Разряд, поддерживаемый импульсом излучения лазера на свободных электронах, как источник экстремального ультрафиолетового излучения [[1]](#footnote-1)\*)

И.С. Абрамов, Е.Д. Господчиков, А.Г. Шалашов

Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия

Источники экстремального ультрафиолетового излучения (ЭУФ) с длиной волны 9–14 нм необходимы для развития современной проекционной литографии [1]. Интерес к источникам ЭУФ излучения на основе разряда в расходящейся струе ксенона, поддерживаемого терагерцовым (ТГц) излучением связан с большей, по сравнению с традиционно используемым лазерным излучением, эффективностью поглощения ТГц-излучения плазменным образованием оптимальных с точки зрения генерации ЭУФ излучения размеров и плотности [2, 3].

В связи с этим было предложено использовать для поддержания разряда излучение терагерцовых лазеров на свободных электронах (ЛСЭ), в частности новосибирского ЛСЭ (NovoFEL) [4]. ЛСЭ могут генерировать излучение на частотах 10–15 ТГц [5,6], что позволяет эффективно поддерживать плазменное образование с размерами в несколько десятков микрометров и концентрациями электронов порядка 1018 см-3. Такая плазма является оптически тонкой для целевого ЭУФ-излучения в диапазоне 11.2 нм ±1%, но оптически плотной для большого количества линий с меньшей энергией кванта, что выгодно с точки зрения эффективности будущего источника. Главным же недостатком, затрудняющим использование терагерцовых ЛСЭ, является экстремально короткий (1–100 пс) импульс их излучения.

В настоящей работе предложена теоретическая модель нестационарного сильно излучающего разряда с ионами высокой кратности в расширяющемся потоке ксенона, поддерживаемого субнаносекундным импульсом предельно сфокусированного терагерцового излучения ЛСЭ. Модель использована для поиска перспективных экспериментальных сценариев, обеспечивающих генерацию целевого ЭУФ излучения в диапазоне 11.2 нм ±1%.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 19-32-90019). И. С. Абрамов благодарит за персональную поддержку Фонд развития теоретической физики и математики «БАЗИС» (грант 18-1-5-12-1).

Литература

1. V. Bakshi, *“EUV Lithography”*, SPIE Press, Bellingnam, 758 p. (2018)
2. I.S. Abramov, E.D. Gospodchikov, A.G. Shalashov, Phys. Rev. Applied **10**, 034065 (2018)
3. A.G. Shalashov, A.V. Vodopyanov, I.S. Abramov et al. Appl. Phys. Lett. **113**, 153502 (2018)
4. A.V. Vodopyanov, A.V. Sidorov, A.P. Veselov et al. Proc. of International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz), 1–2 (2019)
5. “Table of Parameters for IRTHz FELs Worldwide ”, Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf Official Website (2020), <https://www.hzdr.de/FEL_table>
6. Н.А. Винокуров, О.А. Шевченко, УФН **188**, 493–507 (2018)

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Lt/en/ES-Abramov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)