

М.П. МАЛАХОВ¹

¹Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СПЕКТРА РАССЕЯНИЯ ПЛОСКОВОЛНОВОГО ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА НА ЭЛЕКТРОНЕ

Рассмотрено аналитическое вычисление спектра нелинейного томсоновского рассеяния электронов в интенсивном циркулярно поляризованном лазерном импульсе с временной огибающей конечной длительности. В предположении длинных импульсов получены асимптотические выражения для спектра и не ограниченные геометрией лобового столкновения. Проведено сравнение с прямыми численными расчётами, показано хорошее согласие в области применимости асимптотического подхода.

M.P. MALAKHOV¹

¹National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

ANALYTICAL CALCULATION OF THE SCATTERING SPECTRUM OF A PLANE-WAVE LASER PULSE BY AN ELECTRON

An analytical calculation of the spectrum of nonlinear Thomson scattering of electrons in an intense circularly polarized laser pulse with a finite-duration temporal envelope is presented. Under the assumption of long pulses, asymptotic expressions for the spectrum are derived that are not restricted to the head-on collision geometry. A comparison with direct numerical calculations demonstrates good agreement within the range of applicability of the asymptotic approach.

Нелинейное томсоновское рассеяние электронов в интенсивном лазерном поле может служить ярким и настраиваемым источником электромагнитного излучения в широком диапазоне частот [1]. В связи со сложностью динамики частицы в сильном поле большинство современных исследований опираются на численные методы расчёта. Тем не менее, в ряде частных случаев спектр рассеяния может быть вычислен приближённо аналитически, что позволяет получить наглядное представление о структуре излучения и роли различных параметров взаимодействия [2].

В работе рассматривается аналитическое вычисление спектра нелинейного томсоновского рассеяния в случае циркулярно поляризованного плосковолнового лазерного импульса с временной огибающей конечной длительности. Анализ проводится для длинных импульсов, что позволяет использовать асимптотические методы вычисления спектра [3]. Показано, что полученные аналитические выражения применимы для рассеяния в конус с углом раствора порядка $1/\gamma$ вдоль направления движения электрона, где γ – начальный лоренц-фактор электрона. Предложенный подход не ограничивается геометрией лобового столкновения и остаётся применимым для столкновений под углами в пределах области применимости асимптотического приближения. Также проведено детальное сравнение полученных аналитических результатов с прямыми численными расчётами спектра [4] (рис. 1). Показано хорошее согласие в области применимости асимптотического подхода, что подтверждает корректность предложенного метода и возможность его использования в качестве эффективной альтернативы численным расчётам.

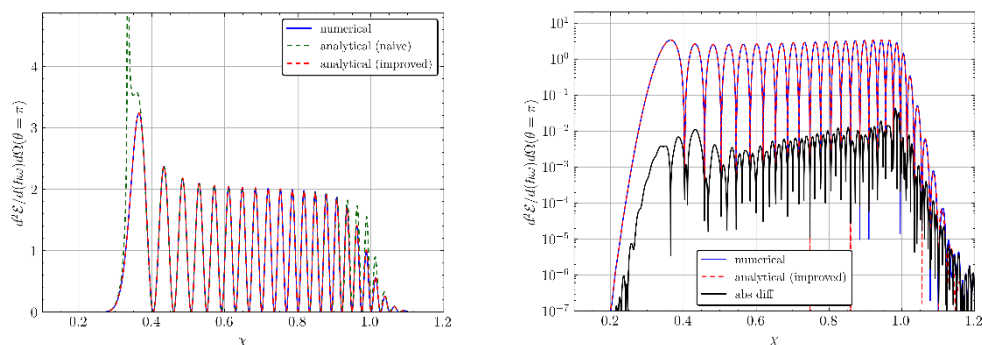


Рис. 1. Пример сравнения спектральных распределений, рассчитанных численно, с результатами стандартного метода перевала и предложенных асимптотических формул.

Список литературы

1. Недорезов В.Г., Рыкованов С.Г., Савельев А.Б. // УФН, 2021, Т. 191, № 12, с. 1281.
2. Kharin V., Seipt D., Rykovanov S.G. // Phys. Rev. A, 2016, Vol. 93, p. 063801.
3. Felsen L. B., Marcuvitz N. // IEEE Press, 1994, p. 924.
4. Малахов М. П., Федотов А. М. // Квантовая Электроника, 2024, Т. 54, № 11, с. 690.