

1. Название доклада

Комплексные трехмерные световые решетки из оптических вихрей

2. Список авторов, организация

А.М. Вьюнышев^{1,2}, Д.А. Иконников¹, С.А. Мысливец^{1,2}, В.Г. Архипкин^{1,2}

¹Институт физики им. Л.В. Киренского ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск

²Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

3. e-mail докладчика:

Вьюнышев Андрей Михайлович

vyunishev@iph.krasn.ru

4. Название секции

Сингулярная оптика

5. Типа доклада

Устный доклад

6. Текст заявки (должен содержать не более 500 слов)

Изучение основ генерации, распространения и преобразования структурированного света является предметом многих исследований в области оптики и фотоники. Нетривиальное распределение интенсивности и фазы, в том числе включающее фазовые (топологический заряд) и поляризационные сингулярности, наделяет структурированные световые пучки необычными свойствами, такими как наличие орбитального углового момента, бездифракционное распространение и т.д. Актуальной задачей оптики и фотоники является формирование упорядоченных массивов пучков, характеризующихся оптическими сингулярностями с определенным топологическим зарядом. Возможным решением указанной задачи является использование эффекта Тальбота, под которым принято понимать дифракционное самовоспроизведение изображения периодического объекта на расстояниях кратных длине Тальбота [1]. Однако, к настоящему времени эффект Тальбота хорошо изучен для пучков с плоским волновым фронтом и теоретически рассмотрен для пучков, имеющих фазовые сингулярности [2,3]. Экспериментально данный эффект наблюдался для пучков терагерцового диапазона [3,4] и одиночных фотонов ближнего ИК-диапазона [5]. В настоящем докладе сообщаются результаты экспериментальных и теоретических исследований эффекта Тальбота для пучков света с орбитальным угловым моментом при дифракции света видимого диапазона на двумерной амплитудной решетке, а также о формировании комплексных световых решеток, содержащих оптические вихри.

Установлено, что эффект Тальбота сохраняется для пучков с орбитальным угловым моментом, причем световое поле в плоскостях Тальбота представляет собой пространственно-периодическую структуру с количеством структурных элементов трансляции (элементарных ячеек), совпадающим с числом отверстий в решетке. Каждый такой элемент содержит фазовые сингулярности, при этом интенсивность в пределах элементарных ячеек имеет асимметричное угловое распределение в окрестности точки сингулярности. При смене знака топологического заряда падающего света, наблюдаемая картина инвертируется. Установлено, что суммарный топологический заряд светового поля, ограниченного областью объекта, в точности соответствует топологическому заряду падающего излучения.

Распределение светового поля за решеткой характеризуется периодичностью по трём пространственным координатам, происхождение которой объясняется эффектом Тальбота на двумерной решетке. Таким образом, рассматриваемое комплексное световое поле представляет собой трехмерную оптическую решетку, содержащую оптические вихри. В работе получены оптические решетки с размерностью $40 \times 40 \times 5$ узлов.

Развиваемый подход может оказаться продуктивным при работе со множеством микрообъектов, например, в устройствах оптических пинцетов следующего поколения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-12-00203).

Ссылки:

1. J. Wen, Y. Zhang, and M. Xiao, "The Talbot effect: recent advances in classical optics, nonlinear optics, and quantum optics," *Adv. Opt. Photon.* **5**, 83-130 (2013);
2. S. Rasouli and D. Hebri, "Theory of diffraction of vortex beams from 2D orthogonal periodic structures and Talbot self-healing under vortex beam illumination," *J. Opt. Soc. Am. A* **36**, 800-808 (2019);
3. I.A. Kotelnikov, O.E. Kameshkov, and B.A. Knyazev, "Diffraction of Bessel beams on 2D amplitude gratings – a new branch in the Talbot effect study," *J. Optics* **22**, 065603 (2020);
4. B. Knyazev, O. Kameshkov, N. Vinokurov, V. Cherkassky, Y. Choporova, and V. Pavelyev, "Quasi-Talbot effect with vortex beams and formation of vortex beamlet arrays," *Opt. Express* **26**, 14174-14185 (2018);
5. S. Schwarz, C. Kapahi, R. Xu, A.R. Cameron, D. Sarenac, J. P. W. MacLean, K. B. Kuntz, D. G. Cory, T. Jennewein, K.J. Resch, and D.A. Pushin, "Talbot effect of orbital angular momentum lattices with single photons," *Phys. Rev. A* **101**, 043815 (2020).