

Генерация закрученных и векторных пучков в терагерцовом диапазоне

Ю.Ю. Чопорова^{1,2}, Н.Д. Осинцева^{1,2,*}, В.С. Павельев^{3,4},
К.Н. Тукмаков^{3,4}, Б.А. Князев^{1,2}

¹Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН

²Новосибирский государственный университет

³Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева

⁴Институт систем обработки изображений РАН – ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН

*E-mail: natalyaosintseva@gmail.com

DOI: 10.31868/RFL2020.228-229

В последние годы значительно возрос интерес к пучкам, обладающим орбитальным угловым моментом (ОУМ), или «закрученным» пучкам. Благодаря превосходной стабильности передачи, бесселевы и закрученные пучки особенно полезны для использования в беспроводных коммуникационных системах. Известно, что комбинацию таких пучков, распространяющихся в свободном пространстве, можно использовать для создания мультиплексного коммуникационного канала передачи данных [1]. Такая возможность была продемонстрирована экспериментально в видимом [2], радиочастотном [3] и миллиметровом диапазонах. Можно предположить, что аналогичным образом можно создать и мультиплексные проводные коммуникационные системы, например плазмонные. В этом случае сигнал будет передаваться по цилиндрическим проводникам с помощью поверхностных плазмон-поляритонов (ППП) несущих ОУМ. В наших работах уже была продемонстрирована возможность генерации закрученных пучков в терагерцовом (ТГц) диапазоне, а также предложена схема создания «идеальных» векторных закрученных пучков для генерации ППП на цилиндрах [4].

В качестве источника монохроматического ТГц излучения использовался Новосибирский лазер на свободных электронах (НЛСЭ). Для создания пучков заданной моды мы использовали дифракционные оптические элементы (ДОЭ). Гауссов пучок НЛСЭ трансформировался в моды Эрмитта-Гаусса (ЭГ) (1,0) и (0,1) [5] и Бесселя с топологическими зарядами $l = \pm 1, \pm 2$ [6]. В обоих случаях, генерации комбинированных закрученных и «идеальных» векторных закрученных пучков, использовалась схема Маха-Цендера (Рис. 1). Совмещение двух закрученных пучков дает их суперпозицию (Рис. 1 справа), что позволит передавать несколько сигналов на одной частоте.

Для генерации ППП, необходимо учитывать условие их возбуждения – наличие поляризации ортогональной к поверхности. В случае цилиндрического провода, поляризация должна быть радиальной. Для получения таких пучков в каждом из плеч генерировались ЭГ пучки (ДОЭ₁, ДОЭ₂ на рис. 1). ДОЭ и поляризация были установлены ортогонально друг другу. В результате суперпозиции ЭГ пучков была получена мода Лагерра-Гаусса, освещающая закручивающий элемент ДОЭ₃ (врезка). Для обеспечения постоянного диаметра пучка вне зависимости от его топологического заряда использовалась кремниевая линза в качестве Фурье-преобразователя (ДОЭ₃ и линза на врезке добавлялись к схеме интерферометра). Экспериментально были получены «идеальные» векторные пучки с закрученностью -1.

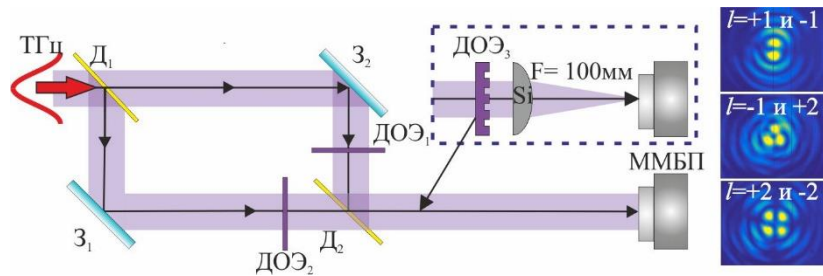


Рис. 1. Экспериментальная схема Маха-Цендера для генерации комбинированных закрученных и «идеальных» векторных закрученных пучков (врезка): D_1 , D_2 - пленочные светоделители, Z_1 , Z_2 - зеркала, $ДОЭ_1$, $ДОЭ_2$, $ДОЭ_3$ - ДОЭ для генерации пучков ЭГ и бесселевой моды с топологическими зарядами $l = \pm 1, \pm 2$. Справа: комбинированные закрученные пучки (эксперимент)

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (грант № 19-12-00103). Эксперименты выполнены в ИЯФ СО РАН с использованием оборудования ЦКП «СЦСТИ» на базе УНУ «Новосибирский ЛСЭ».

Литература

- [1] А. А. Алмазов, и др., *Оптический журнал* **72**(5), 45-54 (2005)
- [2] M. Krenn, et al., *New Journal of Physics* **16**(11), 113028 (2014).
- [3] F. Tamburini, et al., *New Journal of Physics* **14**(3), 033001 (2012)
- [4] Б. А. Князев и др., *Компьютерная оптика*, **43** (6), 992–1000 (2019)
- [5] A. N. Agafonov, et al., *Applied Optics* **54** 12, 3635-3639 (2015).
- [6] Yu. Yu. Choporova, et al., *Physical Review A* **96**(2), 023846 (2017).

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Ю.Ю. Чопорова