

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.238.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ ИМ. А.В. ГАПОНОВА-
ГРЕХОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 15.12.2025 № 223

О присуждении Смолиной Екатерине Олеговне, гражданке РФ,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Структура и динамика локализованных состояний в линейных и нелинейных топологических фотонных решетках» по специальности 1.3.4 – Радиофизика принята к защите 06.10.2025, протокол № 218, диссертационным советом 24.1.238.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ о создании совета №717/нк от 09.11.2012.

Соискатель, Смолина Екатерина Олеговна, 1997 года рождения, в 2021 году окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского", в 2025 году окончила аспирантуру ИПФ РАН, работает научным сотрудником в ИПФ РАН. Диссертация выполнена в отделе нелинейной электродинамики ИПФ РАН. Научный руководитель — кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник ИПФ РАН Смирнова Дарья Александровна.

Официальные оппоненты, Тимофеев Иван Владимирович, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией фотоники молекулярных систем, ведущий научный сотрудник Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук — обособленного подразделения ФИЦ КИИЦ СО РАН и Гелаш Андрей Александрович, кандидат

физико-математических наук, руководитель проекта Автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий», дали положительные отзывы на диссертацию. Ведущая организация, ООО «Международный центр квантовой оптики и квантовых технологий» (Российский квантовый центр, РКЦ), в своём положительном заключении, подписанном научным директором РКЦ Акимовым А.В. и утверждённом директором РКЦ Острась М.И., указала, что диссертация Смолиной Е.О. удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 -Радиофизика.

Соискателем опубликовано по теме диссертации 7 статей в рецензируемых журналах, удовлетворяющих требованиям ВАК к научным изданиям, в которых излагаются основные результаты диссертации. Наиболее значимыми работами являются:

1. Smolina E.O., Smirnov L.A., Leykam D., Smirnova D.A. Self-steepening–induced stabilization of nonlinear edge waves at photonic valley-Hall interfaces// Physical Review A. 2023. Vol. 108. P. L061501.
2. Smolina E., Smirnov L., Leykam D., Nori F., Smirnova D. Identifying topology of leaky photonic lattices with machine learning // Nanophotonics. 2024. Vol. 13, no. 3. P. 271-281.
3. Smolina E., Smirnov L., Leykam D., Nori F., Smirnova D. Data-driven model reconstruction for nonlinear wave dynamics. // Physical Review Research. 2025. Vol. 7. P. 023314.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Положительный отзыв ведущей организации содержит замечания о необходимости: более полного отражения в обзоре литературы современных достижений в квантовой топологической фотонике; уточнения условий применимости континуального приближения при переходе к дираковской

модели; описания физического механизма связи фотонных и фононных мод в гибридной системе.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. И.В. Тимофеева содержит замечания: об отсутствии в обзорной главе раздела, посвященного фотонным кристаллам; о неоднозначном использовании терминов «теорема Блоха» и «преобразование Фурье» без их сопоставления; о недостаточности анализа временной симметрии в SSH-модели и ее нарушения в других моделях; о необходимости более подробного обсуждения физической интерпретации эффекта стабилизации фронта в модифицированном нелинейном уравнении Шредингера; об отсутствии указания конкретных гиперпараметров модели при описании нейросети для классификации топологических фаз; о необходимости добавления ссылок на источники строгих выводов некоторых уравнений.

Положительный отзыв официального оппонента к.ф.-м.н. А.А. Гелана содержит, кроме редакционных, замечания: об отсутствии в работе сравнения полученного модифицированного нелинейного уравнения Шредингера с аналогичными моделями из других областей нелинейной физики; о недостаточной детализации анализа поведения волнового поля на больших трассах распространения.

Положительный отзыв на автореферат доцента ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» к.ф.-м.н. С.В.Свяховского содержит замечания о желательности указания классов систем, к которым применимы используемые в работе подходы, и приведения параметров нейросетевого алгоритма для оценки достоверности результатов. Положительный отзыв на автореферат н.с. СПбАУ РАН им. Ж.И. Алфёрова к.ф.-м.н. К.П.Котляра содержит рекомендации по уточнению соответствия теоретических результатов по нелинейной динамике краевых мод реалистичным экспериментальным параметрам и по добавлению описания физической реализации механизма отрицательной связи в волноводных системах модели ВИЗ. Положительный отзыв на автореферат н.с. ИЯФ СО РАН к.ф.-м.н. Н.Д.Осинцевой содержит замечания о необходимости определения термина «спиральная поляризация» и пояснения, каким образом

можно экспериментально контролировать направление этой поляризации. Положительный отзыв на автореферат заведующего лабораторией ИЛиЭ СО РАН к.ф.-м.н. И.А.Николаева содержит замечание о желательности простого объяснения эффекта укручения заднего фронта краевого импульса и указания, возможно ли его экспериментальное наблюдение. Положительный отзыв на автореферат доцента Сибирского федерального университета к.ф.-м.н. Д.П.Федченко замечаний не содержит.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области фотоники и нелинейной динамики, а одним из направлений работ ведущей организации являются исследования на стыке интегральной фотоники и машинного обучения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- в рамках континуальной дираковской модели показано, что краевой импульс, распространяющийся вдоль топологической доменной стенки в фотонной решетке, при отсутствии пространственной дисперсии представляет собой нелинейную простую волну с укручающимся задним фронтом;
- установлены условия устойчивости краевых волн в топологической фотонной решетке к длинноволновым возмущениям;
- разработан регрессионный подход к выводу эволюционного уравнения для комплексной огибающей краевого волнового пакета, основанный на разделении линейных и нелинейных эффектов;
- показано, что сценарии развития модуляционной неустойчивости в нелинейной киральной квадратной решётке напрямую связаны с топологией зон;
- предложен метод идентификации топологических фаз в фотонных решётках с радиационными потерями с помощью нейросети, позволяющей определять топологический класс по измеренной выходной интенсивности без необходимости предварительного восстановления фазового профиля;

- построена эффективная дираковская модель гибридной фотонно-фононной системы на основе кремниевой метаповерхности и слоя гексагонального нитрида бора для описания свойств ближних и дальних полей моды, локализованной на топологическом дефекте в такой системе.

Теоретическая значимость работы состоит в развитии аналитических и численных подходов к описанию нелинейной динамики красных состояний в топологических фотонных структурах, построении эффективных дираковских моделей гибридных фотонно-фононных систем, а также в создании методов определения топологических фаз на основе модуляционной неустойчивости и машинного обучения.

Практическая значимость работы обусловлена тем, что предложенные модели и алгоритмы позволяют проектировать компактные и устойчивые элементы интегральной фотоники, такие как топологические излучатели с заданной поляризационной структурой и сенсоры, а также обеспечивают построение инструментов для экспериментальной диагностики топологических свойств на основе измеряемых величин.

Достоверность результатов исследования обусловлена использованием апробированных методов расчетов, согласованием аналитических выводов с результатами эксперимента и численного моделирования, подтверждением ключевых выводов в рецензируемых публикациях в ведущих международных журналах.

Личный вклад соискателя. Результаты, представленные в диссертации, получены Е.О.Смолиной лично или при её непосредственном участии под руководством научного руководителя.

На все вопросы и замечания, высказанные в ходе защиты и содержащиеся в отзывах, Е.О. Смолиной были даны ответы и комментарии.

На заседании от 15.12.2025 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития радиофизики, присудить Смолиной Е.О. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 25 человек, из них 10 докторов наук по специальности 1.3.4, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 25, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,

академик РАН

Литвак Александр Григорьевич

Ученый секретарь диссертационного совета,

доктор физ.-мат. наук

Абубакиров Эдуард Булатович

«15» декабря 2025 г.

