

Управление дифракцией пучков света с орбитальным угловым моментом

Д.А. Иконников, А.М. Вьюнышев

Институт физики им. Л.В. Киренского, ФИЦ КНЦ СО РАН

В последнее время все больший интерес привлекают пучки света с орбитальным угловым моментом (ОУМ), в особенности в таких областях как квантовые коммуникации, сверхёмкая передача информации и оптические манипуляции [1-10]. Пучки света с орбитальным угловым моментом представляют собой пучки с азимутальной фазовой зависимостью $e^{il\varphi}$ [11-13], где l - орбитальный угловой момент, φ - азимутальный угол. Обычно такие пучки получают путем наложения фазовой модуляции $e^{il\varphi}$ на Гауссов пучок. В нашей недавней работе [14] был разработан и экспериментально продемонстрирован простой аналитический метод формирования дифракционных картин. Такой подход позволяет сформировать дискретную дифракционную картину, состоящую из набора дифракционных максимумов фиксированного порядка, путем использования квазипериодической дифракционной решетки. Этот метод может быть распространен на случай дифракции световых пучков, несущих ОУМ.

В данной работе нами был разработан и экспериментально продемонстрирован обобщенный подход к управлению дифракцией пучков, несущих орбитальный угловой момент. Несмотря на некоторые ограничения, развитый аналитический подход позволяет не только контролировать количество дифракционных максимумов в каждом порядке, их пространственные частоты и распределение интенсивности между ними, но также задавать определенный орбитальный угловой момент для каждого максимума. Подход может использоваться для генерации как одиночных пучков, так и множества пучков с суперпозицией нескольких орбитальных угловых моментов. К тому же, этот подход позволяет формировать свет в регулярные и нерегулярные двумерные массивы пучков с заданным орбитальным угловым моментом в каждой позиции. Разработанный подход дает новые возможности для развития квантовых коммуникаций, передачи информации и оптических манипуляций.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-12-00203).

Литература:

1. A. Mair et al. // Nature 2001. V. 412. P. 313-316.
2. A. C. Dada et al. // Nature Physics 2011. V. 7. P. 677-680.
3. A. E. Willner et al. // Adv. Opt. Photon. 2015. V. 7. P. 66106.
4. M. Mirhosseini et al. // New J. Phys. 2015. V. 17. P. 033033.
5. A. Sit et al. // Optica 2017. V. 4. P. 1006-1010.
6. S. Fu et al. // Opt.Lett 2019 V. 44 P. 4753-4756.
7. N. B. Simpson, L. Allen and M. J. Padgett // J. of Modern Optics 1996. V. 43. P. 2485-2491.
8. D. G. Grier // Nature 2003. V. 424. P. 810-816.
9. S. H. Tao et al. // Opt. Express 2005. V. 13. P. 7726-7731.
10. M. J. Padgett and R. Bowman // Nature Photonics 2011. V. 5. P. 343-348.
11. L. Allen et al. // Phys. Rev. A 1992. V. 45. P. 8185-8189.
12. A. M. Yao and M. J. Padgett // Adv. Opt. Photon. 2011. V. 2. P. 161-204.
13. Y. Shen et al. // Light Sci. Appl. 2019. V. 8. P. 90.
14. D. A. Ikonnikov, V. G. Arkhipkin and A. M. Vyunishchev // Laser Physics Letters 2019. V. 16. P. 126202.