

ОТЗЫВ

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

В последнее время в современной оптике комплексных сред интенсивно развивается новое научное направление, которое посвящено исследованию особенностей распространения электромагнитных волн (ЭМВ) в периодических структурах различной размерности, образованных различными материалами, период которых сравним с длиной ЭМВ. Такие искусственные периодические структуры, которые называют фотонными кристаллами (ФК), находят широкое применение в различных устройствах современной фотоники. Если ФК образованы магнитными и немагнитными материалами, то они называются магнитными ФК (МФК). Изучение оптических свойств МФК составляет содержание нового научного направления в физике магнитных явлений и магнитооптике (МО) – магнитофотоники. На сегодняшний день одномерные МФК, созданные в виде определенной последовательности тонкопленочных многослойных структур, являются перспективными для применения при изготовлении таких МО устройств как оптические изоляторы и переключатели, датчики магнитного поля и пространственные модуляторы света. Целью диссертационной работы Михайловой Т.В. является исследование одномерных МФК с магнитоактивным слоем из многокомпонентных висмут-замещённых ферритов-гранатов и оптимальными оптическими и МО параметрами, а также выявление особенностей МО эффектов, возникающих в магнитных слоях и структурах одномерных МФК. В связи с этим можно утверждать, что тема диссертационной работы Михайловой Т.В. является актуальной, а проведенные диссертантом научные исследования представляют как фундаментальный, так и прикладной интерес.

Диссертация состоит из введения, четырёх разделов, заключения, благодарностей, списка использованных источников и двух приложений. Во введении достаточно полно обоснован выбор тематики диссертации, сформулированы цель и задачи исследований, показана новизна и практическая ценность полученных результатов, указан личный вклад автора, описана структура диссертации. В первом разделе представлен литературный обзор работ по теме исследования. В данном разделе описаны кристаллическая и магнитная структуры, оптические и МО свойства и особенности получения поликристаллических и монокристаллических плёнок висмут-замещённых ферритов-гранатов, уже созданные структуры одномерных МФК и их основные свойства и достоинства. Диссертант достаточно полно изложил содержание предшествующих исследований по данной тематике, что свидетельствует о хорошем знании

литературы по теме диссертации. Список цитируемых в диссертационной работе публикаций включает 140 наименований, среди которых отмечены основные статьи по МФК. До работ автора не рассматривались перспективы создания и некоторые свойства одномерных МФК на основе негранатовых немагнитных материалов и магнитными слоями висмут-замещённых ферритов-гранатов с высоким содержанием висмута.

Второй раздел диссертации посвящён изложению методов проведения диссертационного исследования и синтеза исследуемых образцов плёнок ферритов-гранатов и структур одномерных МФК. Для синтеза структур одномерных МФК предложено использовать модифицированный слой – двухслойную плёнку висмут-замещённых ферритов-гранатов, в которой буферный нижний слой имеет содержание висмута меньше 1 ат./ф.е., основной слой – больше 1,5 ат./ф.е. Применение такой модификации решает существующую до работ соискателя и его соавторов проблему формирования стехиометрической фазы висмут-замещённого феррита-граната со значительным или полным замещением висмута на экономически выгодных для серийного производства негранатовых слоях и подложках.

В третьем разделе диссертации исследованы оптические и МО свойства тонких и наноразмерных плёнок и структур на основе висмут-замещённых ферритов-гранатов. Полученные результаты исследования влияния на свойства плёнок скорости нагрева при кристаллизационном отжиге, материала и ионной обработки подложки позволили в дальнейшем синтезировать одномерные МФК кристаллы с необходимым оптическим и МО качеством. Вызывают интерес оригинальные результаты, полученные для наноразмерных плёнок и двухслойных структур на их основе. Показано существование различной структуры переходных слоёв «плёнка – подложка» и идентифицированы магнитные фазовые переходы в наноразмерных плёнках висмут-замещённых ферритов-гранатов и структурах на их основе. К настоящему времени в научной литературе отсутствуют данные относительно свойств подобных наноразмерных пленок, в то время как их знание необходимо для расчета и синтеза ФК.

В четвёртом разделе диссертации рассмотрены свойства синтезированных периодических и микрорезонаторных структур одномерных МФК. Моделирование свойств позволило определить конфигурации микрорезонаторных структур с оптимальным соотношением пропускания и угла вращения плоскости поляризации. Экспериментально и теоретически исследованы спектральные зависимости эффекта магнитного кругового дихроизма микрорезонаторных структур одномерных МФК. В результате моделирования свойств рассмотрено влияние магнитного кругового дихроизма в магнитоактивном слое на асимметрию форм резонансных пиков спектров МО эффектов микрорезонаторных одномерных МФК.

В выводах сформулированы основные положения, выносимые на защиту. Представленные в диссертации результаты являются новыми. К числу наиболее интересных и важных, на мой взгляд, следует отнести следующие:

- предложены, оптимизированы и исследованы оптические и МО свойства одномерных МФК на основе диоксидов кремния и титана с модифицированным магнитоактивным слоем – двухслойной феррит-гранатовой плёнкой с низким (1 ат./ф.е., буферный слой) и высоким (1,5-3 ат./ф.е., основной магнитоактивный слой) содержанием висмута.

- МО методами идентифицированы структура переходного слоя «плёнка – подложка» и магнитные фазовые переходы в наноразмерных плёнках висмут-замещённых ферритов-гранатов и структурах на их основе. Обнаружены магнитное упорядочение и МО активность в плёнках толщиной несколько элементарных ячеек.

- экспериментально и теоретически исследованы спектральные зависимости эффекта магнитного кругового дихроизма микрорезонаторных структур одномерных МФК. В результате моделирования свойств таких структур показано существенное влияние магнитного кругового дихроизма в магнитоактивном слое на форму резонансных пиков спектров МО эффектов в микрорезонаторных одномерных МФК.

Диссертационная работа не лишена и недостатков:

1. На рис. 3.5 показано, что при синтезе пленок M1 (состав $\text{Bi}_{1,0}\text{Y}_{0,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,2}\text{Al}_{0,8}\text{O}_{12}$) на слое диоксида кремния SiO_2 при определенной температуре отжига происходит инверсия знака эффекта Фарадея, в то время как на подложке гадолиний галлиевого граната этого нет. Хотелось бы услышать комментарии автора относительно природы данного явления.

2. В работе обнаружен интересный эффект – «синий сдвиг» спектра магнитного кругового дихроизма в пленках градиентного состава. Для уточнения механизма такого сдвига было бы полезно более четко разъяснить, как влияет разбавление гадолинием на спектральные зависимости эффекта и частоты магнитооптических переходов висмут-замещённого железо-иттриевого граната, отличаются ли друг от друга спектры гадолиниевого, иттриевого и висмутового феррит-гранатов.

3. Традиционно в качестве МО добротности магнитных материалов используется отношение абсолютного значения эффекта Фарадея к оптическому поглощению. Неясно, зачем понадобилось введение еще одного параметра добротности?

4. По данным рис. 3.5 эффект Фарадея в пленках M1 на SiO_2 меньше, чем на ГГГ, а по данным рис. 3.6 наоборот. По-видимому, это опечатка.

5. Детальное описание в главе 2 стандартного прибора спектрофотометра КФК-3 на мой взгляд является излишним.

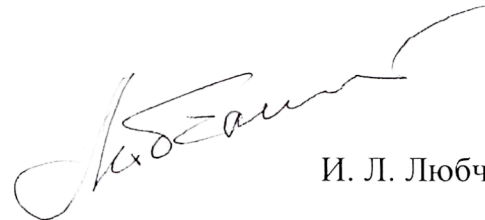
В тексте работы имеет место ряд опечаток и неисправленных описок.

Тем не менее, несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа представляет законченное исследование, выполненное на высоком современном научном уровне. Текст диссертации и автореферат хорошо написаны и оформлены, автореферат в целом адекватно отображает содержание диссертации. Результаты диссертации представляются в достаточной мере обоснованными и достоверными. Исследованные спектральные зависимости магнитного кругового дихроизма висмут-замещённых ферритов-гранатов согласуются с данными, полученными другими научными группами. Результаты моделирования свойств многослойных структур одномерных МФК с модифицированным магнитоактивным слоем, полученные с использованием современных численных методов, подтверждаются экспериментальными исследованиями свойств реальных структур такого типа.

Результаты исследований диссертанта достаточно полно опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах и апробированы на представительных международных научных конференциях.

По объёму выполненных исследований, новизне и практической ценности полученных результатов диссертационная работа Михайловой Т.В. удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Ведущий научный сотрудник Донецкого
физико-технического института
им. А.А. Галкина НАН Украины,
доктор физ.-мат. наук, профессор



И. Л. Любчанский

Подпись И.Л.Любчанского заверяю.

Ученый секретарь Донецкого физико-технического
института им. А.А. Галкина НАН Украины,
кандидат физ.-мат. наук



И. Ю. Решидова