

ИЗУЧЕНИЕ ТОРОНОВ В ХИРАЛЬНЫХ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОРМАЛИЗМА ДЖОНСА

Резцов Т. В.¹, Степанов И. Г.¹

Научный руководитель – канд. физ-мат. наук, Черных А. В.¹

¹Университет ИТМО

loved_snow@itmo.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР № FSER-2025-0007 «Лазерные методы создания функциональных материалов фотоники с использованием голографического и корреляционного мониторинга».

Введение

Хиральные нематические жидкие кристаллы (ЖК) представляют собой уникальную среду для формирования локализованных топологических структур, таких как тороны [1, 2]. Эти трёхмерные возбуждения поля директора, описывающего направление ориентации молекул в ЖК, обладают сложной внутренней конфигурацией и способны модулировать поляризационное состояние проходящего света, что открывает перспективы их использования в качестве функциональных элементов фотоники. В настоящей работе исследуется влияние торонов на поляризационно-фазовые характеристики проходящего света.

Основная часть

В отличие от работы, посвящённой динамике образования таких структур под действием лазерного нагрева [3], в данном исследовании анализируются уже сформированные метастабильные конфигурации. Экспериментальные образцы представляют собой планарные ячейки с гомеотропной ориентацией, заполненные смесью нематика 5CB и левовращающей хиральной добавки S811. Измерения проводятся на поляризационном голографическом микроскопе, построенном на основе интерферометрической схемы Маха-Цендера. Система обеспечивает одновременную регистрацию четырёх поляризационно-разрешённых интерферограмм, что позволяет восстанавливать полную матрицу Джонса исследуемого участка образца за одну экспозицию. Использование трёх длин волн зондирующего излучения (450 нм, 532 нм и 660 нм) даёт возможность исследовать спектральные характеристики оптического отклика торонов. На основе восстановленных матриц Джонса для каждой длины волны рассчитывается ряд поляризационных параметров: круговой дихроизм, круговое запаздывание (оптическая активность); собственные векторы, определяющие поляризационные состояния, сохраняющиеся при прохождении через структуру; эффективное двулучепреломление Δn , рассчитанная по фазовой задержке. Совокупность этих данных позволяет количественно охарактеризовать воздействие торона на поляризационное состояние проходящего излучения и установить корреляцию между геометрическими параметрами ячейки и оптическими свойствами локализованных топологических структур.

Выводы

Проведен анализ динамики формирования локализованных топологических структур (торонов) в хиральных нематиках методом цифровой голографии. Показана возможность использования поляризационного голографического микроскопа для оценки амплитудных, фазовых и поляризационных характеристик светового поля. Полученные результаты могут быть применены при разработке новых оптических

материалов, в том числе элементов, основанных на топологических структурах в хиральных ЖК.

Литература

1. Smalyukh I.I., Lansac Y., Clark N.A., Trivedi R.P. Three-dimensional structure and multistable optical switching of triple-twisted particle-like excitations in anisotropic fluids // Nature Materials. 2010. - Vol. 9, No. 2. - P. 139-145.
2. Paterson D. A., et al. Generation of topological structures in liquid crystals // Molecular Systems Design & Engineering. 2022. – Т. 7, № 6. – С. 607-621.
3. Reztsov T.V., Chernykh A.V., Orlova T., Petrov N.V. A Dynamic Analysis of Toron Formation in Chiral Nematic Liquid Crystals Using a Polarization Holographic Microscope // Polymers. - 2025. - Vol. 17, No. 13. - P. 1849.