

Отзыв
на автореферат диссертации
Буторина Павла Сергеевича
«Эффективный плазменный источник излучения экстремального
ультрафиолетового диапазона с длиной волны $\lambda = 11.2$ нм для
нанолиитографии: особенности физических процессов и методы управления
интенсивностью»
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.6 – оптика

Диссертационная работа П.С.Буторина посвящена важной проблеме создания эффективного источника излучения для перспективного отечественного нанолиитографа с высокой производительностью наночипов. Актуальность работы обусловлена, исходя из цели, состоящей в определении комплекса физических процессов формирования интенсивного EUV излучения ксеноновой лазерной плазмы, достаточного для производства отечественных интегральных схем методом фотолитографии в рамках программы импортозамещения электронной компонентной базы.

Научная новизна диссертационной работы состоит в теоретической и экспериментальной разработке методов и средств определения транспортных и пространственных характеристик Хе лазерной плазмы при различных условиях ее возбуждения.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, представленных в диссертационной работе, подтверждаются адекватностью используемых в работе математических построений физическим процессам измерений, результатами полномасштабного моделирования, большим объемом экспериментальных исследований.

Практическое значение работы заключается в возможности использования ее результатов при создании ксенонового газоструйного лазерно-плазменного источника с длиной волны 11.2 нм и перспективного варианта EUV литографа.

Теоретическая значимость состоит в предложенных автором новых диагностиках внутренних характеристик ксеноновой лазерной плазмы на базе данных о поглощении в ней энергии (мощности) излучения первичного источника.

По автореферату следует указать на ряд следующих замечаний:

1. В положениях, выносимых на защиту, не указана длина волны, для которой автором достигнуто рекордное значение коэффициента конверсии лазерного излучения в EUV диапазон.
2. Автор исследовал процессы формирования эффективного излучения в ксеноновой лазерной плазме, в основном, на длине волны 11.2 нм, а рекордное значение коэффициента конверсии достигнуто на длине волны 11.4 нм (см. стр.8; 27).

3. В заключении не сформулирован заявленный в цели работы комплекс оптимизационных мер, для широкомасштабного производства интегральных схем в литографии.

Однако отмеченные недостатки ни в коей мере не снижают научную ценность проведенного исследования. Диссертационная работа П.С. Буторина представляет собой самостоятельное и законченное научное исследование, выполненное на актуальную тему, характеризующееся новизной, практической и теоретической значимостью результатов. Содержание автореферата достаточно полно отражено в опубликованных статьях, представлено на российских и зарубежных конференциях.

Автореферат позволяет сделать вывод, что диссертационная работа Павла Сергеевича Буторина "Эффективный плазменный источник излучения экстремального ультрафиолетового диапазона с длиной волны $\lambda = 11.2$ нм для нанолитографии: особенности физических процессов и методы управления интенсивностью" отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 "Оптика" согласно Положению о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе РАН, а ее автор П. С. Буторин заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник,
АО «НПО Государственный Оптический
Институт им С. И. Вавилова»
кандидат физ.- мат. наук,
старший научный сотрудник



Жевлаков. Александр Павлович

«10» февраля 2026 г

192171, г. Санкт-Петербург,
ул. Бабушкина, д.36, корп.1.
телефон: +7 (911) 219 36 01
адрес электронной почты: zhevlakov_43@mail.ru

*Подпись руки Жевлакова Александра Павловича
заверено.
Ведущий документный отдел управления информационными ресурсами
и воспроизводством Визель Т. А.*

