

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Смолиной Екатерины Олеговны
на тему: «Структура и динамика локализованных состояний в линейных и нелинейных топологических фотонных решетках» по специальности 1.3.4. Радиофизика

Данная диссертация посвящена топологической фотонике — перспективному направлению современной физики, обладающему значительным потенциалом в сферах интегральной оптики и квантовых технологий. В работе сочетаются аналитические методы, численное моделирование и подходы машинного обучения для изучения локализованных состояний в линейных и нелинейных топологических фотонных системах.

Тема исследования актуальна ввиду растущего спроса на устойчивые к дефектам и компактные фотонные устройства. Топологические режимы, характеризующиеся защищённостью и контролируемой локализацией света, открывают новые возможности для разработки оптоэлектронных компонентов, таких как волноводы, резонаторы и сенсоры.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- Разработан гибридный теоретический подход, объединяющий анализ континуальных дираковских моделей, численное моделирование и методы машинного обучения.
- Получены новые результаты по нелинейной динамике краевых импульсов, включая анализ модуляционной неустойчивости и градиентной катастрофы.
- Предложен оригинальный алгоритм вывода эволюционных уравнений для топологических краевых волн на основе разреженной регрессии.
- Разработан метод классификации топологических фаз с помощью нейронных сетей, обученных исключительно на данных интенсивности поля.
- Аналитически описаны ближнее и дальнее поля моды, локализованной на топологическом дефекте в гибридной фотон-фононной метаповерхности, что подтверждено численными и экспериментальными данными.

Работа имеет как фундаментальное, так и прикладное значение. С одной стороны, она углубляет понимание особенностей распространения света в топологически нетривиальных средах, в том числе при наличии нелинейности. С другой — её результаты применимы при проектировании устойчивых элементов интегральной оптики и сенсоров. Особую ценность представляет рассмотрение реалистичных систем: массивов волноводов, метаповерхностей и гибридных платформ, что обеспечивает высокую сопряжённость с экспериментом.

Достоверность результатов подтверждается согласием аналитических, численных и экспериментальных данных, а также корректным использованием математического аппарата и физических моделей.

При ознакомлении с авторефератом возникли следующие вопросы по содержанию работы.

Во-первых, в главах 2-3 представлены теоретические результаты, касающиеся нелинейной динамики топологических краевых мод. Представляется важным уточнить, насколько эти результаты согласуются с реалистичными экспериментальными параметрами фотонных систем. Насколько достижимы описанные нелинейные эффекты — например, градиентная катастрофа — в современных экспериментальных условиях? Были ли предприняты попытки взаимодействия с экспериментальными группами для проверки или реализации полученных предсказаний?

Во-вторых, в главе 3 при анализе модели ВНЗ упоминается решётка волноводов с отрицательным коэффициентом связи между модами. Требуется пояснить, каким образом такой режим может быть реализован физически в оптическом эксперименте. Какие конкретно геометрические или материальные параметры волноводной системы обеспечивают отрицательную связь, и наблюдалась ли она ранее в практике интегральной фотоники?

Кроме того, в работе присутствуют досадные опечатки и неточности, не критичные для понимания смысла текста.

Указанные замечания не влияют на общую позитивную оценку работы, а описанные результаты достоверны и апробированы. По результатам работы опубликовано несколько статей в журналах уровня Q1 (среди которых Physical Review Letters, Nature Communications и Nanophotonics). Автореферат написан ясным научным языком и позволяет составить полное представление о работе. Тематика работы соответствует специальности, по которой собирается защищаться кандидат.

Представленная диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Смолина Екатерина Олеговна, заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 — радиофизика.

Даю согласие на обработку персональных данных.

Отзыв составил:

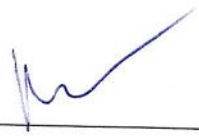
кандидат физико-математических наук по специальности 1.3.11. Физика полупроводников (физико-математические науки),

научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования и науки «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алферова Российской академии наук», 194021, г.Санкт-Петербург, улица Хлопина, дом 8, корпус 3, литера А

Котляр Константин Павлович

Контактные данные:

Тел.: +79522317655. E-mail: kotljar@spbau.ru.


«12» ноября 2025г.

Подпись

Котляра К.П. удостоверяю:

ученый секретарь федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования и науки «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алферова Российской академии наук»

д.ф.-м.н.

Полозков Роман Григорьевич




«12» ноября 2025г.