МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРОТКОВОЛНОВОГО ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ ОЛОВА

В.Г. Новиков, К.Н. Кошелев\*, В.В. Иванов\*, А.С. Грушин, И.Ю. Вичев, В.В. Медведев\*

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия,  
 [novikov@kiam.ru](mailto:novikov@kiam.ru)  
\*Институт спектроскопии РАН, Троицк, Россия, [kkoshelev@isan.troitsk.ru](mailto:kkoshelev@isan.troitsk.ru)

Источники коротковолнового (экстремального) ультрафиолетового излучения необходимы для будущей литографии с высокой степенью упаковки элементов интегральных схем (с детальностью ~10 нм). Такие источники, основанные на плазме олова, создаваемой СО2 лазером, обладают высокой эффективностью в диапазоне длин волн вблизи 13.5 нм. Излучающая плазма олова при плотности 1020 1/см3 и при температуре ~50 - 100 эВ достигает десятикратной ионизации и является оптически плотной, причем процессы поуровневой кинетики совместно с переносом излучения во многом определяют динамику такой плазмы.

После лазерного предимпульса длительностью ~ 60 нс относительно слабой мощности (Pmax = 10 кбар) капля жидкого олова диаметром 30 мкм распадается на фрагменты размером ~1 мкм за время ~1 мкс. Для моделирования этого процесса был использован открытый пакет OpenFoam.

Для описания процессов динамики плазмы после основного лазерного импульса для мишени, разбитой на фрагменты, используется 2D РМГД программа RZLINE, которая включает рефракцию, отражение и поглощение лазерного излучения, нестационарную ионизацию, электронную и ионную теплопроводность, а также спектральный перенос неравновесного излучения. Для учета радиационных процессов используется программный комплекс THERMOS-BELINE, который делает возможным самосогласованный расчет переноса излучения в перекрытых спектральных линиях совместно с поуровневой кинетикой для многозарядной нестационарной плазмы в различных геометриях.

Результаты расчетов приведены на рис.1 – 2.

novikov1.tif

Рис.1. Моделирование воздействия основного лазерного импульса на подготовленную предимпульсом мишень (распределение температуры и плотности).

novikov2.tif

Рис.2. Обработка результатов расчёта методом длинных характеристик (форма источника, анизотропия и спектр излучения).