

И.М. УСТИНОВ <sup>1</sup>, М.В. СЕДОВ <sup>1,2</sup>

*1 Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия*

*2 Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Россия*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГЕНЕРАЦИИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПЫЛЕВОЙ ПЛАЗМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ**

Работа посвящена численному исследованию эффективности конверсии лазерного излучения в гармоники высшего порядка при взаимодействии высокоинтенсивного лазерного излучения фемтосекундной длительности с пылевой плазменной структурой.

I.M. USTINOV <sup>1</sup>, M. V. SEDOV <sup>1,2</sup>

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

*2 Joint Institute for High Temperature of the Russian Academy of Science, Moscow, Russia*

## **SIMULATION OF HIGHER HARMONIC GENERATION IN THE INTERACTION OF FEMTOSECOND LASER RADIATION WITH DUSTY PLASMA STRUCTURES**

This work presents a numerical study of the conversion efficiency of laser radiation into higher-order harmonics during the interaction of a high-intensity femtosecond laser pulse with a dusty plasma structure.

Генерация гармоник является одним из первых нелинейно-оптических явлений, которые наблюдались уже вскоре после создания первых лазеров. Это явление состоит в том, что при прохождении электромагнитной волны через нелинейную среду в ней возбуждается излучение на частоте, в целое число раз превышающей частоту падающего излучения. Генерацией гармоник высокого порядка (ГГВП) называют такой режим, в котором число генерируемых гармоник и их интенсивности значительно превышают значения, предсказываемые теорией возмущений. Исследование процессов ГГВП на наноструктурах, в частности на атомных кластерах, представляет значительный научный и практический интерес. Например, ГГВП интенсивного лазерного излучения является одним из методов получения аттосекундных и зептосекундных импульсов, так как обеспечивает необходимую для этого спектральную ширину генерируемого излучения [1]. Получение и использование таких импульсов является основным предметом аттосекундной физики [2].

В данной работе проведено исследование рассеяния фемтосекундного лазерного импульса на одиночной пылинке плазменной структуры. Лазерный импульс направлялся на кластер, окруженный предплазменной оболочкой. Численное моделирование проводилось с использованием кода EPOCH [3] - современного пакета для моделирования взаимодействия лазерного излучения с веществом методом частиц в ячейке (Particle-in-Cell, PIC), с учетом полевой и столкновительной ионизации. Рассеянное излучение регистрировалось на различных расстояниях от кластера и подвергалось спектральному анализу посредством преобразования Фурье. Для корректного выделения вклада кластера в генерацию гармоник проводилось контрольное моделирование идентичной конфигурации без кластера. Амплитуда первой гармоники электрического поля в контрольном расчёте использовалась в качестве нормировочной величины.

В результате расчетов были определены угловые характеристики рассеянного излучения и коэффициент конверсии энергии падающего лазерного излучения в энергию 2 и 5 гармоники в зависимости от диаметра пылинки и размеров предплазмы вокруг нее, создаваемой лазерным предимпульсом. Для каждой конфигурации варьировались характеристики предплазменной оболочки с целью выявления оптимальных параметров для максимизации выхода излучения в целевых гармониках.

### *Список литературы*

1. Pfeifer T., Spielmann C., Gerber G. Femtosecond x-ray science // Rep. Prog. Phys. 2006. V. 69, № 2. P. 443-505
2. Corkum P.B., Krausz F. Attosecond science // Nature Phys. 2007. V. 3. № 6. P. 381-387
3. Arber T.D. et. al. Contemporary particle-in-cell approach to laser-plasma modelling // Plasma Physics and Controlled Fusion. 2015. № 11(57). C. 113001