НЕЛИНЕЙНОЕ ТОМСОНОВСКОЕ РАССЕЯНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ В поле ОСТРОСФОКУСИРОВАННОГО ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА

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

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт  
 им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, Москва, Россия, [bochkar@sci.lebedev.ru](mailto:bochkar@sci.lebedev.ru)  
\*Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
 образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»,  
 Москва, Россия

В настоящее время широко обсуждается возможность получения ярких рентгеновских импульсов аттосекундного диапазона длительностей, которые могут быть использованы для многочисленных приложений, включая мониторинг сверхбыстрых физических и химических процессов, происходящих в органических молекулах [1]. В данной работе изучено нелинейное томсоновское рассеяние сильносфокусированного релятивистски интенсивного лазерного импульса на электронах, в результате их прямого ускорения лазерной волной из наномишенией, например, ультратонких фольг. Исследование было нацелено на описание томсоновского рассеяния для случая, когда размер фокального пятна, D, сравним с длиной волны лазера, λ. Для описания ЭМ полей сильносфокусированного лазерного импульса использовались дифрационные интегралы, а не стандартное параксиальное приближение. Такой подход позволяет учесть все шесть компонент полей, включая продольную компоненту электрического поля, оказывающую существенное слияние на ускорение электронов [2,3].

Были вычислены характеристики нелинейного томсоновского рассеяния пробных электронов, которые движутся в комбинированных полях: электрическом поле сильнофокусированного лазерного импульса и квазистатическом электрическом поле разделения заряда, которое обусловлено удалением электронов из наномишени. В частности, были изучены спектры излучения пробной частицы в зависимости от остроты фокусировки, интенсивности лазера и напряженности квазистатического поля. Результаты были сопоставлены с теми, которые следуют из параксиального приближения полей. Также с помощью аппарата ляпуновских экспонент была исследована устойчивость динамики электронов в комбинированных полях и проанализировано влияние эффекта стохастичности динамики электронов на спектры томсоновского рассеяния.

Показано, что в случае предельно острой фокусировки (D ~ λ) генерируются короткие рентгеновские импульсы аттосекундной длительности. Выполненные расчеты продемонстрировали существенное отличие характеристик томсоновского рассеяния от полученных для параксиального приближения. Проведенное исследование продемонстрировало неприменимость стандартного параксиального приближения для описания процесса нелинейного томсоновского рассеяния при D<5 λ.

Работа частично была поддержана РФФИ (проекты № 12-02-33045-мол\_а\_вед, 12-02-00231-a, 12-02-3118-мол\_а, 13-02-00426-а), грантом Президента РФ по господдержке ведущих научных школ (НШ-354.2012.2) и грантом МОН (соглашение № 8690 от 21.09.2012).

Литература

1. Lee K., Chung S.-Y., and Kim D.-E., in book: Advances in Solid-State Lasers, INTECH, 2010.
2. Popov K. I., Bychenkov V. Yu., Rozmus W., and Sydora R. D., Physics of Plasmas, 2008, **15**, p. 013108.
3. Bochkarev S. G., Popov K. I., Bychenkov V.Yu., Plasma Physics Reports, 2011, **37,**  p. 603.