О спектрах НЕЛИНЕЙНОго ТОМСОНОВСКОго РАССЕЯНИя ОСТРОСФОКУСИРОВАННОГО мощного ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА

\*О.Е. Вайс, С.Г. Бочкарев, В.Ю. Быченков

Физический институт им. П. Н. Лебедева Российской академии наук, Москва, Россия, [bochkar@sci.lebedev.ru](mailto:bochkar@sci.lebedev.ru)  
\*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

В настоящее время фемтосекундные лазерные технологии позволили достигнуть очень высокой концентрации энергии при острой фокусировке лазерного пучка с пиковой интенсивностью вплоть до 1022 Вт/см2. Фемтосекундная лазерная плазма является уникальным источником электронов высоких энергий, ионов и вторичного излучения, в том числе ультракоротких рентгеновских и гамма-импульсов [1]. Новой, представляющей практический интерес схемой, является схема получения ярких аттосекундных импульсов при нелинейном томсоновском рассеянии лазерного импульса на свободных электронах или на встречном пучке частиц. Такие импульсы имеют много приложений в атомной и молекулярной физике, химии, и др.

В работе мы исследуем спектрально-угловые характеристики нелинейного томсоновского рассеяния остросфокусированного лазерного импульса. Рассмотрен режим, когда размер фокального пятна, *DF*, сравним с длиной волны, *λ*. Для описания электромагнитного поля остросфокусированного лазерного импульса в условиях, когда параксиальное приближение заведомо не применимо, использовано точное решение векторного уравнения Гельмгольца [2]. С помощью численного интегрирования релятивистского уравнения движения Лоренца были рассчитаны траектории электронов, а также с использованием известных формул для спектральной мощности излучения определены его спектрально-угловые характеристики. Расчет проведен для пробных электронов вблизи фокуса и значений диаметра фокального пятна в диапазоне *DF* = *λ* 15*λ* для фиксированной энергии лазерного импульса.



Детальный анализ спектров томсоновского рассеяния показывает, что параксиальное приближение даже с учетом влияния продольных компонент ЭМ полей применимо для описания нелинейного томсоновского рассеяния только при *DF* > 5*λ.* При меньших значениях диаметра параксиальное приближение приводит к значительному завышению спектральной мощности вторичного излучения. Также, по сравнению со спектрами, вычисленными по параксиальным полям, отсечка спектральной функции сдвинута в область низких значений энергий фотонов.

На основе анализа векторно-фазовой структуры полей для параксиальных и непараксиальных (точных полей) дана интерпретация выявленного в расчетах эффекта генерации одиночных импульсов рентгеновского излучения в случае предельно острой фокусировки при использовании для описания импульса непараксиальных полей.

Работа частично была поддержана РФФИ (проекты №12-02-00231-a, 13-02-00426-a, 14-02-31407-мол-a, 14-02-00849-a), грантом Президента РФ по господдержке ведущих научных школ (НШ-1424.2014.2).

Литература

1. Lee K., Chung S.-Y., and Kim D.-E., in book: Advances in Solid-State Lasers, INTECH, 2010.
2. Bochkarev S. G., Popov K. I., Bychenkov V.Yu., Plasma Physics Reports, 2011, **37,**  p. 603.