

Е. Е. ПЕГАНОВ, С. В. ПОПРУЖЕНКО

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия*

## **ГЕНЕРАЦИЯ СИЛЬНОГО КВАЗИСТАЦИОНАРНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ПЛОТНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ МИШЕНИ ПЕТАВАТТНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСОМ**

Передача углового момента от циркулярно поляризованного лазерного импульса плазменной мишени ведёт к генерации токов, создающих магнитное поле. При интенсивностях, превышающих  $10^{24}$  Вт/см<sup>2</sup> ведущим механизмом передачи углового момента является обратный эффект Фарадея, индуцированный радиационным трением. В случае интенсивности  $\sim 10^{23}$  Вт/см<sup>2</sup> существенно более важную роль играет пространственная структура поверхности мишени. Результаты моделирования при помощи PIC-кода SMILEI демонстрируют, что в обоих случаях амплитуда генерируемого магнитного поля может достигать нескольких Гига-Гаусс.

E. E. PEGANOV, S. V. POPRUZHENKO

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

## **GENERATION OF STRONG QUASI-STATIC MAGNETIC FIELDS IN A DENSE PLASMA TARGET IRRADIATED BY A PETAWATT LASER PULSE**

Angular momentum transfer between circularly polarized laser radiation and plasma targets leads to the excitation of currents, which generate magnetic fields. For intensities higher than  $10^{24}$  W/cm<sup>2</sup> the leading mechanism of angular momentum transfer is the inverse Faraday effect induced by radiation friction. In case of intensities  $\sim 10^{23}$  W/cm<sup>2</sup> the space structure of the plasma surface plays a crucial role in this process. A simulation performed by the PIC-code SMILEI, shows that in both cases the magnetic field amplitude can be as high as several Giga-Gauss.

Обратный эффект Фарадея индуцированный радиационным трением, был предсказан теоретически в работе [1]: необратимая передача углового момента от циркулярно поляризованного лазерного импульса интенсивности  $\sim 10^{24}$  Вт/см<sup>2</sup> к плазменному слою высокой плотности приводит к возбуждению токов, генерирующих сильное магнитное поле с амплитудой до нескольких Гига-Гаусс (ГГц), направленное по или против оси распространения импульса, в зависимости от направления его поляризации. Такое магнитное поле имеет квазистационарный характер и сохраняется на временах свыше 100 фс, занимая при этом объём, близкий к фокальному объёму импульса. Циркулярно поляризованный лазерный импульс при таких интенсивностях проще всего получить путём скрещивания двух и более линейно поляризованных импульсов, распространяющихся под малым углом. Данная схема может быть реализована на разрабатываемых сейчас установках мультипетаваттного класса [2], конструкция которых основана на многопучковой конфигурации. Представленные в работе результаты PIC-моделирования с учётом силы радиационного трения, полученные с использованием пакета SMILEI [3], демонстрируют, что генерация магнитного поля напряженностью в несколько ГГц наблюдается даже при относительно больших  $\sim 15^\circ$  углах схождения пучков и относительной разности их амплитуд  $\sim 30\%$ . Эти результаты [4] подтверждают идею возможности достижения режима доминирования радиационного трения, маркером которого в данном случае является генерация сильных магнитных полей, при лазерно-плазменном взаимодействии с использованием нескольких пучков мощностью 10-20 ПВт каждый.

На уже существующих установках, включая Apollon и CoReIS [5,6], представляется возможным достичь интенсивности  $\sim 10^{23}$  Вт/см<sup>2</sup>. Хотя при таких параметрах невозможно перейти в режим доминирования радиационного трения, и обратный эффект Фарадея наблюдаться не будет, генерация сильного магнитного поля остается возможной. При этом ключевую роль играет структура поверхности плазмы. В случае плотной мишени с цилиндрическим отверстием диаметром несколько большим ширины пучка возможна передача углового момента и возбуждение токов, генерирующих продольное магнитное поле. Результаты PIC-моделирования демонстрируют генерацию квазистационарного магнитного поля амплитудой в несколько ГГц при интенсивностях  $\sim 10^{23}$  Вт/см<sup>2</sup>.

### *Список литературы*

1. Liseykina T. V., Popruzhenko S. V., Macchi A. // *New Journal of Physics*. – 2016. – Т. 18. – №. 7. – С. 072001.
2. Khazanov E. et al. // *High Power Laser Science and Engineering*. – 2023. – Т. 11. – С. e78.
3. Derouillat J. et al. // *Computer Physics Communications*. – 2018. – Т. 222. – С. 351-373.
4. Liseykina T. V., Peganov E. E., Popruzhenko S. V. // *Bulletin of the Lebedev Physics Institute*. – 2023. – Т. 50. – С. S700-S705.
5. Papadopoulos D. N. et al. // *High Power Laser Science and Engineering*. – 2016. – Т. 4. – С. e34.
6. Yoon J. W. et al. // *Optica*. – 2021. – Т. 8. – №. 5. – С. 630-635.