

Письма в ЖЭТФ, том 16, вып. 11, стр. 610 – 614 5 декабря 1972 г.

**ВЛИЯНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ
РЕНТГЕНОВСКОГО ПЕРЕХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
В СЛОИСТОЙ СРЕДЕ**

*В. И. Николаенко, С. А. Славинский, В. С. Чирочкин,
С. Б. Шаулов*

Переходное излучение, возникающее при прохождении заряженной частицы через слоистую среду, привлекает к себе большое внимание

в связи с возможностью использования его для идентификации частиц при сверхвысоких энергиях [1].

Для использования переходного излучения важнейшее значение имеет определение зависимости интенсивности излучения от лоренц-фактора частицы $\gamma = E/mc^2$. Такие измерения до величины $\gamma = 8 \cdot 10^3$ были проделаны в работах [2 - 4]. В результате, был обнаружен линейный [2, 3] или даже более сильный [4] рост интенсивности излучения. Такая зависимость согласуется с предсказаниями теории переходного излучения [5]. Однако, как показано в работах [6, 7], учет интерференции, возникающей в слоистых средах при больших значениях γ , в принципе, может существенно ограничить рост интенсивности излучения.

Целью данной работы являлось измерение интенсивности переходного излучения, как в области сравнительно малых энергий $\gamma = 10^3$, так и для значения лоренц-фактора $\gamma = 6 \cdot 10^4$, при котором предсказывается существенное влияние интерференции.

Измерения проводились на электронном ускорителе ФИАН при энергии 500 мэв, и на электронном пучке ускорителя ИФВЭ при энергии 31 ээв. В качестве детектора переходного излучения использовалась стримерная камера, наполненная смесью газов, содержащей 75% Ne + 25% Xe + 0,02% I₂ [3, 8]. Питание стримерной камеры осуществлялось с помощью высоковольтного генератора и формирующей линии Блюмляйна, конструкция которых описана в работах [9, 10]. Схема эксперимента приведена на рис. 1.

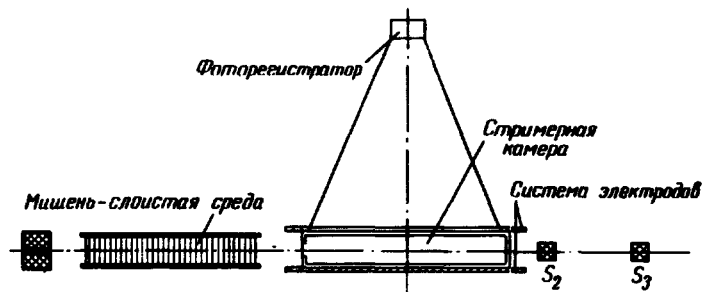


Рис. 1. Схема эксперимента

В качестве радиатора переходного излучения использовалась слоистая среда, состоящая из 1100 пленок майлара толщиной 20 мк. Зазор между пленками равнялся 0,8 мм. Кроме того, в эксперименте, выполненном на ускорителе ИФВЭ, в качестве радиатора использовался слой пенопласта толщиной 1,5 м (плотность $\rho = 0,06$ г/см³). Для определения фона, обусловленного тормозным излучением и δ -электронами, образованными первичной частицей в камере, проводились измерения с эквивалентной мишенью, представляющей собой сжатую слоистую среду. На рис. 2 приведено несколько фотографий характерных событий в стримерной камере.

Обработка полученных фотографий заключалась в подсчете числа и измерении длины пробега электронов, образованных в газе камеры

либо γ -квантами переходного или тормозного излучений, либо самой частицей (δ -электронами). В условиях данного эксперимента фото- и δ -электроны разделить невозможно, так как и те и другие образуются непосредственно на следе частицы.

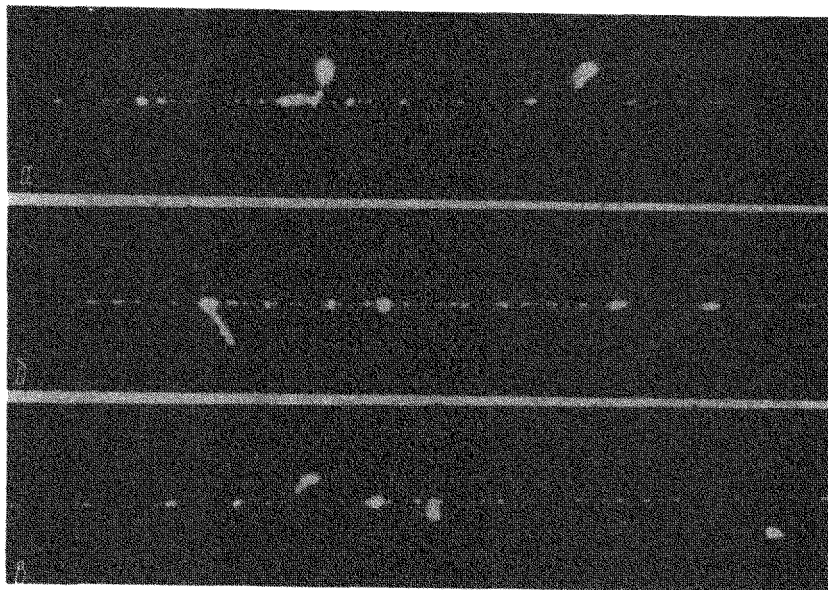


Рис. 2. Фотографии характерных событий в стримерной камере

В результате измерений были получены значения среднего числа фото- и δ -электронов, приведенные в таблице.

Лоренц-фактор γ	Слоистая среда $\bar{n}_{\text{СС}}$	Эквивалент $\bar{n}_{\text{ЭКВ}}$	Пенопласт $\bar{n}_{\text{П}}$	Переходное излучение $\bar{n}_{\text{ПИ}} = \bar{n}_{\text{СС}} - \bar{n}_{\text{ЭКВ}}$	Теория $\bar{n}_{\text{ПИ}}$	
					<i>a</i>	<i>б</i>
10^3	$0,997 \pm 0,019$	$0,918 \pm 0,017$	—	$0,079 \pm 0,025$	0,07	0,07
$6 \cdot 10^4$	$1,36 \pm 0,07$	$0,79 \pm 0,07$	$1,57 \pm 0,13$	$0,57 \pm 0,10$	0,51	8,7

Теоретические значения величины $\bar{n}_{\text{ПИ}}$ рассчитаны с учетом интерференции (*a*) и без ее учета (*б*).

Из измерения длин пробега фото- и δ -электронов следует, что в нашем случае регистрируются лишь γ -кванты с энергией $E \gtrsim 35 \text{ кэВ}$. Вводя в расчет величину пороговой энергии, можно сравнить полученные результаты с теорией.

На рис. 3 приведены результаты расчета зависимости интенсивности излучения от лоренц-фактора частицы γ без учета интерференции (сплошные кривые) и с ее учетом (пунктирные кривые). Кривые 1 и 1' соответствуют условиям нашего эксперимента, а кривые 2 и 2'.

условиям работы [3]. При расчете учитывалось поглощение излучения в слоистой среде и эффективность регистрации его в стримерной камере. На этом же рисунке приведены наши экспериментальные результаты и результаты работы [3]. Из сравнения теории с экспериментом следует, что в области значений $\gamma \lesssim 4 \cdot 10^3$ опытные данные достаточно хорошо согласуются с теорией, не учитывающей интерференции. В этом случае, интенсивность излучения, в пределах ошибок, растет линейно. Однако, значение интенсивности излучения, полученное в нашем опыте при $\gamma = 6 \cdot 10^4$ более чем на порядок меньше предсказываемого теорией [5]. Это означает, что при больших значениях γ интерференция излучения играет определяющую роль. В этом случае результат измерений хорошо согласуется с расчетом по формуле Гарибяна [3], в которой учтено влияние интерференции.

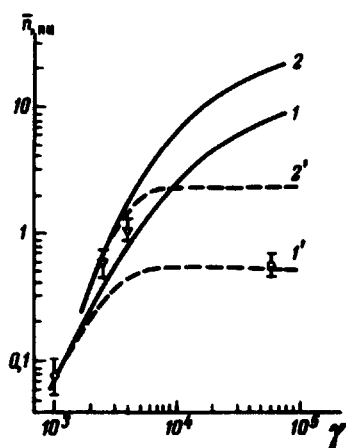


Рис. 3. Зависимость интенсивности переходного излучения от лоренц-фактора γ : \bar{I} — данные работы [3], \bar{I}' — наши данные

Таким образом, можно заключить, что зависимость интенсивности излучения от лоренц-фактора γ в широкой области нелинейна. При малых значениях γ интенсивность излучения линейно растет с γ , но уже при $\gamma = 10^4$ имеет место насыщение.

Авторы весьма благодарны В.А.Петухову и Р.М.Суляеву за предоставление возможности проведения экспериментов на ускорителях ФИАН и ИФВЭ, А.С.Белузову и М.Н.Якименко за помощь при постановке экспериментов. Авторы весьма признательны А.И.Алиханяну и В.И.Зацепину за полезные дискуссии.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
1 ноября 1972 г.

Литература

- [1] А.И.Алиханян, Ф.Р.Арутюнян, К.А.Испирян, М.Л.Тер-Микаелян. ЖЭТФ, 41, 2002, 1961.
[2] L. C. L. Yuan, C. L. Wang, H. Uto, S. Prunster. Phys. Lett., 31B, 603, 1970.

- [3] К.А.Авакян, А.И.Алиханян, Г.М.Гарибян, М.П.Лорикян, К.К.Шихляров. Изв. АН Арм. ССР, Физика, 5, №4, 1970.
 - [4] Ф.Р.Арутюнян, В.П.Кишиневский, А.А.Назарян, Г.Б.Торгомян, А.А.Франгян. ДАН Арм. ССР, 52, 216, 1971.
 - [5] Г.М.Гарибян. ЖЭТФ, 37, 527, 1959.
 - [6] Г.М.Гарибян. Препринт ЕФИ-ТФ-4, 1970.
 - [7] М.Л.Тер-Микаелян. "Влияние среды на электромагнитные процессы при сверхвысоких энергиях", Ереван, 1969.
 - [8] К.М.Авакян, Е.М.Матевосян. Препринт ЕФИ-МЭ-1, 1970.
 - [9] В.С.Чирочкин, С.Б.Шаулов. ПТЭ №5, 44, 1972.
 - [10] В.С.Чирочкин, С.Б.Шаулов. Препринт ФИАН, №120, 1972.
-