

А.Ю.Окулов Институт общей физики им.А.М.Прохорова РАН

**Геометрия двойной спирали, наведенная когерентным излучением
в конденсированной среде**

Показано, что при интерференции двух встречных лазерных пучков с сингулярными волновыми фронтами, например пучков Лагерра-Гаусса, возможны пространственные конфигурации интенсивности излучения, геометрически идентичные ДНК. Необходимые и достаточные условия формирования таких конфигураций формулируются исходя из анализа орбитального момента импульса излучения[1]. Для антипараллельных угловых моментов лазерных пучков формируются спиральные структуры, для сонаправленных угловых моментов формируется последовательность тороидов, эквидистантно разнесенных на расстояние в половину длины волны:

$$|E(z, r, \theta, t)|^2 \approx |\vec{E}_f + \vec{E}_b|^2 = E_{f,b}^2 r^{2\ell} \exp\left(-\frac{2r^2}{D^2}\right) \left[1 + \cos\{(\omega_f - \omega_b)t + (k_f + k_b)z + 2\ell\theta\}\right]$$

Вещество, оказавшееся в таком вращающемся электромагнитном поле, посредством пондеромоторной силы втягивается в области с повышенной интенсивностью. Кроме того, имеет места передача момента импульса среде. В прозрачном диэлектрике при комнатной температуре этот процесс приводит во вращение фрагменты конденсированной среды, что сопровождается генерацией спиральных звуковых волн [2]. Оказывается, что спиральные звуковые волны переносят момент импульса, что расширяет представления о природе звука за рамки стандартного разделения на продольные и поперечные волны (рис.1).

Спиральные звуковые волны демонстрируют взаимное переплетение [3] и высокую пространственную корреляцию с оптической интерференционной картиной. Приводятся примеры из теории Мандельштам-Бриллюэновского рассеяния в прозрачных диэлектриках.

В оптических дипольных ловушках для ультрахолодных атомов пондеромоторная сила формирует распределения плотности, коррелированные с профилем интенсивности излучения[4]. Динамика атомного ансамбля анализируется в рамках уравнения Гросса-Питаевского:

$$i\hbar \frac{\partial \Phi(z, r, \theta, t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Phi + V(r) \Phi + \frac{4\pi \hbar^2 a_s}{m} |\Phi|^2 \Phi;$$

$$V(z, r, \theta, t) = \alpha(\omega_l - \omega_a) |E(z, r, \theta, t)|^2$$

Вращение оптической геликоидальной картины передается ультрахолодному атомному ансамблю, макроскопическое движение которого описывается коллективной волновой функцией Φ . Представлены аналитические решения для волновой функции бозе-эйнштейновского конденсата в виде двойной спирали.

Литература

- [1] *A.Yu.Okulov*. Angular momentum of photons and phase conjugation // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. – 2008 -, v. 41 - 101001.
- [2] *А.Ю.Окулов*. Спиральные структуры излучения и гиперзвука в Мандельштам - Бриллюэновском зеркале // Письма в ЖЭТФ – 2008 - т.88 , N.8 - с. 561-566.
- [3] *A.Yu.Okulov*. Twisted speckle entities in wavefront reversal mirrors // Phys.Rev.A, - 2009 - v.80 - 013837.
- [4] *A.Yu.Okulov*. Vortex – antivortex wavefunction of degenerate quantum gas // Laser Physics - 2009 - v.19,n.8 - p. 1796-1803.

Рис. 1. Спиральная интерференционная картина в прозрачном диэлектрике и структура звуковых волн. Слева: пара оптических вихрей с противоположными циркуляциями. Спиральные линии соответствуют максимумам интенсивности интерференционной картины. Справа: случайно расположенные пары акустических вихрей в объеме бриллюэновского диэлектрика. В стационарном приближении ВРМБ, использованном в данной работе, оптические и акустические вихри полностью коррелированы по объему.

Рис. 2. Распределение плотности бозе-эйнштейновского конденсата в спиральной оптической ловушке. Поверхность равной плотности конденсата по уровню 0.5 построена с использованием аналитического решения в приближении Томаса – Ферми для уравнения Гросса-Питаевского (в пренебрежении кинетической энергией ансамбля).