

Моделирование спектров лазерной и разрядной плазмы с целью создания коротковолнового источника излучения ($\lambda=13.5$ нм) для нанолитографии

*Новиков В.Г.¹, Кошелев К.Н.², Иванов В.В.², Кривцун В.М.²,
Соломянная А.Д.¹, Чурилов С.С.², Вичев И.Ю.¹, Ким Д.А.¹*

¹ИПМ им. М.В.Келдыша РАН, Москва, РФ, ²ИСАН РАН, Московская обл., Троицк, РФ

Источники жесткого (экстремального) ультрафиолетового (ЭУФ) излучения необходимы для будущей литографии с гораздо большей степенью упаковки элементов интегральных схем (с детальностью ~ 10 нм), чем это делается в настоящее время. Такие источники, основанные на плазме олова, создаваемой CO_2 лазером или с помощью электрического разряда, обладают высокой эффективностью, излучая до 4% от вложенной энергии в угол 2π в 2% диапазон длин волн вблизи 13.5 нм. Излучающая плазма при плотности 10^{20} $1/\text{см}^3$ и при температуре $\sim 50-100$ эВ достигает десятикратной ионизации, является оптически плотной, причем процессы переноса излучения во многом определяют динамику такой плазмы. Для моделирования источников ЭУФ разработана эйлерова 2D РМГД программа RZLINE, которая позволяет описывать процессы в ударных волнах, включая нестационарную ионизацию (рекомбинацию), электронную и ионную теплопроводность, эффекты пинчевания, диффузию магнитного поля, джоулев нагрев и 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 2D геометриях. С помощью разработанных программ получены и сопоставлены с результатами измерений ЭУФ спектры для различных экспериментальных установок и начальных параметров.