



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
**«УЛЬЯНОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

432017, г. Ульяновск, ул. Л.Толстого, 42
тел.: (8422) 41-07-68, факс: (8422) 41-20-88
e-mail: contact@ulsu.ru, www.ulstu.ru

21.05.2018 № 110/04-04

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор на научной работе и
информационным технологиям, д.т.н.

В. Н. Голованов

21» мая 2018 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Панкина Павла Сергеевича
**«СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ»**,
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-
математических наук по специальностям 01.04.05 – оптика и
01.04.07 – физика конденсированного состояния

Диссертация П.С. Панкина посвящена теоретическому исследованию распространения света в наноструктурированных фотонных кристаллах (ФК), а также изучению спектральных и поляризационных свойств таких структур.

В последнее время особое внимание в оптике фотонных кристаллов уделяется таммовским плазмон-поляритонам (ТПП) – локализованным модам, возникающим при запирании света между металлом и ФК-зеркалом (брэгговским отражателем). ТПП играют важную роль при построении оптоэлектронных устройств – источников одиночных фотонов, сенсоров, оптических переключателей, многоканальных фильтров и т.д. Из-за малости волнового вектора ТПП можно возбуждать без использования призм или решеток, как в случае поверхностного плазмон-поляритона. При этом на повестке дня остается проблема достижения максимальной

эффективности возбуждения ТПП, когда вся падающая энергия связывается в локализованном состоянии. Это играет ключевую роль для поглотителей, лазеров, тепловых эмиттеров, усиления нелинейных эффектов и люминесценции, предложенных на основе ТПП. Гибридные ТПП-эксситонные моды позволяют обеспечивать сильное взаимодействие поля и вещества. На основе ТПП и микрорезонаторных (МР) гибридных мод недавно были предложены поглотители для солнечных ячеек, белые светоизлучающие диоды, усиление поля в микрорезонаторе, уменьшение поглощения во внедренных в структуру металлических слоях. При этом весьма актуальной является проблема управления спектральным положением ТПП-МР гибридных мод для создания перестраиваемых устройств на их основе.

Диссертационная работа П.С. Панкина состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и 3 приложений. Объем работы составляет 140 страниц.

Во введении раскрыта актуальность выбранного направления исследования, сформулированы цель и задачи, положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Во введении также представлены основные результаты, полученные автором диссертационной работы.

В первой главе приводится литературный обзор по теме диссертации, охватывающий теоретические и экспериментальные работы, посвященные ТПП-МР гибридным и поверхностным модам в ФК, методам формирования квазипериодических ФК, ТПП и его применений. Проведен подробный анализ уровня исследованности темы диссертации.

Во второй главе рассмотрен новый метод для создания квазипериодических ФК. Данный метод позволяет создавать многослойные структуры с независимо настраиваемым расположением запрещенных зон.

Глава 3 диссертации посвящена исследованию добротности резонанса ТПП для двух схем возбуждения. С точки зрения временной теории связанных мод обосновывается преимущество одной схемы перед другой.

В главе 4 предлагается способ управления гибридными ТПП-МР-модами через управление МР-модой, участвующей в гибридизации. Исследуемая модель представляет собою одномерный ФК с НЖК-дефектом, ограниченный серебряной пленкой.

В главе 5 исследованы спектральные и поляризационные свойства ФК, содержащих НК-слои в качестве структурных элементов. В частности,

рассмотрен ФК с дефектным слоем НК, исследуются спектральные свойства системы «фотонный кристалл – нанокомпозит» с изотропным дефектом структуры, сопряженной со слоем НК. Показана возможность реализации гибридных мод, образованных взаимодействием ТПП и дефектной мод.

В заключении автор сформулировал основные результаты, полученные в диссертационной работе. В трёх приложениях (А, Б, В) приводятся детальные выкладки.

Диссертационная работа П.С. Панкина содержит **новые научные результаты:**

1. Впервые предложен метод «суперпозиции модуляции показателя преломления» для структурирования квазипериодических фотонных кристаллов.
2. Найдена оптимальная схема возбуждения ТПП, в условиях его критической связи с падающим излучением ИК-диапазона.
3. Впервые предложен метод управления гибридными ТПП-дефектными модами путем воздействия электрического поля на дефектный жидкокристаллический слой или его нагревание.
4. Исследованы спектральные свойства ФК с дефектным слоем НК, который состоит из ориентационно упорядоченных диспергированных в прозрачной матрице металлических наночастиц сфероидальной формы.

Результаты теоретических исследований получены с использованием материальных параметров, полученных из экспериментальных данных, доступных для исследуемых в работе сред. Работа выполнена на высоком научном уровне, написана хорошим языком и оформлена на должном уровне современных редакторских возможностей. Не остается сомнений в том, что ее автор полностью ориентируется в теме своих исследований и владеет весьма непростыми методами обоснования сформулированных утверждений. Хорошее впечатление производит наличие полного и качественного анализа результатов, полученных в работе, а также упоминание тех областей естествознания и техники, где эти результаты могут быть полезны.

Замечания:

1. На стр.33 диссертации (глава 2) написано, что «для проверки метода была изготовлена серия образцов с распределением ПП, определяемым формулой (2.2)». Однако из предыдущего и последующего описания пространственных частот G1 и G2 в (2.2) неясно, как экспериментально осуществить контроль над этими параметрами.

2. Использованный автором термин «суперпозиция модуляции показателя преломления» представляется не вполне удачным.

3. Правомерность применения модели Максвелл-Гарнетта (стр.91 и 92, рис.5.16 и рис.5.17 диссертации) не очевидна в случае высокого содержания металлических частиц, когда их объемная доля $f = 0.4$.

4. Следует отдельно оговаривать использование сравнительно высоких значений напряжения U (порядка нескольких вольт), использованных для управления нематическим жидким кристаллом (раздел 4.4 диссертации), а также отсутствие учета теплового расширения ЖК, которое может существенно повлиять на конечный результат.

5. Защищаемое положение 4 сформулировано в слишком общем виде, без указания конкретных особенностей ФК с анизотропным композитным дефектом.

6. Стр.20: нет обозначения шкалы абсцисс на рис.1.10 (справа).

7. Стр.20: текст, 6 строка сверху: «имеющего *кинетическую* энергию W , записывается...». По-видимому, правильно было бы: «имеющего *полную* энергию W , записывается...».

Следует отметить, что приведенные замечания не снижают значимость самих научных результатов, полученных в диссертации.

Автореферат и публикации автора полностью отражают сформулированные в диссертации научные результаты. Участие соавторов в совместных публикациях указано должным образом, полученные результаты полностью соответствуют поставленным целям. Результаты диссертации опубликованы в 9 работах в изданиях из списка ВАК и доложены на международных и всероссийских конференциях.

Считаем, что полученные в диссертационной работе результаты могут представлять научный и практический интерес для учебных и научно-исследовательских организаций (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Ульяновский государственный университет) и могут быть использованы при создании тепловых эмиттеров с увеличенной добротностью, сенсоров, фильтров, органических диодов и поглотителей на основе тоннельных плазмон-поляритонов.

На основании ознакомления с содержанием диссертации, автореферата и публикациями автора можно сделать следующее заключение:

Диссертационная работа Панкина Павла Сергеевича представляет собой цельное завершенное научное исследование, выполненное на актуальную тему. Тематика диссертации соответствует паспортам специальностей 01.04.05 – оптика и 01.04.07 – физика конденсированного состояния. Работа отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней» (в редакции от 02 августа 2016 г.).

Учитывая все вышеизложенное, считаем, что диссертационная работа «Спектральные и поляризационные свойства наноструктурированных фотонных кристаллов» соответствует специальностям 01.04.05 – оптика и 01.04.07 – физика конденсированного состояния, отвечает всем требованиям ВАК, а ее автор, Панкин Павел Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Доклад Панкина П.С. заслушан, обсужден и одобрен на заседании Научно-исследовательского технологического института имени С.П. Капицы Ульяновского государственного университета 11 мая 2018 г.

Отзыв составил

Профессор кафедры радиофизики и электроники
УлГУ, в.н.с. НИТИ УлГУ, доктор физико-
математических наук (01.04.05 – оптика), доцент

Д.Г. Санников

Почтовый адрес: 432000, Россия, г. Ульяновск, Университетская набережная, 1, корп. 4
Телефон: +7 (8422) 67-50-54, e-mail: niti@ulsu.ru



Сведения об организации

Полное название	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный университет»
Сокращенное название	УлГУ
Юридический адрес	432017, Российская Федерация, город Ульяновск, улица Льва Толстого, дом 42
Телефон	8 (8422) 41-20-88
Адрес электронной почты	contact@ulsu.ru
Веб-сайт	http://www.ulsu.ru/ru

Список основных публикаций сотрудников УлГУ по теме диссертации соискателя в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет

1. Dadoenkova N. N. et al. One-dimensional dielectric bi-periodic photonic structures based on ternary photonic crystals // Journal of Applied Physics. – 2018. – Т. 123. – №. 4. – С. 043101.
2. Dadoenkova Y. et al. Optical generation in an amplifying photonic crystal with an embedded nanocomposite polarizer // Optics Communications. – 2017. – Т. 389. – С. 1-4.
3. Моисеев С. Г., Остапчиков В. А. Дефектные моды одномерной фотонно-кристаллической структуры с резонансным нанокомпозитным слоем // Квантовая электроника. – 2016. – Т. 46. – №. 8. – С. 743-748.
4. Panyaev I. S., Sannikov D. G. Dispersive properties of optical TM-type surface polaritons at a nonlinear semiconductor–nanocomposite (BLIG/GGG) interface // JOSA B. – 2016. – Т. 33. – №. 2. – С. 220-229.
5. Panyaev I. S. et al. Four-layer nanocomposite structure as an effective optical waveguide switcher for near-IR regime // Journal of Physics D: Applied Physics. – 2016. – Т. 49. – №. 43. – С. 435103.
6. Eliseeva S. V., Nasedkina Y. F., Sementsov D. I. Giant Faraday Rotation in One-Dimensional Photonic Crystal with Magnetic Defect // Progress In Electromagnetics Research. – 2016. – Т. 51. – С. 131-138.
7. Dadoenkova Y. S. et al. Reshaping of Gaussian light pulses transmitted through one-dimensional photonic crystals with two defect layers // Applied optics. – 2016. – Т. 55. – №. 14. – С. 3764-3770.
8. Наседкина Ю. Ф., Елисеева С. В., Семенцов Д. И. Взаимодействие гауссова импульса с одномерным фотонным кристаллом // Оптика и спектроскопия. – 2015. – Т. 119. – №. 1. – С. 133-139.
9. Золотовский И. О., Коробко Д. А., Остапчиков В. А. Распространение частотно-модулированных импульсов в активных одномерных фотонных кристаллах // Квантовая электроника. – 2015. – Т. 45. – №. 2. – С. 136-142.
10. Dadoenkova Y. S. et al. Tunnelling of frequency-modulated wavepackets in photonic crystals with amplification // Journal of Optics. – 2015. – Т. 18. – №. 1. – С. 015102.
11. Evseev D. A., Sannikov D. G., Sementsov D. I. Surface plasmon polaritons at the interface between dielectric and anisotropic nanocomposite // Journal of Communications Technology and Electronics. – 2015. – Т. 60. – №. 2. – С. 158-165.

12. Абрамов А. С. и др. Волновые свойства поверхностных поляритонов в структуре диэлектрик– высокотемпературный сверхпроводник– диэлектрик // Физика твердого тела. – 2015. – Т. 57. – №. 4. – С. 639-645.
13. Филатов Л. Д. и др. Плазмон-поляритонные поверхностные волны на границе диэлектрика и нанокомпозита с металлическими включениями // Физика твердого тела. – 2014. – Т. 56. – №. 7. – С. 1372-1378.
14. Eliseeva S. V., Ostatochnikov V. A., Sementsov D. I. Control of defect mode in magnetophotonic crystals in the magnetic resonance region // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2014. – Т. 354. – С. 267-271.
15. Моисеев С. Г., Остаточников В. А., Семенцов Д. И. Влияние размерных эффектов на оптические характеристики одномерного фотонного кристалла с нанокомпозитным дефектом // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2014. – Т. 100. – №. 6. – С. 413-417.



✓ 7

Литвинко О.А.