

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию Панкина Павла Сергеевича «Спектральные и поляризационные свойства наноструктурированных фотонных кристаллов», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.05 – Оптика и 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

П.С. Панкин заканчивает обучение в аспирантуре СФУ по направлению «Оптика». Поступлению в аспирантуру способствовало окончание с отличием бакалавриата по специальности «Нанотехнологии» и магистратуры по направлению «Физика ультрадисперсных и наноструктур». Начиная с третьего курса, П. С. Панкин занимается исследованиями в области фотонных кристаллов. К научной работе подходит творчески, с предварительной тщательной работой с научно-технической и учебной литературой. Много времени уделяет самообразованию, совершенствованию полученных знаний.

Диссертация П.С. Панкина посвящена теоретическому исследованию распространения света в одномерных фотонных кристаллах. Многослойные диэлектрические зеркала изучались задолго до введения концепции фотонных кристаллов, которая позволила применить к их описанию язык и методы из физики твердого тела. Зонная структура твердого тела и фотонного кристалла определяется пространственным строением их решёток. Открытие Шехтманом квазикристаллов дало еще одну степень свободы для настройки зонной структуры твердого тела. Аналогично, отказ от строгой периодичности в фотонном кристалле, дает возможность настраивать положение его запрещенных зон. Новому методу структурирования фотонных кристаллов посвящена одна из глав диссертации П.С. Панкина. Новизна и ценность этого метода заключается в возможности осуществить независимую настройку положения и глубины нескольких запрещенных зон структуры. Стоит отметить, что данный метод был подтвержден экспериментально, и расчеты, выполненные П.С. Панкиным хорошо согласуются с измерениями.

Аналогия между физикой конденсированного состояния и оптикой фотонных кристаллов проявляется и в локализации световых волн вблизи дефектов структуры. Локализованные дефектные моды, по-другому называемые микрорезонаторными, применяются для многочисленных приложений фотоники и оптоэлектроники, исследования этих мод широко

отражены в монографиях и статьях по физике фотонных кристаллов. Новизна в этой области появляется при исследовании новых типов материалов, внедренных в качестве дефектов в периодическую структуру. Современные нанотехнологии позволяют создавать композитные оптические материалы с заранее заданными характеристиками, которые могут превышать характеристики природных материалов. Исследованию микрорезонаторных мод в фотонных кристаллах с нанокомпозитами, содержащими металлические наночастицы в прозрачной матрице, посвящена одна из глав диссертации П.С. Панкина. При этом был выявлен ряд особенностей в спектрах таких структур, показана чувствительность спектров к изменению параметров нанокомпозита.

Одна из локализованных мод в физике фотонных кристаллов – таммовский плазмон-поляритон, имеет прямую аналогию с электронным таммовским состоянием в физике конденсированных сред. Таммовский плазмон-поляритон исследуется сравнительно недавно, но на его основе уже предложены многочисленные приложения в нанофотонике и оптоэлектронике. При этом остаются нерешенными некоторые задачи, связанные с теоретическим описанием таммовского плазмона. Одну из таких задач П.С. Панкин решил в своей диссертации. Им было получено аналитическое выражение для дисперсии таммовского плазмона, учитывающее толщину первого слоя фотонного кристалла. В физике твердого тела эта задача аналогична поиску дисперсии электронного состояния Тамма на границе кристалла с искаженным периодом решетки вблизи поверхности.

Задача об оптимизации структуры оптоэлектронных устройств, для достижения повышенной эффективности их работы всегда является актуальной. Одну из таких задач в своей диссертации решил П.С. Панкин. Им было выявлено принципиальное преимущество одной из схем возбуждения таммовского плазмон-поляритона. Для обоснования преимущества одной из схем, им был применен эффективный инструмент исследования, зарекомендовавший себя в радиофизике и оптике – метод временной теории связанных мод. Стоит отметить, что выводы, основанные на этой теории подтверждаются численными расчетами, а также экспериментальными спектрами. На основе выводов, полученных П.С. Панкиным, были созданы тепловые эмиттеры повышенной добротности на таммовском плазмон-поляритоне, с использованием более эффективной схемы возбуждения.

Переходя к общей оценке диссертации П.С. Панкина, необходимо отметить, что работа представляет собою завершенное исследование по актуальной в теоретическом и практическом плане тематике. Полученные результаты обладают всеми признаками научной новизны, были представлены на международных и Всероссийских конференциях и опубликованы в 9 статьях в рецензируемых журналах, в числе которых "ACS Photonics", "Optics Letters", "JOSAB", "Journal of Optics", "Квантовая электроника", "Оптика и спектроскопия" и др. Эти работы выполнены в рамках грантов РФФИ, госзадания Минобрнауки РФ, стипендии Президента РФ. Результаты являются важным вкладом автора в понимание особенностей распространения света в наноструктурированных фотонных кристаллах, их спектральных и поляризационных свойств. Несомненен определяющий вклад автора в получении приведенных результатов. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа П.С. Панкина «Спектральные и поляризационные свойства наноструктурированных фотонных кристаллов» полностью удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.05 – Оптика и 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель:

Профессор кафедры Теоретической физики  
и волновых явлений  
Сибирского федерального университета,  
д. ф.-м. н., профессор



С.Я. Ветров



закрыто:

ученый секретарь  
учебного совета

