

* *
*

УДК 537.531.7/9, 537.811

DOI: 10.17223/00213411/62/12/27

А.П. ПОТЫЛИЦЫН, С.Ю. ГОГОЛЕВ

РАДИАЦИОННЫЕ ПОТЕРИ РЕЛЯТИВИСТСКОГО ЗАРЯДА, ПРОЛЕТАЮЩЕГО ВБЛИЗИ ДИЭЛЕКТРИКА *

Оцениваются радиационные потери релятивистского заряда, пролетающего в вакууме вблизи диэлектрического радиатора, в котором генерируется излучение Вавилова – Черенкова (ИВЧ). Для пролёта заряда вблизи плоской поверхности бесконечного радиатора (вдоль траектории заряда) получены радиационные потери на основе существующей теории. В случае ограниченного радиатора длиной L вдоль траектории заряда (т.е. в геометрии радиатора имеются входная и выходная плоские грани, перпендикулярные траектории заряда, которые приводят к появлению «краевых эффектов») предложена модель для расчёта характеристик излучения на основе метода поляризационных токов. По данной модели проведены расчёты радиационных потерь и показано, что потери на ИВЧ для конечного радиатора с учётом краевых эффектов выше на 2–3 порядка по сравнению с бесконечным радиатором.

Ключевые слова: радиационные потери, излучение Вавилова – Черенкова, азимутальная асимметрия.

Традиционно под черенковским механизмом (излучение Вавилова – Черенкова) подразумевается излучение заряда, пролетающего через прозрачную среду со скоростью v , превышающей скорость света в среде c/n ($n = \epsilon^{1/2}$ – показатель преломления, ϵ – диэлектрическая проницаемость среды) [1]. В этом случае потери энергии на излучение в спектральном диапазоне $\lambda \pm \Delta\lambda$ на длине прямолинейной траектории L определяются известным образом [2]:

$$\Delta W_0 = 8 \pi^2 \alpha \hbar c \left(1 - \frac{1}{\beta^2 n^2} \right) \frac{\Delta\lambda L}{\lambda^3}, \quad (1)$$

где $\alpha = 1/137$ – постоянная тонкой структуры; $\hbar c = 0.2$ эВ·мкм – константа конверсии; $\beta = v/c$.

Черенковский механизм реализуется и в случае, когда заряженная частица пролетает в вакууме вблизи диэлектрика [3–5]. Авторы указанных работ рассматривали задачу, где заряд пролетал вдоль плоской бесконечной среды (рис. 1, а). В многочисленных экспериментах, в которых исследовался данный механизм излучения, использовались радиаторы конечной толщины [6–10]. В этом случае кулоновское поле релятивистского заряда с поперечным размером $\sim \gamma\lambda$ (γ – лоренц-фактор заряда) взаимодействует с передней входной гранью радиатора (рис 1, б) и генерирует дифракционное излучение (ДИ) [11]. Очевидно, что в рассматриваемом случае радиационные потери должны формироваться за счёт обоих механизмов.

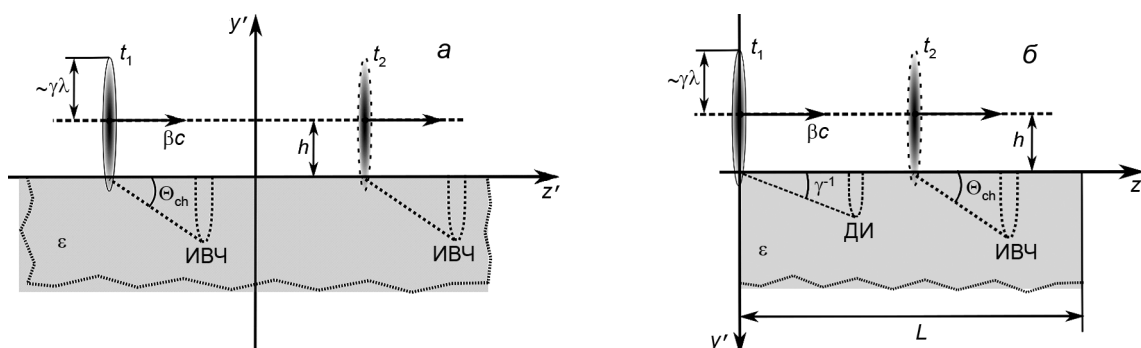


Рис. 1. Схема генерации ИВЧ для заряда, пролетающего над: а – бесконечным радиатором; б – конечным радиатором

* Работа выполнена при поддержке гранта Минобрнауки РФ № 3.1903.2017.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>