

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
НАУКИ  
ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ  
ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**СТЕНОГРАММА**

Заседание объединенного совета ДМ 002.262.01  
от 10 июня 2016 года  
(протокол №6)

Защита диссертации Мерзликина Александра Михайловича на соискание  
ученой степени доктора физико-математических наук на тему  
«Мезоскопические эффекты когерентного распространения и локализации  
поляризованных электромагнитных волн в фотонных кристаллах и  
неупорядоченных слоистых средах»

Специальность 01.04.13 – Электрофизика, электрофизические установки

Москва – 2016

## СТЕНОГРАММА

заседания объединенного диссертационного совета ДМ 002.262.01  
при Институте теоретической и прикладной электродинамики РАН  
при участии

Объединенного института высоких температур РАН  
Протокол №6 от 10 июня 2016 г.

**Председатель** – Председатель диссертационного совета ДМ 002.262.01  
академик РАН, д.ф.-м.н., профессор Лагарьков А.Н.

**Секретарь** – Ученый секретарь диссертационного совета ДМ 002.262.01  
к.ф.-м.н., Кугель К.И.

### **Председатель:**

Уважаемые члены Совета, кворум имеется. Совет утвержден в составе  
20 человек. На заседании присутствуют 19 членов совета, из них докторов наук  
по профилю рассматриваемой диссертации – 18.

- |                     |                             |          |              |
|---------------------|-----------------------------|----------|--------------|
| 1. Лагарьков А.Н.,  | д.ф.-м.н., академик РАН,    | 01.04.13 | присутствует |
|                     | профессор                   |          |              |
| 2. Якубов И.Т.,     | д.ф.-м.н., профессор        | 01.04.13 | присутствует |
| 3. Амиров Р.Х.,     | д.ф.-м.н.                   | 01.04.13 | присутствует |
| 4. Кугель К.И.,     | к.ф.-м.н.                   | 01.04.13 | присутствует |
| 5. Антонов А.С.,    | д.ф.-м.н., доцент           | 01.04.13 | присутствует |
| 6. Батенин В.М.,    | д.ф.-м.н., член.-корр. РАН, | 01.04.13 | присутствует |
|                     | профессор                   |          |              |
| 7. Василяк Л.М.,    | д.ф.-м.н., профессор        | 01.04.13 | присутствует |
| 8. Виноградов А.П., | д.ф.-м.н., профессор        | 01.04.13 | присутствует |
| 9. Денщиков К.К.    | д.т.н.                      | 01.04.13 | отсутствует  |
| 10. Жук А.З.,       | д.ф.-м.н.                   | 01.04.13 | присутствует |
| 11. Зейгарник В.А., | д.т.н.                      | 01.04.13 | присутствует |
| 12. Карпухин В.Т.,  | д.т.н.                      | 01.04.13 | присутствует |
| 13. Кисель В.Н.,    | д.ф.-м.н., доцент           | 01.04.13 | присутствует |
| 14. Лебедев Е.Ф.,   | д.т.н., профессор           | 01.04.13 | присутствует |
| 15. Парфенов Ю.В.,  | д.т.н.                      | 01.04.13 | присутствует |
| 16. Пухов А.А.,     | д.ф.-м.н., профессор        | 01.04.13 | присутствует |
| 17. Рахманов А.Л.,  | д.ф.-м.н.                   | 01.04.13 | присутствует |
| 18. Сон Э.Е.,       | д.ф.-м.н., член.-корр. РАН, | 01.04.13 | присутствует |
|                     | профессор                   |          |              |
| 19. Сарычев А.К.,   | д.ф.-м.н.                   | 01.04.13 | присутствует |
| 20. Федоренко А.И.  | д.т.н., с.н.с.              | 01.04.13 | присутствует |

На повестке дня защита диссертации **Мерзликина Александр Михайловича**, представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.13 – Электрофизика, электрофизические установки. Тема диссертации: «**Мезоскопические эффекты когерентного распространения и локализации поляризованных электромагнитных волн в фотонных кристаллах и неупорядоченных слоистых средах**». Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук.

**Научный консультант:**

**Виноградов Алексей Петрович**, д.ф.-м.н., профессор, г.н.с. лаборатории теоретической электродинамики конденсированного состояния (№1) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной электродинамики РАН, г. Москва.

**Официальные оппоненты:**

1. **Городничев Евгений Евгеньевич** – гражданин РФ, д.ф.-м.н., Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», кафедра теоретической ядерной физики, профессор;

2. **Калитеевский Михаил Алексеевич** – гражданин РФ, д.ф.-м.н., Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования и науки «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет Российской академии наук», лаборатория физики наноструктур, главный научный сотрудник;

3. **Мурзина Татьяна Владимировна** – гражданка РФ, д.ф.-м.н., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», кафедра квантовой электроники, доцент;

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, 125009, Москва, ул. Моховая 11, корп.7).

На заседании присутствуют три официальных оппонента. Слово предоставляется ученому секретарю Кугелю К.И.

**Ученый секретарь:**

*Зачитывает данные о соискателе по материалам личного дела и сообщает о соответствии представленных документов требованиям ВАК Минобрнауки РФ.*

В деле имеется заключение организации, в которой выполнена диссертация.

*Зачитывает заключение организации, на базе которой выполнена работа (не стенографируется, заключение прилагается).*

**Председатель:**

Теперь можем заслушать докладчика. Слово предоставляется Мерзликину Александру Михайловичу для изложения основных положений диссертационной работы.

**Мерзликин А.М.:**

*Докладывает диссертационную работу (выступление не стенографируется, доклад Мерзликина А.М. прилагается).*

**Председатель:**

Спасибо. Вопросы, пожалуйста.

**Батенин В.М.:**

Два вопроса по слоистым структурам. Первый касается эффекта суперпризмы. В Ваших выводах написано, что при нанесении на такую структуру дифракционной решетки можно получить большое отклонение. Из текста следует, что основная роль – дифракционной решетки, но при этом, как Вы рассказали, важную роль играет слоистая структура. Прав ли я?

**Мерзликин А.М.:**

Абсолютно верно. Если у нас есть лишь дифракционная решетка, то при прохождении ее у нас будет несколько дифракционных лепестков, которые будут лишь слабо меняться при изменении угла падения.

**Батенин В.М.:**

И второй вопрос – по поляризации. Вы утверждаете, что при прохождении слоистой случайно-анизотропной структуры волна «забывает» о своей собственной поляризации. Значит ли это, что если я создал некоторую структуру и на нее посылаю волну любой поляризации, то у меня всегда получится один и тот же результат после прохождения этой структуры, то есть он будет зависеть только структуры, а не изначальной поляризации?

**Мерзликин А.М.:**

Это не совсем так. Это «забывание» имеет статистическое значение, так же как и любая характеристика, описывающая случайный ансамбль реализаций, будь то обратная длина локализации или длина стохастизации фазы, – это характеристики которые описывают не одну конкретную систему, а весь ансамбль случайных систем в целом. Для ансамбля Вы безусловно правы, но для одной конкретной реализации ситуация более сложная: на выходе поляризация будет зависеть от поляризации падающей волны.

**Батенин В.М.:**

Тогда не понятно Ваше утверждение. Я прочитаю, что написано: «По мере распространения вглубь системы анизотропных слоев со случайной ориентацией осей анизотропии волна забывает о своей изначальной

поляризации». Вот если я реализовал систему случайных слоев и освещаю ее волнами разной поляризации, из текста следует, что на выходе я получу одну и ту же поляризацию.

**Мерзликин А.М.:**

Функция распределения поляризации на выходе действительно не зависит от падающей волны, при этом в каждой конкретной реализации на выходе она будет зависеть. Но это для бесконечного пакета; если пакет во времени конечный, то на выходе, пройдя достаточно толстую систему, свет будет деполаризован. И в этом смысле не будет зависеть от поляризации падающего света.

**Председатель:**

Вопросы, пожалуйста.

**Сарычев А.К.:**

Скажите, вот во второй главе, где Вы описываете перестройку зон под действием магнитного поля, оценивали ли Вы, сколько нужно слоев, чтобы заметить эту перестройку с учетом слабости магнитооптики? И что будет в случае конечного числа слоев?

**Мерзликин А.М.:**

Спасибо за этот острый вопрос. Был проведен расчет для реальной слоистой структуры, состоящей из слоя железоитриево граната, допированного висмутом, и слоя кальцита, представляющего собой анизотропный слой. Структура была неоптимизирована и состояла из сорока пар слоев. Сорок пар слоев – это действительно много, современные методы атомно-слоевого осаждения уже приближаются к таким значениям. Коэффициент прохождения подавляется более чем в 2 раза. Но наибольший интерес представляют не слоистые структуры, а волноводные. В таких структурах можно добиться и двадцати тысяч слоев. Делается волновод из ЖИГа: на подложке из галлий-гадолиниева граната эпитаксиально выращивается пленка ЖИГа, потом фотолитографией в ней формируется волновод, а потом фокусированным ионным пучком этот волновод прорезается. И в такой структуре вполне может быть и 20, и даже более тысяч слоев, при этом структура все равно получается компактной.

**Председатель:**

Вопрос был такой: сколько слоев нужно?

**Мерзликин А.М.:**

Это зависит от того, насколько мы хотим подавить прохождение. Если в два раза, то 40 периодов достаточно; если это в 100 раз, то нужны уже сотни слоев. В волноводных структурах можно изготовить и десятки тысяч слоев.

**Председатель:**

В этом случае возникает вопрос: какие потери на десятках тысяч слоев? Вы подавляете, но когда Вы пропускаете?..

**Мерзликин А.М.:**

Спасибо за вопрос. Были проведены оценки, связанные с поглощением. Резонанс в ЖИГе, допированном висмутом, приходится на длину волны около 400 нм, где большая магнитооптика – недиагональный коэффициент порядка двух сотых, но при этом и большое поглощение. Однако, если мы уйдем в область за 750 нм, 750 нм и больше, то тангенс потерь в ЖИГе становится меньше десяти в минус седьмой степени.

**Председатель:**

Но и управление там значительно слабее?

**Мерзликин А.М.:**

Абсолютно верно, недиагональный коэффициент уменьшается примерно на порядок и становится порядка двух тысячных.

**Председатель:**

То есть, соответственно, для достижения эффекта количество слоев увеличится?

**Мерзликин А.М.:**

Конечно, но приведенная оценка была сделана именно для этой маленькой величины, когда система прозрачна.

**Председатель:**

Есть ли еще вопросы? Да, Эдуард Евгеньевич, пожалуйста.

**Сон Э.Е.:**

Вы проводили сравнение с уравнением Шредингера. Есть ли у Вас аналог связанных состояний?

**Мерзликин А.М.:**

Рассмотренное нами таммовское состояние может считаться аналогом связанного состояния.

**Сон Э.Е.:**

Вы показывали перезамыкание с образованием дополнительных запрещенных зон. В других областях, например, в гидродинамике, перезамыкание есть, как правило, в одномерном случае. В двумерном и трехмерном происходит огибание, перезамыкания нет и запрещенной зоны не образуется. Есть ли у Вас аналогичный эффект?

**Мерзликин А.М.:**

В электродинамике ситуация несколько сложнее и, можно сказать, интереснее. Например, в двумерной структуре может происходить перезамыкание, которое не всегда приводит к образованию запрещенной зоны. Перезамыкание происходит, когда собственные состояния гибридизуются.

**Сон Э.Е.:**

Вопрос по математике. Если у Вас среда слоистая периодическая, то вы решаете волновое уравнение в одной области, потом в другой области, а затем сшиваете. А как вы находили решения в случае неупорядоченной среды?

**Мерзликин А.М.:**

Для слоистых сред использовался метод матриц переноса. Метод матриц переноса был придуман задолго до меня, мое достижение здесь в том, что удалось для периодической среды из анизотропного и магнитооптического слоев получить дисперсионные уравнения в явном виде. Метод матриц переноса состоит в следующем. Составим вектор из двух тангенсальных компонент электрического и двух тангенсальных компонент магнитного поля. В силу линейности уравнений Максвелла эти векторы должны быть связаны друг с другом некоторой матрицей, которую принято называть матрицей переноса. Для любого однородного слоя матрицу переноса можно выписать в явном виде. Для системы, состоящей из нескольких слоев, матрица переноса, связывающая тангенсальные компоненты полей, будет просто произведением матриц переноса отдельных слоев.

**Сон Э.Е.:**

Какие пределы применимости линейной теории? Вы не занимались нелинейными эффектами, тем не менее.

**Мерзликин А.М.:**

Ответ на этот вопрос зависит от рассматриваемых систем и используемых материалов. В каждом конкретном случае пределы применимости будут разными. Например, при прохождении мощного импульса через магнитооптический слой происходит разогрев, в результате чего, также как и в магнитной голографии, система может потерять магнитный момент при достижении температуры Кюри, в результате мы потеряем магнитные свойства. Также важную роль играет усиление поля в резонаторе. Например, в таммовском резонансе поле усиливается на порядок по сравнению с падающим, однако, используемые в реальном эксперименте мощности были маленькими, и поэтому в наших задачах нелинейные эффекты никак себя не проявляли.

**Председатель:**

Спасибо, есть ли еще вопросы?

**Кугель К.И.:**

У меня общий вопрос. В названии диссертации первые два слова – «мезоскопические эффекты». Дальше в течение сорока минут слово «мезоскопические» вообще не упоминалось.

**Федоренко А.И.:**

Нет, один раз было.

**Кугель К.И.:**

Но тем не менее, обычно под словом «мезоскопическое» подразумевается, что флуктуация параметра сравнима с самим параметром. Почему эффекты, рассматриваемые Вами, можно считать мезоскопическими?

**Мерзликин А.М.:**

Формирование запрещенной зоны принято считать мезоскопическим эффектом.

**Сон Э.Е.:**

Есть микро, макро и мезо, мезо – промежуточное между микро и макро.

**Мерзликин А.М.:**

Да, именно в этом смысле.

**Председатель:**

Есть еще вопросы? Нет? Спасибо, садитесь, пожалуйста! Слово предоставляется научному консультанту Алексею Петровичу Виноградову.

**Виноградов А.П.:**

*Зачитывает отзыв (выступление не стенографируется, письменный отзыв имеется в деле).*

**Председатель:**

Спасибо.

**Ученый секретарь:**

Имеется положительный отзыв от ведущей организации – **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, г. Москва**, составленный главным научным сотрудником лаборатории 141, д.ф.-м.н., профессором Барабаненковым Ю.Н. и утвержденный директором ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, чл.-корр. РАН, профессором Никитовым С.А. *(зачитывает отзыв, отзыв имеется в деле).*

В отзыве имеются следующие замечания:

1. В первых двух главах, а также в главе 4 рассматриваются фотонные кристаллы, сделанные из материалов, не обладающих омическими потерями. Необходимо указать допустимый уровень потерь (связанных как с поглощением, так и с рассеянием), не разрушающий изучаемые эффекты.

2. В диссертации в качестве падающего на систему излучения рассматривается плоская волна, то есть подразумевается бесконечно широкая апертура источника и бесконечно узкая диаграмма направленности. При этом изучаемые эффекты (в том числе эффект суперпризмы, формирования «вырожденной границы» запрещенной зоны и др.) являются чувствительными к малым изменениям угла падения. Необходимо провести оценку минимальной апертуры, позволяющей наблюдать изучаемые эффекты.

3. В тексте диссертации есть опечатки, некоторые утверждения сделаны недостаточно аккуратно, ряд графиков содержит подписи на английском языке.

Кроме того, в главе 5, посвященной андерсоновской локализации, во введении приведен достаточно обширный обзор литературы, однако не представлены ссылки на классические работы советских ученых М.Е. Герценштейна, В.Б. Васильева, опубликовавших в 1959 году пионерную работу «Волноводы со случайными неоднородностями и броуновское движение в плоскости Лобачевского».

На автореферат диссертации поступило пять отзывов из следующих организаций:

1. **Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН (Санкт-Петербург)** (гл.н.с., д.ф.-м.н., профессор, чл.-корр. РАН Е.Л. Ивченко) – отзыв положительный без замечаний.

2. **Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН (ИОФ РАН, Москва)** (заведующий лабораторией магнитных материалов, д.ф.-м.н., профессор В.Г. Веселаго) – отзыв положительный без замечаний.

3. **Институт спектроскопии РАН (ИСАН, Москва)** (заведующий лабораторией лазерной спектроскопии, д.ф.-м.н., профессор В.И. Балыкин) – отзыв положительный без замечаний.

4. **Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН (Санкт-Петербург)** (гл.н.с., д.ф.-м.н., М.Ф. Лимонов) – отзыв положительный, с замечанием:

- в работе не приведены оценки влияния поглощения на наблюдаемые эффекты.

5. **Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова (МГУ, Москва)**, (в.н.с., д.ф.-м.н. Е.А. Ганьшина) – отзыв положительный, с замечанием:

- в главе 3 недостаточно исследован вопрос о добротности оптического таммовского состояния в СВЧ области. В оптической области частот согласование эксперимента и теории почти идеальное (см. Рис. 9 на стр. 17), а в СВЧ области хорошо совпадает только частота резонанса, а его добротность кажется значительно ниже рассчитанной методом матриц переноса (см. Рис. 11 на стр. 18).

Все поступившие отзывы положительные.

**Председатель:**

Спасибо. Пожалуйста, Александр Михайлович, ответьте на замечания.

**Мерзликин А.М.:**

Для наблюдения эффектов, рассмотренных в диссертации, необходимо, чтобы величина поглощения и рассеяния не превосходила брэгговское отражение. То есть тангенс потерь должен быть меньше чем отношение недиагонального элемента тензора проницаемости магнитооптического материала к диагональному. То есть для ЖИГа, допированного висмутом, это наблюдаемо при тангенсе потерь меньше десяти в минус третьей степени, что

реализуется при длинах волн больших 750 нанометров, для которых и делались все расчеты.

Что касается апертуры: для того чтобы наблюдать резонанс, необходимо иметь достаточную апертуру. Открытый резонатор, например резонатор Фабри-Перо, можно представить как структуру, в которую заходит луч, несколько раз отражается от границ и затем выходит. То есть эффективно за счет того, что у нас есть обкладки у резонатора, оптическая толщина увеличивается. Апертура падающего излучения должна быть такая, чтобы прожекторная зона, то есть де квадрат к лямбда, была больше эффективного оптического пути, то есть толщины резонатора умноженной на добротность. Но что касается оптических частот, это условие при миллиметровой апертуре, в силу малости длины волны, заведомо выполнено. В СВЧ области это оказалось действительно проблемой, и мы работали на грани этого условия. Именно поэтому совпадение оказалось не очень хорошим. Действительно, прожекторная зона, которая была у 7-сантиметровых пластин, была недостаточной для наблюдения большой добротности.

**Председатель:**

Спасибо. Слово предоставляется официальному оппоненту, доктору физико-математических наук, Городничеву Евгению Евгеньевичу.

**Городничев Е.Е.:**

*(Зачитывает отзыв, письменный отзыв имеется в деле).*

**Председатель:**

Спасибо большое, садитесь, пожалуйста. Александр Михайлович, ответьте на замечания.

**Мерзликин А.М.:**

Что касается распространения волны в случайно анизотропных средах и сравнения с деполяризацией. В рассматриваемой системе «забывание» поляризации происходит при сколь угодно малом разбросе оптических осей. При этом длина «забывания» становится большой: необходимо набрать много слоев, чтобы волна много раз рассеялась на них. При этом система продолжает обладать в целом анизотропией – это означает, что функция распределения поляризации все равно будет иметь особенность. Для двух взаимно перпендикулярных падающих поляризаций функция распределения на выходе становится одинаковой и не зависит от падающей, но имеет особенность, связанную с тем, что система в целом продолжает быть анизотропной. Таким образом, в системе имеется только частичная деполяризация.

Что касается распространения перпендикулярно слоям. Ранее в моей кандидатской диссертации был рассмотрен вопрос распространения перпендикулярно слоям. В этом случае оказалось, что даже первую поправку по отношению периода к длине волны в импедансе учесть уже нельзя. Поскольку

эта поправка становится зависимой от размера системы, в этом смысле мы бы пытались описать не материал, а какой-то конкретный образец.

**Председатель:**

А как соотносятся Ваши результаты с Рытовской работой при распространении вдоль?

**Мерзликин А.М.:**

Спасибо за этот вопрос. Хотелось бы отметить, что метод, которым рассматривалась эта система, применим не только к слоистым системам, но и к двумерным системам. А одномерную систему мы рассматривали именно для того, чтобы сравниться с Рытовым. И оказывается, что показатель преломления полностью соответствует Рытову.

**Председатель:**

Понятно, тогда продолжайте отвечать на вопросы оппонента.

**Мерзликин А.М.:**

Что касается учета поглощения, то если поглощение небольшое, то результаты изменятся мало. Все зоны, включая те, которые формируются на бриллюэновской границе, и те, которые формируются за счет перезамыканий, «размоются» в масштаб, соответствующий тангенсу потерь. Масштаб ширины запрещенной зоны по порядку величины равен отношению недиагональной компоненты к диагональной компоненте тензора диэлектрической проницаемости магнитооптического материала. Именно поэтому, как только размытие запрещенных зон станет сравнимо с шириной этих зон, эффект пропадет.

Следующий очень важный вопрос касается формирования таммовского состояния на границе двух фотонных кристаллов, где один кристалл – анизотропно-магнитооптический, а второй – обыкновенный. Для ответа на вопрос о поляризационных свойствах необходимо вернуться к таммовскому состоянию, возникающему на границе магнито-фотонного кристалла и обыкновенного фотонного кристалла из изотропных компонентов. Без магнитного поля мы имеем дважды вырожденное по поляризации таммовское состояние, при включении магнитного поля оно расщепляется на правое и левое таммовское состояние, а за счет того, что у нас есть большая добротность, мы имеем увеличение эффекта Фарадея. То есть магнитное поле снимает вырождение, и возникает эффект Фарадея. Теперь вернемся к таммовскому состоянию, возникающему на границе анизотропного магнито-фотонного кристалла и обыкновенного фотонного кристалла. В этом случае изначально нет вырождения по поляризации, потому что среда изначально является сильно анизотропной и наличие магнитного поля не снимает вырождение, а просто открывает запрещенную зону. Если бы у нас оба кристалла были сделаны из изотропных материалов, то мы могли бы для каждой поляризации сшить

граничные условия и получить соответствующие таммовские состояния. А в анизотропном магнито-фототнном кристалле, чтобы сшить собственное решение с решением в изотропном фотонном кристалле, нужно взять два собственных решения. Поэтому и не возникает расщепления.

**Городничев Е.Е.:**

То есть поляризация неопределенна?

**Мерзликин А.М.:**

Да, как показали расчеты, поляризация на выходе из системы зависит от того, где мы «обрежем» систему. В приведенном случае поляризация на выходе повернута примерно на 7 градусов относительно падающей волны.

**Городничев Е.Е.:**

То есть у Вас не вырожденное состояние?

**Мерзликин А.М.:**

Да.

Теперь замечание про локализацию в магнитных слоях. Рассуждения об инвариантности системы при переходе от  $\epsilon$  к  $\mu$  и одновременной замене эс и пэ поляризаций к приведенной системе, которая получалась из первоначальной системы за счет выбрасывания граничных условий на первой и последней границе. А именно эти условия в конечном счете и определяют разницу между прохождением эс и пэ поляризованной волны. То есть внутри системы все переотражения, которые возникают, действительно не зависят от поляризаций, а поляризация входит только за счет граничных условий. Поэтому длина локализации, которая является внутренней характеристикой системы и не зависит от условий на границе системы, является одинаковой для эс и пэ поляризаций.

**Председатель:**

Спасибо. Слово предоставляется официальному оппоненту, доктору физико-математических наук, Калитеевскому Михаилу Алексеевичу, Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет Российской академии наук.

**Калитеевский М.А.:**

*(Зачитывает отзыв, письменный отзыв имеется в деле).*

**Председатель:**

Спасибо. Александр Михайлович, ответьте на замечания.

**Мерзликин А.М.:**

Я полностью согласен с отмеченными недостатками.

Относительно угла поворота и степени эллиптичности: к сожалению, мы не достигли таких больших значений добротности, чтобы наблюдать большие значения эффекта Фарадея, и у нас он оставался достаточно маленьким. Поэтому вопросы, связанные с эллиптичностью, у нас не возникали.

Что касается компенсации анизотропии в системах с поглощением. Когда поглощение малое, в первом порядке теории возмущений можно добиться равенства волновых векторов. А в более высоких порядках добиться равенства не получается и наблюдать увеличение Фарадея нельзя.

**Председатель:**

Спасибо. Слово предоставляется официальному оппоненту, доктору физико-математических наук, Мурзиной Татьяне Владимировне.

**Мурзина Т.В.:**

*(Зачитывает отзыв, письменный отзыв имеется в деле).*

**Председатель:**

Спасибо. Александр Михайлович, ответьте на замечания.

**Мерзликин А.М.:**

Действительно, большинство результатов, полученных в первых главах, были получены преимущественно аналитическими методами. В частности, с помощью метода Т-матриц было получено уравнение, аналогичное уравнению Рытова, но для анизотропно-магнитооптических структур. Согласен, что наличие численного счета, например методами конечных разностей и методом конечных элементов, могло бы украсить диссертацию. Более того, вне диссертационной работы, методом конечных разностей был посчитан эффект суперпризмы для нахождения апертуры, необходимой для наблюдения этого эффекта.

В отношении материалов, используемых для исследования. Здесь я старался методологически следовать следующей парадигме: сначала необходимо теоретически показать, что эффект существует. Затем необходимо провести материаловедческие исследования по тем материалам, которые будут использоваться. Дело в том, что отличие параметров для используемых материалов от табличных данных может достигать 20% и более. В частности, когда мы делали работу по оптическому таммовскому состоянию, перед тем как создавать структуру, сначала напылялись отдельно слои каждого материала, по измерениям этих слоев находились диэлектрические проницаемости этих слоев, и потом под эти данные оптимизировалась структура. Этим же объясняется выбор ЖИГа, допированного висмутом, который в основном и использовался в диссертации. Поскольку в одной из лабораторий был нанесен слой ЖИГа, допированного висмутом, и качественно измерена его стокс-эллипсометрия, то удалось выделить дисперсию диагональной и недиагональной компонент диэлектрического тензора. Эти данные и использовались в дальнейших расчетах.

Категорически согласен с тем, что эффекты нужно переводить из магнитооптики в электрооптику, поскольку изменение тензора диэлектрической проницаемости в электрооптическом эффекте на пару порядков больше чем в

магнитооптическом. Кроме того, электрическим полем значительно проще управлять структурой. В частности, можно привести пример, что попытка сделать магнитооптический пространственный фильтр натолкнулась на большое тепловыделение, возникающее при создании локального магнитного поля за счет витков тока. Преимуществом магнитооптической системы, однако, является большее быстродействие, поскольку отклик магнитооптической системы порядка пикосекунды. И можно было бы управлять системой с терагерцевой частотой, а в электрооптике мы ограничены 50 гигагерцами.

С четвертым замечанием согласен, тоже хотелось бы больше эксперимента.

**Председатель:**

Спасибо. Переходим к дискуссии по диссертации. Пожалуйста, кто хочет выступить? Пожалуйста, Андрей Карлович.

**Сарычев А.К.:**

Я, возможно, знаю Александра Михайловича дольше всех, поскольку он был в числе первого набора нашей кафедры в МФТИ и уже тогда отличался тем, что ходил на все лекции, а во-вторых, все понимал, просто было видно по отклику. Если мы посмотрим на список работ Александра Михайловича, мы увидим, что он продолжал работать даже в самые «страшные» годы. Нужно отметить, что он человек, преданный науке, живущий «внутри» своих таммовских состояний и структур. И второе, на что я хотел бы обратить внимание, что эта фотоника – она развивается долгое время, но вот здесь мы имеем тот случай, когда результаты, во-первых, подтверждены экспериментально, а во-вторых, могут быть использованы практически.

**Председатель:**

Спасибо большое Андрей Карлович. Кто-нибудь еще хочет выступить?

**Сон Э.Е.:**

Можно я скажу два слова?

**Председатель:**

Конечно.

**Сон Э.Е.:**

Мне очень приятно, что выпускник МФТИ сегодня защищается, и он не только прошел кафедру Андрея Николаевича Лагарькова, но и он слушал лекции Веселаго Виктора Георгиевича, который вел лабораторный практикум на физтехе. Диссертантом была продемонстрирована хорошая математическая школа. На вопросы он отвечал хорошо, уверенно, поэтому я считаю, что он полностью достоин этой степени. Направление очень интересное, главное, что если спросить, что человек сделал, то можно сказать коротко и ясно.

**Председатель:**

Спасибо. Вам предоставляется слово, Александр Михайлович.

**Мерзликин А.М.:**

Я бы хотел выразить огромную благодарность всем присутствующим. Отдельно хотелось бы сказать спасибо Алексею Петровичу Виноградову, который был моим научным руководителем в течение долгого времени и многому научил меня. Также хотел бы сказать спасибо Игнатову Антону Игоревичу, который был моим аспирантом. В значительной степени благодаря его активной работе удалось получить многие результаты.

**Председатель:**

Спасибо. Садитесь, пожалуйста. Предлагаю выбрать счетную комиссию, пожалуйста, предложения.

**Ученый секретарь:**

У меня есть предложение. Выбор наиболее ответственных, а именно: Амиров Р.Х., Антонов А.С. и Василяк Л.М. (председатель счетной комиссии).

**Председатель:**

Спасибо. Кто за то, чтобы выбрать комиссию в таком составе? против? воздержался? Принято единогласно. Тогда прошу проголосовать.

*(Проводится процедура тайного голосования).*

**Председатель:**

Слово для оглашения результатов тайного голосования предоставляется Амирову Р.Х.

**Председатель счетной комиссии:**

Состав диссертационного совета утвержден в количестве **20** человек, введенных членов нет, на заседании присутствуют **19** членов совета, в том числе докторов наук по профилю диссертации **18**. Роздано **19** бюллетеней, остались не розданными **1**. В урне оказалось **19** бюллетеней.

Результаты голосования:

**За присуждение** ученой степени доктора физико-математических наук **Мерзликину Александру Михайловичу** проголосовало **19** членов диссертационного совета, **против – нет, недействительных бюллетеней – нет.**

**Председатель:**

Предлагается утвердить протокол счетной комиссии. Кто за то, чтобы утвердить протокол голосования? против? воздержался? Принято единогласно. *(Протокол счетной комиссии утверждается единогласно).* Диссертационный совет должен принять заключение по диссертации Мерзликина А.М. и утвердить его. Проект заключения роздан. А теперь переходим к проекту заключения.

*(Члены диссертационного совета обсуждают проект заключения).*

Предлагается принять заключение с обсужденными нами изменениями. Прошу голосовать. *(Утверждается единогласно открытым голосованием).* Заседание диссертационного совета объявляется закрытым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДМ 002.262.01  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ  
ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ ПРИ УЧАСТИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 10.06.2016 протокол № 6

О присуждении Мерзликину Александру Михайловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Мезоскопические эффекты когерентного распространения и локализации поляризованных электромагнитных волн в фотонных кристаллах и неупорядоченных слоистых средах» в виде рукописи по специальности 01.04.13 – Электрофизика, электрофизические установки, принята к защите 09.03.2016, протокол № 2, диссертационным советом ДМ 002.262.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной электродинамики при участии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, <http://www.itae.ru/>, (495) 484-2383), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 15.02.2013 № 75/нк.

Соискатель Мерзликин Александр Михайлович 1977 года рождения, в 2000 году окончил Московский физико-технический институт (государственный университет), в 2003 году защитил кандидатскую диссертацию «Исследование распространения и локализации волн в слоистых системах» в диссертационном совете Д002.110.01 при ОИВТ РАН по специальности 01.04.13 – Электрофизика, электрофизические установки, диплом КТ № 113493.

В настоящее время работает ведущим научным сотрудником Лаборатории № 1 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук.

Научный консультант – Виноградов Алексей Петрович, д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук, Лаборатория №1.

Официальные оппоненты:

д.ф.-м.н. Городничев Евгений Евгеньевич, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», кафедра теоретической ядерной физики, профессор;

д.ф.-м.н. Калитеевский Михаил Алексеевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования и науки «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет Российской академии наук», лаборатория физики наноструктур, главный научный сотрудник;

д.ф.-м.н. Мурзина Татьяна Владимировна, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», кафедра квантовой электроники, доцент, –

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН в своем положительном заключении, составленном главным научным сотрудником лаборатории 141, д.ф.-м.н., профессором Барабаненковым Ю.Н. (утвержденном директором ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, чл.-корр. РАН, профессором Никитовым С.А.), указала что:

1. Впервые показана возможность подавления анизотропии в двумерных фотонных кристаллах за счет дисперсии, вызванной пространственной периодичностью, в результате чего увеличивается эффект Фарадея.

2. Впервые показано, что в магнито-фотонных кристаллах при намагничивании возникают новые запрещенные зоны, с формированием которых связано возникновение «замороженной моды».
3. Впервые показано, что эффект суперпризмы – сильного отклонения направления распространения волны при небольшом изменении параметров системы – возможно наблюдать в слоистых структурах, если на их поверхность нанести дифракционную решетку.
4. Предсказано существование поверхностного состояния, являющегося электродинамическим аналогом таммовского состояния, и усиление эффекта Фарадея на частоте такого состояния.
5. Впервые показано, что по мере распространения волны функция распределения поляризации перестает зависеть от изначальной поляризации.
6. Впервые показано самоусреднение действительной и мнимой частей эффективного показателя преломления в слоистых средах.

Результаты исследования могут быть рекомендованы для использования в ИТПЭ РАН, ОИВТ РАН, МФТИ, НИУ ИТМО, ФИАН, ИОФРАН, НИЯУ МИФИ, в МГУ им. М.В. Ломоносова, в ФТИ им. А.Ф. Иоффе, а также в других научных учреждениях в проводимых в указанных организациях исследованиях, посвященных оптике наноструктур, оптоинформатике и нанофотонике.

Соискатель имеет более 50 статей в реферируемых журналах, в том числе 34 статьи по теме диссертации (34 из них в журналах из списка ВАК), а также более 50 тезисов в сборниках трудов конференций. Список публикаций проверен, все они принадлежат А.М. Мерзликину.

#### Основные работы:

1. A.P. Vinogradov, A.M. Merzlikin, Phys. Rev. E. – 2004. – Vol. 70. – P. 026610.
2. A.M. Merzlikin et al., Phys. Rev. E. – 2005. – Vol. 72. – P. 046603.
3. A.M. Merzlikin, A.P. Vinogradov et al., JMMM – 2006. – Vol. 300. – P. 108.
4. A.M. Merzlikin, A.P. Vinogradov, Optics Comm. – 2006. – Vol. 259. – P. 700.
5. A.P. Vinogradov, A.V. Dorofeenko, S.G. Erokhin, M. Inoue, A.A. Lisyansky, A.M. Merzlikin et al., Phys. Rev. B. – 2006. – Vol. 74. – P. 045128.
6. A.M. Merzlikin, A.P. Vinogradov, et al., Physica B: 2007. – Vol. 394. – P. 277.
7. T. Goto, A.V. Dorofeenko, A.M. Merzlikin, et al., Phys. Rev. Lett. – 2008. – Vol. 101. – P. 113902.
8. A.M. Merzlikin, et al., Phys. Rev. B. – 2009. – Vol. 79. – P. 195103.

9. T. Goto, A.V. Baryshev, M. Inoue, A.V. Dorofeenko, A.M. Merzlikin et al., Phys. Rev. B. – 2009. – Vol. 79. – P. 125103.
10. А.П. Виноградов, А.В. Дорофеев, А.М. Мерзликин, А.А. Лисянский, УФН. – 2010. – Т. 180. – С. 249.
11. A.I. Ignatov, A.M. Merzlikin et al., Phys. Rev. B. – 2011. – Vol. 83. – P. 224205.
12. A. Chakravarty, M. Levy, A.A. Jalali, Z. Wu, and A.M. Merzlikin, Phys. Rev. B. – 2011. – Vol. 84. – P. 094202.
13. A.I. Ignatov, A.M. Merzlikin et al., Materials. – 2012. – Vol. 5. – P. 1055.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. д.ф.-м.н. **М.Ф. Лимонов**, главный научный сотрудник ФТИ им А.Ф. Иоффе, – отзыв положительный, с замечаниями:  
- в работе не приведены оценки влияния поглощения на наблюдаемые эффекты;
2. д.ф.-м.н. **Е.А. Ганьшина**, ведущий научный сотрудник, физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, – отзыв положительный, с замечаниями:  
- в главе 3 недостаточно исследован вопрос о добротности оптического таммовского состояния в СВЧ области. В оптической области частот согласование эксперимента и теории почти идеальное (см. Рис. 9 на стр. 17), а в СВЧ области хорошо совпадает только частота резонанса, а его добротность кажется значительно ниже рассчитанной методом матриц переноса (см. Рис. 11 на стр. 18).
3. д.ф.-м.н. профессор, чл.-корр. РАН **Е.Л. Ивченко**, главный научный сотрудник ФТИ им А.Ф. Иоффе, – отзыв положительный, без замечаний;
4. д.ф.-м.н., профессор **В.Г. Веселаго**, заведующий лабораторией магнитных материалов ИОФ РАН, – отзыв положительный, без замечаний;
5. д.ф.-м.н., профессор **В.И. Балыкин**, заведующий лабораторией лазерной спектроскопии Института спектроскопии РАН, – отзыв положительный, без замечаний.

Выбор официальных оппонентов обосновывается проводимыми ими исследованиями, непосредственно связанными с темой диссертации.

Выбор д.ф.-м.н. Городничева Е.Е. в качестве оппонента обосновывается тем, что он является ведущим ученым в области исследования диффузии поляризованного излучения и автором работ, посвященных рассеиванию поляризованного излучения в неупорядоченных средах:

1. Gorodnichev E. E., et al., Impact of wave polarization on long-range intensity correlations in a disordered medium// JOSA A – 2016. – Vol. 33. – P. 95-106.

2. Gorodnichev E. E. et al., Depolarization coefficients of light in multiply scattering media// Phys. Rev. – 2014. – Vol. 90. – P. 043205.
3. Gorodnichev E. E. et al., Imaging through turbid media by polarized light// Laser Physics. - 2012. - Vol. 22. - P. 566-574.

Выбор д.ф.-м.н. Калитеевского М.А. в качестве оппонента обосновывается тем, что он является ведущим ученым в области исследования распространения электромагнитных волн в фотонных кристаллах и неупорядоченных средах и автором множества работ, посвященных оптическим состояниям, влиянию беспорядка на свойства фотонных кристаллов и андерсоновской локализации света:

1. Kaliteevski M. A., et al., Experimental Demonstration of Reduced Light Absorption by Intracavity Metallic Layers in Tamm Plasmon-based Microcavity// Plasmonics. - 2015.- Vol. 10. - P. 281-284.
2. Kaliteevski M. A., et al., Reduced absorption of light by metallic intra-cavity contacts: Tamm plasmon based laser mode engineering// Tech. Phys. Lett. - Vol. 39. - P. 698-701.
3. Little C. E., et al., Tamm plasmon polaritons in multilayered cylindrical structures// Phys. Rev. B. - 2012. - Vol. 86. - P. 235425.

Выбор д.ф.-м.н. Мурзиной Т.В. в качестве оппонента обосновывается тем, что она является признанным специалистом в области распространения электромагнитных волн в электро- и магнитооптических средах, а также является автором множества работ, посвященных фотонным кристаллам:

1. I.A. Kolmychek, et al., Magneto-optical response of two-dimensional magnetic plasmon structures based on gold nanodiscs embedded in a ferrite garnet layer // JETP Lett. - 2015. - Vol. 102. - P. 46.
2. S.E. Svyakhovskiy, et al., Experimental demonstration of selective compression of femtosecond pulses in the Laue scheme of the dynamical Bragg diffraction in 1D photonic crystals// Opt. Express - 2014. - Vol. 22. - P. 31002.
3. S.E. Svyakhovskiy, et al., Observation of the temporal Bragg-diffraction-induced laser-pulse splitting in a linear photonic crystal// Phys. Rev. A. - 2012. - Vol. 86. - P. 013843.

Выбор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН в качестве ведущей организации обусловлен тем, что данный институт является многопрофильной организацией, проводящей обширные исследования, в том

числе по тематике диссертации. В частности, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН является ведущей организацией по исследованию электрооптических и магнитооптических материалов. Основные публикации сотрудников ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, близкие по тематике к диссертации:

1. Morozova M. A., et al., Band gap control in a line-defect magnonic crystal waveguide // APL. - 2015. - Vol. 107. - P. 242402.
2. Mruczkiewicz M., et al., Observation of magnonic band gaps in magnonic crystals with nonreciprocal dispersion relation// Phys. Rev. B. - 2014. - Vol. 90. - P. 174416.
3. Kozina O.N., Mel'nikov L.A., Determination of the possibility of controlling the optical properties of dielectric photonic-crystal fibers with semiconductor inclusions // Opt. and Spectroscopy. - 2013. - Vol. 114. - P. 899.
4. Filimonov Y., Pavlov E., Vystotskii S. et al., Magnetostatic surface wave propagation in a one-dimensional magnonic crystal with broken translational symmetry // APL. - 2012. - Vol. 101. - P. 242408.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

1. Разработана теория когерентного распространения поляризованных волн в анизотропных и гиротропных фотонных кристаллах и случайных слоистых средах.
2. Впервые показано, что при намагничивании фотонного кристалла происходит гибридизации блоховских волн немагнитного фотонного кристалла.
3. Для двумерного фотонного кристалла впервые показано существование направлений, вдоль которых эффект Фарадея не подавлен анизотропией.
4. Предсказано формирование поляризационно-вырожденной запрещенной зоны при намагничивании фотонного кристалла, обладающего анизотропией и содержащего магнитооптические компоненты.
5. Предсказано формирование электродинамического аналога таммовского состояния на границе фотонного кристалла и слоя отрицательной проницаемости. Предсказанный эффект подтвержден экспериментально.
6. Предсказан эффект гигантского отклонения направления распространения излучения при намагничивании фотонного кристалла.
7. Впервые проведено исследование андерсоновской локализации поляризованного излучения в случайно-анизотропных средах.

8. Предложен метод описания когерентного распространения и андерсоновской локализации электромагнитных волн в неоднородных слоистых средах с помощью эффективного показателя преломления.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

- Получены условия гибридизации волн в фотонных кристаллах, содержащих магнитооптические включения. Показано, что гибридная блоховская волна содержит гармоники разной поляризации.
- Показано, что поляризационно-вырожденная запрещенная зона возникает одновременно для обоих собственных решений и формируется внутри бриллюэновской зоны. Существование таких зон непосредственно связано с векторной природой электромагнитных волн, поэтому они не имеют аналога в квантовой теории твердого тела.
- Предсказано усиление эффекта Фарадея на частоте оптического таммовского состояния. В области СВЧ предсказана возможность управления частотой таммовского состояния при помощи внешнего магнитного поля.
- Впервые показано, что эффект существенного отклонения направления распространения прошедшей волны при малом отклонении направления падающей волны или при намагничивании структуры можно реализовать на слоистой системе с нанесенной на ее поверхность дифракционной решеткой.
- Впервые показано, что в многослойной структуре с одинаковым характеристическим импедансом длина локализации не зависит от поляризации падающего излучения.
- Впервые показана стохастизация поляризации волны по мере распространения вглубь системы случайно ориентированных анизотропных слоев.
- Впервые показано, что в слоистых системах эффективный показатель преломления самоусредняется при любых соотношениях длины волны и размера неоднородности.

Значение полученных соискателем результатов **исследования для практики подтверждается** тем, что:

- в работе показана возможность управлять направлением, поляризацией и интенсивностью излучения, распространяющегося в фотонном кристалле, при помощи внешних электрических и/или магнитных полей;
- на основе расчетов, приведенных в диссертации, в СВЧ диапазоне продемонстрировано селективное пропускание на частоте таммовского

резонанса. Показана возможность управления частотой таммовского резонанса при помощи внешнего магнитного поля;

- в оптическом диапазоне за счет увеличения эффекта Фарадея на частоте таммовского состояния показана возможность управления поляризацией излучения;

- в слоистых средах предсказана возможность существенного отклонения направления распространения излучения при малом отклонении угла падения или при намагничивании структуры;

- предложено создание управляемого внешним электрическим полем оптического фильтра на основе планарного гофрированного волновода из электрооптического материала.

Результаты работы могут быть использованы для разработки и создания различных оптических и оптомеханических наноразмерных приборов и устройств, в частности, для:

- управляемых магнито- и электрооптических фильтров и устройств на их основе (в частности, магнитооптических затворов и пространственных модуляторов света);
- управляемых разветвителей и циркуляторов;

Результаты исследования могут быть рекомендованы для использования в НИУ ИТМО, ФИАН, ИОФАН, НИЯУ МИФИ, в МГУ им. М.В. Ломоносова, в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе, а также в других научных учреждениях в проводимых в указанных организациях исследованиях, посвященных оптике наноструктур, оптоинформатике и нанофотонике.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

- расчетно-теоретические исследования построены на общепризнанных законах электродинамики и оптики. Они согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

- формирование предсказанного таммовского состояния и усиления эффекта Фарадея на частоте этого состояния подтверждено экспериментально;

- идеи диссертационной работы основаны на анализе и обобщении передового опыта работы других научных групп и лабораторий;

- результаты работы опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, некоторые расчеты легли в основу экспериментальных работ.

**Личный вклад соискателя** состоит в выборе темы исследования, постановке задачи, численном моделировании и анализе полученных

результатов. Подготовка основных публикаций по выполненной работе осуществлялась автором лично или совместно с соавторами при существенном или определяющем вкладе соискателя. Апробация результатов исследования проводилась на более чем 30 российских и международных конференциях, в которых соискатель принимал личное участие.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация, являясь важным научным достижением в электродинамике фотонных кристаллов и неупорядоченных сред, представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям пункта 9, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013.

На заседании от 10.06.2016 диссертационный совет ДМ 002.262.01 принял решение присудить Мерзликину А.М. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 18 докторов наук по специальности 01.04.13 – Электрофизика, электрофизические установки, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, (дополнительно введены на разовую защиту 0 человек), проголосовали: за 19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета ДМ 002.262.01  
д.ф.-м.н., профессор, академик РАН

Лагарьков А.Н.

Ученый секретарь диссертационного совета ДМ 002.262.01  
к.ф.-м.н.

Кугель К.И.



10.06.2016