

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Спириденко Никиты Андреевича

«Топологические переходы в нематических жидких кристаллах с рождением и аннигиляцией топологических дефектов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – физика конденсированного состояния

Актуальность темы работы

Диссертационная работа Н. А. Спириденко посвящена исследованию топологических переходов с изменением Эйлеровой характеристики и исследованию структуры и динамики топологических дефектов в нематическом жидком кристалле. Ориентационная упорядоченность жидких кристаллов при отсутствии трансляционного дальнего порядка дает возможность существования в них специфических топологических дефектов. В последние годы проводятся активные исследования, направленные на создание топологически нетривиальных структур в жидких кристаллах. Например, введение в жидкий кристалл частиц с определенными граничными условиями для молекул жидкого кристалла на поверхности приводит к необходимости существования топологических дефектов, связанных с частицами. Такие структуры перспективны для создания «умных» композитных сред, материалов фотоники и т. д. В целом тематика работы, несомненно, является актуальной.

Анализ содержания работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка цитируемой литературы. Во введении приводится информация об актуальности и новизне работы, представлены цель и задачи исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту, указана научная и практическая значимость.

В первой главе приведен обзор литературы по теме диссертационной работы. Приводятся сведения о различных фазах жидких кристаллах, типах

топологических дефектов в жидких кристаллах, особенностях геометрии образцов, приводящих к существованию дефектов.

Во второй главе описаны исследуемые образцы и использованные методики, приводится схема экспериментальной установки.

В третьей главе приводятся результаты исследования динамики коалесценции капель жидкости в окружении жидкого кристалла и капель жидкого кристалла в окружении изотропной жидкости. С высоким временным и пространственным разрешением измерены зависимости геометрических параметров капель от времени. Определены времена, характеризующие динамику трансформации формы капель.

В четвертой главе представлены результаты исследования топологических дефектов в тонких слоях нематика. Получены одномерные ансамбли топологических дефектов с чередующимися зарядами противоположного знака. Исследовано изменение числа дефектов в одномерных цепочках со временем. Показано, что коллективная динамика дефектов в цепочках значительно отличается от динамики ансамблей частиц и античастиц в двумерных системах. Исследовано зарождение топологических дефектов при слиянии капель изотропной жидкости или жидкого кристалла, изучена динамика аннигиляции дефектов, образовавшихся в результате слияния.

В пятой главе представлены результаты по топологическим переходам в нематическом жидком кристалле с образованием тороидальных капель и капель более сложной формы. Реализована последовательность переходов с немонотонным изменением Эйлеровой характеристики капель. Приведены результаты исследования динамической неустойчивости с разрывом тонких прослоек изотропной жидкости, сопровождающейся рождением топологических дефектов.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Научная новизна

Автором получены принципиально новые результаты о поведении жидкого кристалла, испытывающего топологические трансформации. В экспериментах по слиянию капель впервые определены характерные времена слияния на всех этапах в одном эксперименте в условиях доминирования вязких сил. Впервые получены замкнутые линейные цепочки из топологических дефектов с чередующимся топологическим зарядом (цепочки частиц и античастиц) и изучена динамика аннигиляции дефектов в цепочках.

Получены капли жидкости сложной формы в нематическом жидком кристалле, в том числе тороидальные. Впервые наблюдалось каскадное рождение топологических дефектов в результате неустойчивости Рэлея-Плато в жидком кристалле.

Замечания и рекомендации по диссертационной работе

1. Исследования проводились с использованием нематического жидкого кристалла E7, представляющего собой смесь бифенилов. Следовало бы обсудить, является ли использование данного материала существенным для реализации наблюдавшихся эффектов.
2. В главе 3 исследуется динамика слияния пар капель и зависимость формы сливающихся капель от времени. Возникает вопрос, возможно ли осуществить визуализацию потоков жидкости внутри капель в процессе их слияния.
3. В разделе 5.1 используется формула для определения Эйлеровой характеристики поверхности через клеточный комплекс, однако понятие клеточного комплекса не разъясняется, дана только ссылка на специальную литературу по топологии. Было бы полезно дать в этом разделе комментарии, проясняющие используемую процедуру определения Эйлеровой характеристики.
4. В диссертации приводится оценка энергии сцепления директора на границе нематик-изотропная жидкость (раздел 5.1), однако ничего не говорится о величине энергии сцепления нематика с твердой поверхностью ячейки для случаев планарного и гомеотропного сцепления.

Указанные замечания носят частный характер и не снижают общую высокую оценку работы. Обоснованность выводов диссертации и достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

По теме работы опубликованы 9 статей в международных и российских журналах, апробация результатов проведена на российских и международных конференциях. Полученные результаты могут быть использованы для создания композитных материалов, включающих в себя диспергированные капли жидкого кристалла.

В целом диссертация «Топологические переходы в нематических жидких кристаллах с рождением и аннигиляцией топологических дефектов» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу,

В целом диссертация «Топологические переходы в нематических жидких кристаллах с рождением и аннигиляцией топологических дефектов» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком уровне. Диссертация соответствует специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния» и отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями, внесенными постановлением Правительства РФ от 20 марта 2021 г. № 426, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Спириденко Никита Андреевич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния».

Официальный оппонент

Главный научный сотрудник управления развития науки,
«Государственный университет просвещения»
профессор, доктор технических наук по специальности
05.11.07 оптические и оптоэлектронные приборы и комплексы,
почетный работник науки и высоких технологий Российской Федерации



Беляев Виктор Васильевич
тел. +7-985-982-9263
e-mail: vic_belyaev@mail.ru

Даю свое разрешение на обработку персональных данных и публикацию отзыва в сети Интернет.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет просвещения»
Адрес: 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А,
Телефон: +7 (495) 780-09-40
E-mail: info@edu.gov.ru

Подпись В. В. Беляева заверяю



«10» 03 2026 г.