

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Михайловой Татьяны Владиславовны на тему «Одномерные магнитофотонные кристаллы с модифицированным магнитоактивным слоем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений

Диссертационная работа Михайловой Т.В. представляет собой фундаментальное экспериментальное исследование, связанное с решением важной задачи физики магнитных явлений – разработкой технологии, созданием и исследованием характеристик магнитофотонных кристаллов (MPhCs), которые могли бы составить основу устройств для разноплановых приложений. Среди материалов, применяемых для магнитооптических (МО) устройств приема и обработки информации, особое место занимают висмут- замещенные ферриты-гранаты Bi:IG. В зависимости от химического состава, особенно от содержания Bi, МО активность и другие физические свойства Bi IG могут варьироваться в широком диапазоне.

Несмотря на существующее разнообразие одномерных магнитофотонных кристаллов (1D-MPhCs), актуальной задачей современной магнитооптики и магнитофотоники остается разработка новых типов структур 1D-MPhCs с магнитоактивными слоями Bi:IG и оптимальными для разноплановых применений оптическими и МО техническими характеристиками. Важной является разработка технологий создания 1D-MPhCs и устройств на их основе. Целый ряд проблем как технологического, так и исследовательского плана в этой области остаются нерешенными. Предлагаемый высокомагнитоактивный слой должен обладать оптимальными оптическими и МО параметрами, которые могут быть достигнуты только при правильном подборе условий синтеза пленок Bi: IG.

Диссертация Михайловой Т. В. прямо направлена на исследование физических основ технологии и создание новых материалов с заранее заданными свойствами, актуальных для различных применений. В связи с этим, данная работа, посвященная созданию и исследованию магнитофотонных кристаллов (MPhCs), является **актуальной**.

Анализ диссертации, автореферата и научных публикаций по теме диссертации Михайловой Т. В. позволил констатировать следующее.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений и определяется как интересами фундаментальной физики магнитных явлений, так и ее прикладным аспектом. Работа Михайловой Т. В. относится к интенсивно развивающимся и перспективным разделам физики магнитных явлений, связанным с проблемой создания магнитофотонных кристаллов.

Актуальность темы диссертационного исследования подтверждается ее прямой связью с проектами Министерства образования и науки Украины. Работа выполнена в соответствии с направлениями научно-исследовательской работы Таврического национального университета имени В.И.Вернадского и бюджетной тематика кафедры, на котором работает автор.

Задачи диссертации автором четко сформулированы и научно обоснованы. На основании проведенного аналитического обзора литературы обоснован выбор объекта и предмета исследования и сформулирована цель работы. Для достижения основной цели диссертации Михайловой Т. В. был решен ряд проблем, не поднимавшихся до этого в литературе.

Литературный обзор и библиография свидетельствуют о достаточной эрудиции и основательном научном подходе диссертанта к изучаемой проблеме.

Новизна вынесенных на защиту положений не вызывает сомнений.

К безусловным достоинствам работы Михайловой Т. В. относится ее личный вклад в развитие технологии создания MPhCs. В частности, применение двухэтапной технологии синтеза и метода ионно-лучевого распыления в Ag-O смеси на холодные подложки с последующей кристаллизацией позволили автору диссертации синтезировать высокомагнитоактивный слой для предложенных структур 1D-MPhCs.

Оригинальные разделы диссертации Михайловой Т. В. содержат уникальные фундаментальные для физики магнитных явлений результаты. Из наиболее важных **новых** результатов отмечу следующие.

Среди наиболее наукоемких следует отметить результаты исследований оптических и МО свойств однослойных пленок $\text{Bi}_{1,0}\text{Y}_{0,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,2}\text{Al}_{0,8}\text{O}_{12}$ (M1), $\text{Bi}_{2,8}\text{Y}_{0,2}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (M2) и $\text{Bi}_{1,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,5}\text{Ga}_{0,5}\text{O}_{12}$ (M3) и двухслойных структур на их основе. Впервые показано, что оптимальные МО характеристики пленок ферритов-гранатов M1, M2 и M3 на подложках GGG и предложенных магнитоактивных слоев M1/M2 и M1/M3 на негранатовых подложках или слоях, полученных методом ионно-лучевого распыления в Ag-O смеси на холодные подложки с последующей кристаллизацией, могут быть достигнуты при использовании низких скоростей нагрева кристаллизационного отжига и при оптимальной толщине буферного слоя M1 в двухслойной структуре.

Нельзя не отметить убедительный результат, связанный с возможностью управлять инверсией знака МО эффектов и СПМФП в двухслойных наноструктурах на основе пленок M2, в которых «толстый» нижний слой $(\text{BiGdY})_3(\text{FeGa})_5\text{O}_{12}$ имеет градиентное распределение элементов по толщине, а верхний «тонкий» слой имеет стехиометрический состав M2.

На основании проведенного детального изучения автором **впервые** установлены механизмы СПМФП.

Среди методических находок автора следует отметить удачное использование методов МО спектроскопии для исследования переходных слоев «подложка – пленка» и состояний магнитной структуры пленки Bi: IG с высоким содержанием Bi – $\text{Bi}_{2,8}\text{Y}_{0,2}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$. Такие пленки оказались идеальными объектами для исследований вследствие реализации в их МО спектрах для рассматриваемого диапазона длин волн трех электрически дипольных переходов с диамагнитной формой линии, резонансные частоты и интенсивности которых зависят от концентрации Bi и Fe.

Детальный анализ экспериментальных данных позволил Михайловой Т.В. заключить, что добротность микрорезонаторных 1D-MPhCs с модифицированным слоем может быть увеличена за счет использования конфигураций 1D-MPhCs с оптической определенной толщиной магнитного слоя и двумя резонансными пиками внутри PBG. Определены 1D-MPhCs с наибольшей добротностью.

Достоверность и обоснованность результатов диссертации Михайловой Т. В. не вызывает сомнений и подтверждается тщательностью постановки эксперимента, использованием современного экспериментального оборудования, обеспечивающего возможность проводить исследования комплекса физических свойств выбранного объекта, которые друг друга дополняют. Для получения экспериментальных результатов использован комплекс экспериментальных методов: оптической спектроскопии; определения показателя преломления, поглощения и толщины

тонких пленок по их спектрам пропускания; метод матриц переноса 4×4 решения основных электродинамических уравнений Максвелла для многослойных структур 1D-MPhCs при использовании дисперсионных зависимостей тензоров диэлектрической проницаемости функциональных слоев; численные методы (метод поточечной безусловной оптимизации и метод наименьших квадратов).

Основные выводы, сформулированные автором, представляются вполне **обоснованными** и не противоречат современным представлениям физики магнитных явлений.

Ценность для науки и практики выводов диссертационной работы Михайловой Т. В. не вызывает сомнений и связана прежде всего с предложенным автором методическим подходом к исследованию сложных магнитных материалов. Полученные в работе теоретические и экспериментальные результаты показали, что характеристики МО устройств магнитооптики и магнитофотоники – вращателей и переключателей, созданных на основе 1D-MPhCs с пленками Bi:IG – можно значительно улучшить, используя в структурах 1D-MPhCs модифицированный магнитоактивный слой. Уникальные свойства наноразмерных слоев Bi:IG могут быть задействованы в устройствах плазмоники и спинтроники (для создания спиновых токов и вентилях).

Научные результаты диссертации Михайловой Т.В. расширяют фундаментальные представления физики магнитных явлений, в частности, о физических аспектах технологии создания одномерных магнитофотонных кристаллов.

Оценивая диссертацию Михайловой Т. В. в целом, нужно отметить ее общий высокий уровень, комплексный характер исследований и глубину понимания изучаемой проблемы. В диссертации получены новые фундаментальные физические результаты, дано их обобщение и интерпретация, содержится физическая трактовка основных выводов и выводы о практическом их использовании. Диссертация Михайловой Т. В. представляет собой фундаментальное исследование, оставляет впечатление завершенного этапа деятельности.

Достаточное количество публикаций в рейтинговых научных журналах подтверждает весомость данной работы в области физики магнитных явлений.

В качестве замечаний, которые нельзя считать принципиальными по существу основных положений диссертации, отмечу следующее.

1. Диссертация перегружена экспериментальными результатами, технологическими особенностями и констатацией не всегда существенных экспериментальных деталей. Работа существенно выиграла бы за счет сокращения этих моментов с уделением при этом большего внимания физической природе обнаруженных явлений.
2. Раздел «Заключение» в диссертации и автореферате представляется перегруженным экспериментальными фактами. Он одержит 8 пунктов при полном отсутствии физических выводов. П.П.2 и 5 содержат слова «...недостаточно....», «не может быть интерпретировано в рамках.....». А что предложено автором диссертации в качестве альтернативы, не понятно.
3. Если сравнить постановку задачи исследования и основные выводы работы, то не очень понятна их связь с названием диссертации. В них никаких слов по поводу «одномерных магнитофотонных кристаллов...» не содержится.
4. Автор постоянно пользуется сокращениями типа PC и 1D-MPC. Более удачными представляются сокращения PhCs и 1D-MPhCs.

5. Традиционно каждый раздел диссертации начинается с аннотации, в которой изложено краткое содержание раздела и перечислены ссылки, в которых содержится материал, принадлежащий автору, по данному разделу. Такие аннотации, к сожалению, в работе отсутствуют. Это затрудняет чтение и не позволяет сразу отделить лит. обзор от оригинальных разделов. Кстати, в названии раздела 1 следовало бы отметить, что это литературный обзор.

Диссертация и автореферат не лишены редакционных недочетов.

Сделанные замечания ни в коей мере не влияют на полученные диссертантом результаты, окончательные выводы работы и ее общую положительную оценку.

Материалы диссертации Михайловой Т. В. своевременно и в полном объеме опубликованы в рецензируемых журналах, доложены на авторитетных совещаниях. Автореферат правильно отражает содержание, структуру и основные выводы диссертации.

Заключение. По своей актуальности, объему проведенных исследований, степени новизны, научной и практической значимости полученных результатов, диссертация Михайловой Т. В. «Одномерные магнитофотонные кристаллы с модифицированным магнитоактивным слоем» удовлетворяет требованиям п.п. 9, 11, 12 «Порядку присуждения наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», которые предъявляются к кандидатским диссертациям, а ее автор Михайлова Татьяна Владиславовна заслуживает присуждения ей искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Официальный оппонент,

доктор физико-математических наук,
профессор, профессор кафедры общей
и экспериментальной физики Национального
технического университета «Харьковский
политехнический институт»

Беляева А.И.

Беляева А.И.

