характеристикИ нелинейного томсоновского рассеяния при сверхострой фокусировке лазерного импульса

О.Е. Вайс2, С.Г. Бочкарев1, В.Ю. Быченков1

1Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва, Россия,   
 [bochkar@lebedev.ru](mailto:bochkar@lebedev.ru)  
2Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Одна из новых схем генерации ярких рентгеновских импульсов основана на процессе нелинейного томсоновского рассеяния (НТР) лазерного света на свободных электронах из острого фокуса, а также обратного комптоновского рассеяния мощного лазерного импульса на встречном пучке частиц. В большинстве работ эффект НТР исследовался исходя из приближения плоской ЭМ волны и/ или параксиальных полей для лазерного пучка. Разработка теоретической модели НТР безусловно важна для понимания целесообразности перехода в режим сверхострой фокусировки, когда диаметр фокального пятна, *DF*, сравним с длиной волны, *λ*. Генерируемые в процессе НТР яркие импульсы рентгена имеют много приложений в атомной и молекулярной физике, химии, и др [1].

В данной работе исследованы характеристики НТР остро- и предельно остросфокусированного лазерного импульса на свободных электронах, располагающихся вблизи лазерного фокуса. Для описания лазерных полей использованы точные решения уравнения Гельмгольца, полученные спектральным методом [2], а также решение в виде интегралов Стреттона-Чу [3]. Расчет характеристик вторичного излучения, таких как спектральная плотность энергии излучения, угловая мощность излучения и др., выполнен на основе траекторий электронов, полученных численным интегрированием уравнения движения с силой Лоренца. Для моделирования брался релятивистски сильный импульс длительности 30 фс, мощностью 150 ТВт, с диаметром пятна фокусировки варьирующимся в диапазоне значений *DF* = *λ*. 15*λ,*  *λ* = 800 нм.



Расчет спектрально – угловых распределений показал, что при плавной фокусировке узконаправленное вторичное излучение представляет собой набор аттосекундных импульсов, число которых определяется длительностью лазерного импульса. При уменьшении диаметра пятна и соответственно росте фокальной интенсивности число импульсов становится меньше, пиковая мощность излучения и энергия фотонов, отвечающая максимуму спектральной функции, увеличиваются, достригая максимума при *DF* = *9λ.* Таким образом, эффект повышения энергии вторичного излучения путем фокусировки имеет предел, что связано с уменьшением области взаимодействия лазерного излучения с электронов. Интересно заметить, что в случае предельно острой фокусировки возможна генерация одиночных аттосекундных импульсов. Характеристики излучения достаточно сильно зависят от начальной фазы лазерного импульса и требуют усреднения по фазе, особенно в пределе сверхострой фокусировки.

Работа частично была поддержана РФФИ (проекты № 15-02-03042, 14-02-31407, 14-29-09244, 14-02-00849).

Литература

1. Lee K., Chung S.-Y., and Kim D.-E., in book: Advances in Solid-State Lasers, INTECH, 2010.
2. Bochkarev S. G., Bychenkov V.Yu., Quantum Electron. 2007, 37(3),   273-284
3. Popov K.I., Bychenkov V.Yu., Rozmus W., Sydora R.D., Phys.of Plasmas, 2008,15, 013108