

Н.Д. БУХАРСКИЙ, Ф.А. КОРНЕЕВ

*Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия*

## **О ВОЗМОЖНОСТИ КОЛЛИМАЦИИ ПУЧКОВ УСКОРЕННЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, ВОЗБУЖДАЕМЫХ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ОБЛУЧЕНИИ МИШЕНЕЙ ТИПА «УЛИТКА»**

Рассмотрена возможность использования электромагнитных структур, возбуждаемых при облучении мишеней типа «улитка» ультракороткими лазерными импульсами релятивистской интенсивности, для управления потоками ускоренных заряженных частиц. Проведены оценки эффективности коллимации пучка ускоренных частиц в зависимости от параметров этого пучка и параметров коллимирующей электромагнитной структуры.

N.D. BUKHARSKII, PH.A. KORNEEV

*National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia*

## **ON THE POSSIBILITY OF COLLIMATING ACCELERATED CHARGED PARTICLE BEAMS WITH THE MAGNETIC FIELDS EXCITED IN “SNAIL” TARGETS BY LASER RADIATION**

The work considers a possibility of using electromagnetic structures excited in “snail” targets during their irradiation by ultrashort relativistically intense laser pulses for control of accelerated charged particle beams. Estimates of the collimation efficiency are performed for different parameters of the charged particle beam and the collimating electromagnetic structure.

В настоящее время активно развиваются методы получения пучков ускоренных заряженных частиц, электронов [1] и ионов [2], с использованием мощных лазерных импульсов в качестве драйверов. По сравнению со стандартными ускорителями подобные схемы являются значительно более компактными, поскольку напряженности ускоряющих электрических полей в данном случае оказываются значительно выше, а пространственные масштабы области ускорения – значительно меньше. В дополнение к компактности, лазерные и лазерно-плазменные источники ускоренных частиц могут существенно превосходить стандартные ускорители по полному числу частиц в пучке и заряду этого пучка [1, 2], что делает их более привлекательными для различных приложений и перспективных исследований. В то же время, однако, стоит отметить, что расходимость пучка частиц в таких схемах оказывается достаточно высокой, требуется поиск методов ее снижения.

В данной работе рассматривается возможность использования электромагнитных структур, возбуждаемых в мишенях «улитка» [3, 4] ультракороткими лазерными импульсами релятивистской интенсивности, для управления потоками ускоренных протонов. Процесс коллимации был исследован для магнитных полей с различной величиной и пространственным профилем, с учетом вклада от стационарных и переменных электрических полей, которые также создаются в области мишени в результате взаимодействия с ней лазерного импульса. Кроме того, были рассмотрены различные параметры пучка ускоренных протонов, в том числе, приближенные к реальным, которые могут быть реализованы с использованием TNSA-механизма [2].

Проведенные расчеты показали, что магнитное поле порядка  $\sim(10^2 - 10^3)$  Тл, создаваемое при облучении мишени с размером  $\sim(100 - 1000)$  мкм лазерным импульсом субпетаваттной мощности, позволяет коллимировать потоки протонов с энергией  $\sim 1$  МэВ. При переходе к мультипетаваттным лазерным импульсам и уменьшении размеров мишени до  $\sim(10 - 100)$  мкм величина магнитного поля может возрастать до  $\sim 10^5$  Тл, что, в свою очередь, согласно расчетам, позволяет коллимировать протоны с энергией порядка 100 МэВ. Полученные результаты могут представлять интерес в контексте разработки компактных систем для генерации пучков высокоэнергетических заряженных частиц с малой расходимостью и большим зарядом пучка.

Работа поддержана Российским Научным Фондом, проект № 24-22-00402.

### *Список литературы*

1. Rosmej O. N. et al. High-current laser-driven beams of relativistic electrons for high energy density research // *Plasma Physics and Controlled Fusion*. 2020. Vol. 62. No. 11. no. 115024.
2. Roth M., Schollmeier M. Ion Acceleration—Target Normal Sheath Acceleration // *CERN Yellow Reports*. 2016. Vol. 1 (2016): *Proceedings of the 2014 CAS-CERN Accelerator School: Plasma Wake Acceleration*.
3. Ehret M. et al. Kilotesta plasmoid formation by a trapped relativistic laser beam // *Physical Review E*. 2022. Vol. 106. No. 4. no. 045211.
4. Bukharskii N. D., Korneev P. A. Study of a highly magnetized relativistic plasma in the context of laboratory astrophysics and particle flow control // *Bulletin of the Lebedev Physics Institute*. 2023. Vol. 50. No 8. P. S869-S877.