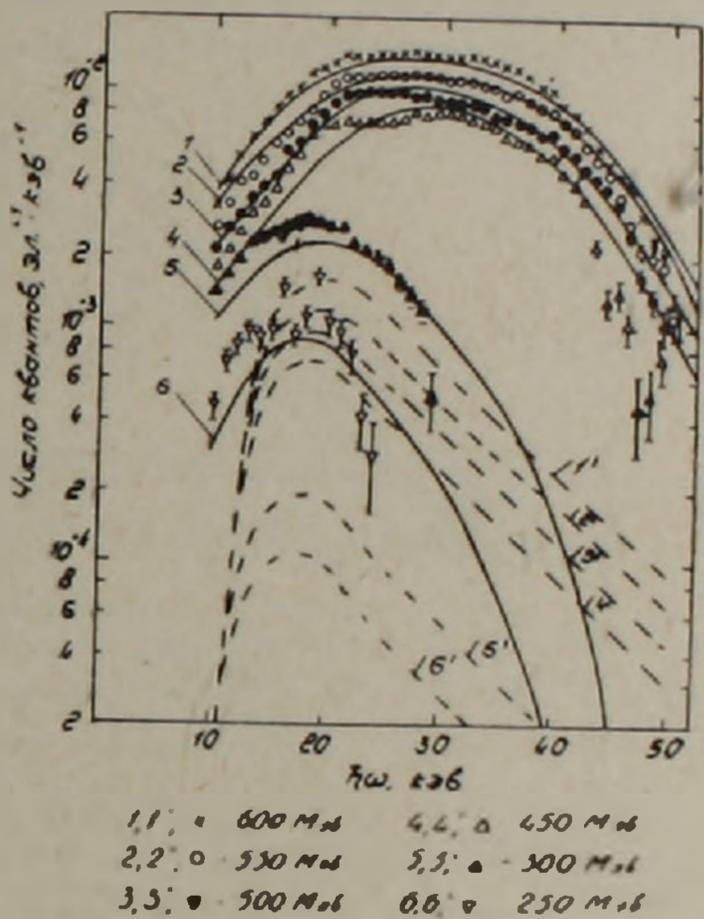


Рис. 2. Дифференциальные спектры резонансного излучения электронов различных энергий в слоистой среде, состоящей из 300 слоев бумаги толщиной $2,43 \cdot 10^{-2}$ см каждый, расположенных в воздухе на расстоянии $2,15 \cdot 10^{-1}$ см друг от друга. Пунктирные кривые — теория резонансного излучения без учета влияния многократного рассеяния, сплошные кривые — теория резонансного излучения с учетом влияния многократного рассеяния.

житель $\left[r \omega' - \frac{1}{4} \left(\frac{E_{1n}}{E} \right)^2 \omega'^2 - 1 \right]$ и суммирование ведется по положи-

тельным значениям r , начиная с $r \geq r_{\text{мин.}} = \left[\frac{1}{4} \left(\frac{E_{1n}}{E} \right)^2 \omega' + \frac{1}{\omega'} \right]$.

Формула (1) дает положительный вклад не только для $r \geq r_{\text{мин.}}$, но и для $r < r_{\text{мин.}}$ и для отрицательных значений r . Если энергии

электронов сравнительно малы, и параметры слоистой среды такие, что выполняется условие $r_{\text{мин}} \gg 1$, то для членов с значением r , близким к единице, величина ξ оказывается меньше единицы. Но остальная часть формулы (1) при $r \sim 1$ дает значение, которое во много раз превышает их при $r > r_{\text{мин}}$. В итоге, вклад членов с малыми значениями r может оказаться существеннее, чем сумма по r , начиная с $r > r_{\text{мин}}$. Это означает, что многократное рассеяние электронов приводит к появлению в слоистой среде дополнительного излучения, которое можно идентифицировать как тормозное излучение электрона в слоистой среде, но мы будем продолжать называть его резонансным, так как оно вызвано присутствием границ.

Дифференциальные спектры разности интенсивностей излучения электрона в слоистой среде и в одной пластинке эквивалентной толщины для двух различных слоистых сред, вместе с теоре-

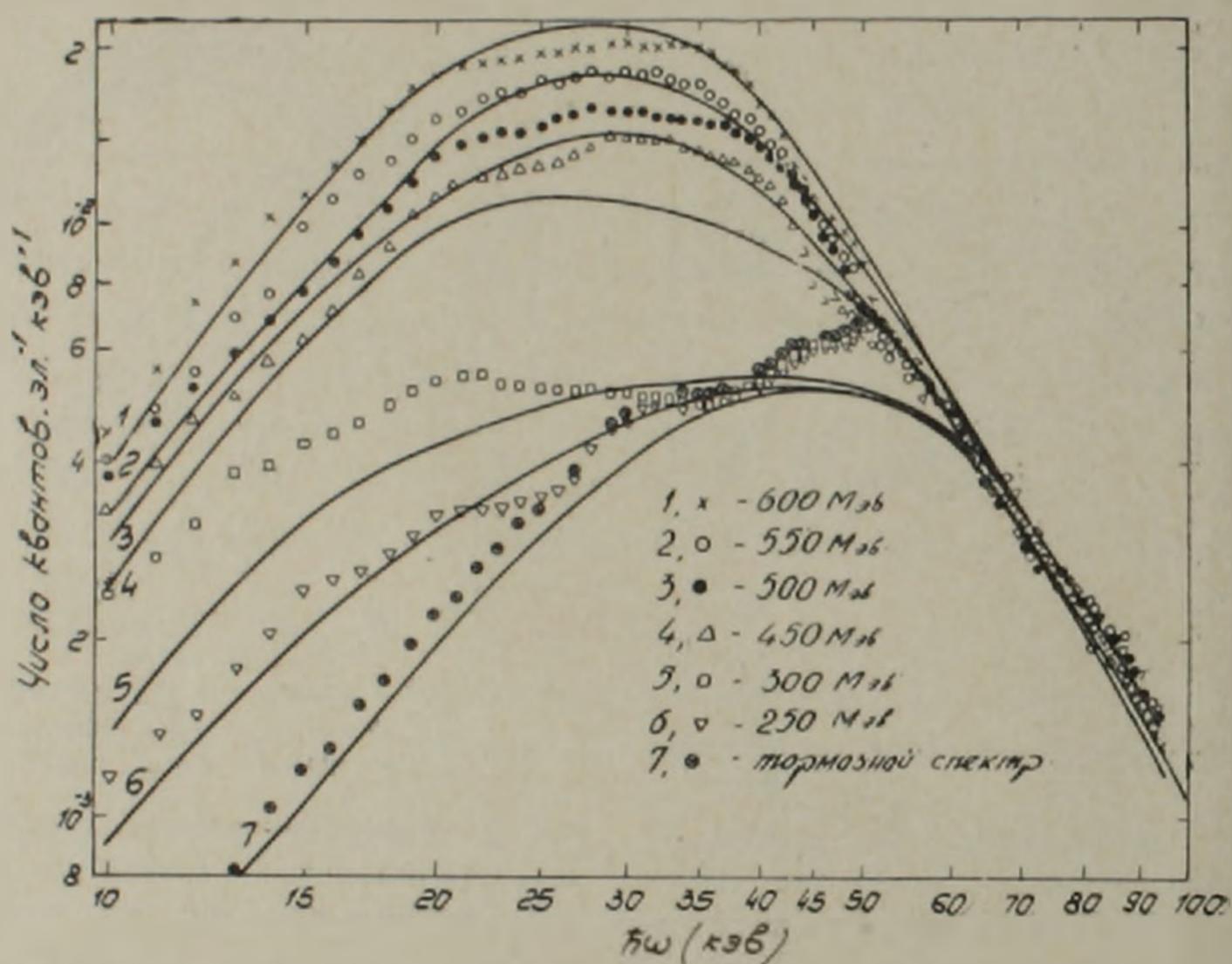


Рис. 3. Дифференциальные спектры полного излучения электронов различных энергий в слоистой среде, состоящей из 300 слоев бумаги толщиной $2,43 \cdot 10^{-2}$ см каждый, расположенных в воздухе на расстоянии $2,69 \cdot 10^{-1}$ см друг от друга. Сплошные кривые—теория с учетом влияния многократного рассеяния.

тическими кривыми приводятся на рис. 1 и 2. В обоих случаях экспериментальные данные хорошо согласуются с теорией резонансного излучения, учитывающей влияние многократного рассеяния электронов. Для слоистой среды, имеющей сравнительно большую толщину слоя (рис. 2) экспериментальные данные более, чем на порядок, идут выше кривых без учета рассеяния.

На рис. 3 приводятся дифференциальные спектры полного излучения электронов в одной из слоистых сред и соответствующие теоретические кривые. Нижняя кривая и экспериментальные точки, которые нами названы тормозным спектром, соответствуют излучению элек-

тронов в одной пластинке, толщина которой равняется толщине твердого вещества слоистой среды. Наблюдается полное согласие эксперимента и теории. Такое же согласие наблюдается для всех других данных работ (1,2).

В заключение отметим, что формула (1) автором (4) была записана как интерполяционная в предельном случае больших перепадов плотности электронов вещества слоистой среды. Точные же вычисления влияния многократного рассеяния на излучение им были проведены для среды, свойства которой меняются по закону косинуса (1), а также для слоистой среды с малыми изменениями плотности. Для одной конкретной слоистой среды были выполнены вычисления по влиянию многократного рассеяния на резонансное излучение для косинусоидальной среды с одной стороны, и по формуле (1) с другой. Для косинусоидальной среды это влияние оказалось во много раз существеннее.

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Ֆ. Ռ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

Բազմապատիկ ցրման ազդեցությունը 250 – 600 ՄէՎ էներգիա ունեցող էլեկտրոնների շերտավոր միջավայրերում ճառագայթման վրա

Աշխատանքում համեմատվում են տարբեր շերտավոր միջավայրերում 250 – 600 ՄէՎ էներգիաներով էլեկտրոնների ճառագայթման փորձնական արդյունքները և ուղղանոսային ճառագայթման տեսությունը, հաշվի առնելով էլեկտրոնների բազմակի ցրումը: Վերջինս հանգեցնում է ուղղանոսային ճառագայթման զգալի ուժեղացմանը: Նկատվում է փորձնական արդյունքների համաձայնությունը տեսության հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ ՈՒ Ն

¹ Փ. Ր. Արутյան, Կ. Ա. Испирян, А. Г. Оганесян, А. А. Франгян, Письма ЖЭТФ, 4, 277 (1966). ² Փ. Ր. Արутյան, Կ. Ա. Испирян, А. Г. Оганесян, А. А. Франгян, ЖЭТФ, 52, 1121 (1967). ³ Փ. Ր. Արутյան, Կ. Ա. Испирян, А. Г. Оганесян, Ядерная физика, 1, 842 (1965). ⁴ М. Л. Тер-Микаелян, Письма ЖЭТФ, 8, 100 (1968).