Источник заряженных частиц и нейтронов на основе 10 ПВт УЛЬТРАКОРОТКОГО лазерноГО ИМПУЛЬСА, облучающеГО микро-кластерную среду [[1]](#footnote-1)\*)

1,3Гожев Д.А., 1,2,3Бочкарев С.Г., 1,2,3Брантов А.В., 1,2,3Быченков В.Ю., 1,2,3Лобок М.Г.

1Физический институт им. П.Н. Лебедева, РАН, Москва, Россия,  
 [bochkarevsg@lebedev.ru](mailto:bochkarevsg@lebedev.ru)  
2Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова,  
 РОСАТОМ, Москва, Россия  
3Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики РАН, 603950  
 Нижний Новгород, Россия

Лазеры фемтосекундной длительности с рекордными характеристиками, в то числе мульти-ПВт-ного уровня мощности [1,2], благодаря своей высокой энергетике, способны обеспечить эффективный нагрев большого объема облучаемой среды. Такая среда служит источником лазерно-ускоренных заряженных частиц, нейтронов, вторичного электромагнитного и радиоактивного излучения. В настоящее время активно проводятся исследования, нацеленные на поиск схем, пригодных для эффективного ускорения заряженных частиц с применением различного рода мишеней, способных обеспечить практически полное поглощение мощного лазерного излучения, включая различные микроструктурированные, а также кластерные и микрокапельные мишени.

Целью данной работы является расчетная оптимизация для достижения максимального числа лазерно-нагретых заряженных частиц (дейтронов) умеренных энергий и термоядерных нейтронов в большом объеме кластерной среды. В качестве такой среды, как пример, рассматривается среда из капель тяжелой воды, содержащий дейтерий. Предполагается, что высокоэнергетичный 10 ПВт лазерный импульс, например, лазерной системы XCELS (Exawatt Center for Extreme Light Studies), при умеренно релятивистской интенсивности ~1018 Вт/см2 фокусируется в достаточно большой объем микрокластерной среды (диаметр пятна составляет примерно 500 мкм). Из-за указанной особенности задачи промоделировать взаимодействие лазерного излучения во всей протяженной микро-структурированной среде вряд ли возможно. В работе предложена новая схема разделения области взаимодействия на различные зоны в зависимости от величины истощения лазерного импульса. Проведенная c помощью моделирования методом «частица-в-ячейке» оптимизация кластерной мишени для фс лазерного импульса с энергией ~ 300 Дж предсказывает выход термоядерных нейтронов на уровне ~ 109 нейтр./ср. Ожидаемая яркость вспышки нейтронов достигает значения свыше 1018 нейтр./(см2∙c). В случае, если удастся синхронизовать лазерные пучки XCELS (12 пучков по 12 ПВт) с наносекундной задержкой, то при многостороннем нагреве ожидаемый выход нейтронов можно поднять на порядок, при этом выход нейтронов будет достигать 1010 нейтр./ср.

Работа выполнена при поддержке ФНТП развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019-2027 годы от 29.09.2021 № 2021-951-ФП5-3, соглашение №075-15-2021-1361 от 07.10.2021 г. с Минобрнауки России.

Литература

1. Danson C. N., Haefner C., Bromage J., et al., High Power Laser Science and Engineering 2019, 7, e54.
2. Коржиманов А. В., Гносков А. А., Хазанов Е. А., Сергеев А. М. УФН 2011, **181**, № 1. 9.
3. <https://ipfran.ru/scientific-activity/xcels-project>

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/It/en/DD-Gozhev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)