

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Елисеевой Светланы Вячеславовны "Резонансные, поляризационные и динамические эффекты в активных фотонно-кристаллических и магнитодипольных структурах", представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 - оптика

Актуальность. Диссертация Елисеевой Светланы Вячеславовны "Резонансные, поляризационные и динамические эффекты в активных фотонно-кристаллических и магнитодипольных структурах" посвящена решению актуальных и фундаментальных задач магнитооптики и оптоэлектроники для фотонно-кристаллических и магнитодипольных структур. Такие структуры привлекают внимание широкого круга исследователей благодаря своим уникальным оптическим, поляризационным, резонансным и динамическим свойствам, что поднимает актуальность диссертационной работы на высокий уровень. Целью работы является исследование резонансного взаимодействия монохроматического и импульсного излучения с периодическими мелкослоистыми, одномерными фотонно-кристаллическими и магнито-дипольными структурами, формируемыми на основе управляемых внешними полями материалов. Кроме того, в работе определяются параметры структур и условия наблюдения больших магнитооптических и динамических эффектов. Актуальность работы подкрепляется убедительным обоснованием дальнейшего использования результатов работы при создании миниатюрных многофункциональных элементов магнито- и оптоэлектроники.

Краткая характеристика. Диссертация Елисеевой С.В. состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы, содержащего 351 ссылку, 126 рисунков, 6 таблиц, приложения и содержит 257 страниц.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы исследования и сформулированы основные задачи работы.

В первой главе анализируются современные публикации и достижения в области оптики, магнитооптики и оптоэлектроники, предлагается возможное применение, полученных результатов.

Во второй главе с точки зрения эффективной среды рассмотрены периодические мелкослоистые, нанокompозитные и графеносодержащие структуры, определены их эффективные материальные параметры. Исследованы условия существования и свойства поверхностного плазмон-поляритона на границе раздела поглощающей нанокompозитной среды и усиливающего диэлектрика, эффективной мелкослоистой среды и вакуума.

В третьей главе исследованы спектральные и дисперсионные характеристики одномерных фотонно-кристаллических структур без нарушения периодичности.

В четвертой главе предлагается классификация дефектов в одномерных фотонных кристаллах. Рассмотрены оптические и спектральные свойства структур с дефектами инверсии и внедрения. В качестве дефектного слоя выбрана активная среда: магнетик или сегнетоэлектрик.

В пятой главе исследуются магнитооптические эффекты и поляризационные свойства дефектных фотонных структур. Рассмотрено явление интерференции встречных волн на поглощающем слое.

В шестой главе исследовано взаимодействие импульсного излучения с фотонно-кристаллическими структурами и влияние дефектов на форму огибающих отраженных и прошедших импульсов.

В седьмой главе рассмотрена динамика магнитного момента на воздействие импульса поля и реализация перемагничивания и неперемагничивания отдельной наночастицы, антиферромагнитной ячейки и решетки, составленной из таких наночастиц.

В приложении представлен список публикаций автора по теме диссертационной работы. Основная часть которых опубликована в высокорейтинговых отечественных и зарубежных журналах.

Научная новизна и практическая значимость. В диссертации Елисейевой С.В. получены результаты, обладающие научной новизной и имеющие несомненную практическую значимость:

1. Возможность управления эффективной средой, составленной из магнитных и полупроводниковых слоев, в неперекрывающихся частотных диапазонах; волна ТЕ-типа управляема в СВЧ диапазоне за счет резонансной зависимости магнитной проницаемости, описывающей магнитные слои, а волна ТМ-типа управляема в ИК-диапазоне за счет резонансной зависимости диэлектрической проницаемости полупроводниковых слоев; указанные свойства могут быть использованы при создании модуляторов, частотных фильтров и замедляющих структур.
2. В спектре фотонной структуры «полупроводник-диэлектрик» внешнее поле и увеличение угла падения излучения на структуру приводит к сужению либо увеличению имеющихся разрешенных и запрещенных зон, а также к появлению новых запрещенных зон, что может быть использовано для эффективного управления характеристиками взаимодействующего со структурой излучения.
3. Для нанокompозитных, графен-содержащих и диэлектрических поглощающих структур получены условия, при которых увеличивается их

поглощательная способность. Так, за счет изменения разности фаз падающих на слой когерентных волн при их встречной интерференции возможно эффективное управление интегральным тепловыделением и дополнительной интерференционной составляющей коэффициента поглощения.

4. В случае антиферромагнитной наночастицы, состоящей из двух дипольно-связанных наночастиц под действием импульса внешнего магнитного поля с определенной продолжительностью и амплитудой возможна реализация перемагничивания только одного или только другого диполя, при этом магнитный момент системы меняется с 0 на ± 2 , либо перемагничивание обоих диполей, тогда магнитный момент сохраняется. Указанные наночастицы могут быть использованы при создании трех-четырех уровневых элементов памяти.

На основе результатов диссертационной работы оформлено и получено два патента на полезную модель и один патент на изобретение.

Достоверность результатов работы. Достоверность и обоснованность полученных результатов обусловлена применением в исследовании развитого математического аппарата и хорошо апробированных теоретических моделей, корректным и достаточно строгим использованием математических методов прикладной физики, а также соответствием выводов работы, результатам моделирования и экспериментам, полученным другими авторами.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на представительных всероссийских и международных научных конференциях. Автором опубликовано 40 работ, из которых 5 статей в центральных научных журналах, рекомендованных ВАК, 32 статьи в журналах, индексируемых Web of Science или Scopus и 3 патента.

В целом диссертация Елисеевой С.В. является законченным исследованием, представляет решение актуальных задач, объединенных общим подходом, обеспечивающим возможность формирования мелкослоистых сред с заданными эффективными материальными параметрами, управления магнитоактивными структурами для создания миниатюрных и многофункциональных элементов систем оптоэлектроники.

Замечания. По работе могут быть сделаны следующие замечания:

1. При анализе результатов работы не проводится сравнение с результатами моделирования и экспериментов других авторов при исследованиях похожих структур и явлений.
2. Нет ясности, к чему приводит учет квадратичных по малому параметру поправок при рассмотрении свойств гиротропных мелкослоистых сред.

3. К сожалению, в работе отсутствует анализ зависимости фарадеевского вращения в микрорезонаторной структуре от типа и структуры дефекта.

4. В диссертации встречается множество опечаток. На страницах 64-69 подписи к рисункам перепутаны, на стр. 85 несовпадение обозначений на рисунке и в тексте.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает содержание всей работы и имеет достаточное количество графического материала.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования Елисейевой С.В.

Общее заключение. Представленная диссертационная работа является законченным исследованием, выполненным автором самостоятельно. Полученные в ней результаты можно классифицировать как научное достижение, представляющее существенный вклад в развитие оптики, магнито- и оптоэлектроники планарных мелкослоистых, фотонных и магнитодипольных структур. По совокупности новизны, научной значимости основных результатов и выводов считаю, что диссертация Елисейевой С.В. удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 - оптика.

Официальный оппонент

Вилков Евгений Александрович

Профессор РАН, ведущий научный сотрудник ФИРЭ им. В. А. Котельникова РАН, доктор физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния».

Фрязинский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки ИНСТИТУТА РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 141190, Россия, Московская область, г. Фрязино, пл. Введенского, 1
e - mail: e-vilkov@yandex.ru

Web-сайт: <https://fireras.ru/>

Дата: 5.06.2020

Подпись Вилкова Е.А. заверю _____ Ученый секретарь
ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, д.ф.-м.н. Чучева Галина Викторовна

