

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента на диссертацию на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук**

**Семука Евгения Юрьевича**

**на тему: «Ферромагнитный резонанс в плёнках висмут-замещённых  
ферритов-гранатов»**

**по специальности 1.3.8 – «физика конденсированного состояния»**

Тонкие плёнки – огромный раздел физики конденсированного состояния с практически неограниченными областями и возможностями практического применения. Магнитный раздел этой науки один из самых развитых и, одновременно, самых сложных. Изучается давно, сделано очень много, принципиальные проблемы, особенно для плёнок простого классического состава, в основном, разрешены. Но направление, которое можно назвать фундаментальным физическим материаловедением плёнок всё ещё остаётся необъятным. Никак не уменьшилась потребность в добыче новой точной информации, и – как отдельная задача – в умении использовать полученную информацию для предсказания свойств объектов сложного состава.

По этой причине работа Е.Ю. Семука вполне актуальна – в ней представлено детальное изучение магнитных и магнитомеханических свойств ферритов сложного, четырёх- и пяти-элементного, состава. Многие соединения исследованы – причём чрезвычайно тщательно – впервые.

Подробное описание области приложения феррит-гранатовых плёнок, и критерии их практической эффективности изложены в Главе 1. Но основная роль этой главы – служить содержательным введением в предмет диссертации. Главное место занимают принципиальные моменты, на которых базируется дальнейшее рассмотрение: кристаллография редкоземельных феррит-гранатов и представление тех их фундаментальных магнитных характеристик, измерению, обсуждению и объяснению которых посвящены Главы 2–4.

В Главе 2 описан жидкофазный синтез висмут-допированных плёнок микронной толщины на немагнитных подложках с различной кристаллографической ориентацией и приёмы модификации эпитаксии.

Исследована доменная структура плёнок катион-замещённых феррит-гранатов, в том числе, впервые, для плёнок  $(\text{BiLuCa})_3(\text{FeGe})_5\text{O}_{12}$ .

Обнаружена двухслойная – в смысле магнитной анизотропии – структура получаемых плёнок. Наличие одноосной анизотропии в переходном слое между феррит-гранатом и подложкой убедительно показывает Рис.2.2, где поправка, учитывающая этот вклад, сразу радикально улучшает согласии теории и эксперимента. На Рис.2.3 – тот же вывод ярко продемонстрирован качественно: две спектральные линии, соответствующие двум слоям с разной анизотропией, надёжно разрешены.

Глава 3 посвящена плёнкам, создаваемым методом реактивного ионно-лучевого распыления, одним из основных способов получения магнито-фотонных кристаллов. Плёнки выращивались на подложках из гадолиний-галлиевого граната (ГГГ) и на окиси кремния. В частности, показано, что константы одноосной анизотропии в однослойных плёнках, выращенные на ГГГ подложке, значительно превышают те же параметры плёнок, выращенных на оптическом ситалле ( $\text{SiO}_2$ ).

Глава 4, с моей точки зрения представляет наибольший интерес. В ней подробно описана методика измерения ферромагнитного резонанса в слабых (до единиц эрстедов) полях, то есть сложная смесь естественного и стандартного резонансов, проявляющаяся на фоне появления / разрушения доменной структуры. В указанной области параметры ферромагнитного резонанса – в отличие от состояний близких к магнитному насыщению – чрезвычайно чувствительны к различным физическим факторам. Это очень сложная и очень мало исхоженная почва. Автор удачно преодолел инструментальные трудности и получил новые важные сведения о влиянии температуры, светового облучения, и акустического воздействия на ферромагнитный резонанс. Не только проведены тщательные эксперименты – результаты вызывают полное доверие – но и представлены адекватные физические истолкования полученных данных.

Значимость Главы 4 можно усмотреть, даже просто подсчитав количество пунктов в кратких выводах, которыми завершается каждая глава диссертации.

А именно: Глава 2 – три пункта, Глава 3 – четыре пункта, Глава 4 – 13 пунктов и каждый из них значим.

Оцениваю диссертацию в целом сугубо положительно. Работа выглядит вполне законченной, в ней есть единство объекта исследования – плёнки редкоземельных феррит-гранатов сложного состава, единство главного экспериментального метода – ферромагнитный резонанс. Отмечу и единство подхода в интерпретации – феноменологическая теория. Этот путь, с моей точки зрения, совершенно адекватен: в столь сложных системах надежды на *ab ovo* расчёты – да это вовсе и не специализация автора – очень мало. Крепкая феноменология даёт понятную и при обращении с умением – а это автор продемонстрировал – ясную картину явления, и обладает значительной предсказательной силой.

По теме работы – а, как видно, диссертация подытоживает результаты исследований за примерно 16 лет – опубликовано более чем достаточное число статей в высокорейтинговых научных журналах и сделано большое количество докладов на профильных конференциях. Таким образом, и в этом отношении диссертация тоже заслуживает отличной оценки.

Автореферат с достаточной полнотой отражает содержание основного труда. Сама диссертация хорошо структурирована и написана ясным языком.

#### Из малых замечаний.

1. Небрежности в оформлении библиографии очевидны. А именно:
  - 1) нет чёткого порядка, что стоит впереди – инициалы или фамилии авторов;
  - 2) есть претензии и к тому, как приводятся названия источников. Так, в библиографии можно найти ссылку на известный журнал и в виде ФТТ, и в виде Ф.Т.Т, а другой журнал называется почему-то ЖЕТФ.
2. Опечатки в тексте, конечно, встречаются. Есть вполне безобидные, например, «... порядка долей Эрстедта ...» или «... выращенных га подложке ...» или «... образец, имеющий форму платины ...» или «... по видимому связано...». Это, конечно, незначительные дефекты. Лишь один

пассаж выглядит вполне загадочно: «На специально изготовленных сферических образцах высококачественного ЖИГ с полированной релаксации в бездефектном ЖИГ ...». Я не смог его расшифровать.

Однако в целом, количество замеченных опечаток – а без них не обходится не одна работа – я бы сказал, много ниже того среднего значения, которое встречается обычно.

Из вышеизложенного с очевидностью следует, что указанные замечания совершенно не умаляют значимости диссертационного исследования как отличной научно-квалификационной работы. Представленная диссертация отвечает требованиям, установленным ВАК РФ к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.8 – «физика конденсированного состояния» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определённым в п. п. 9 – 14 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года №842 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 21.04.2016 №335, от 02.08.2016 №748, от 29.05.2017 №650, от 28.08.2017 №1024).

Вывод: соискатель Семук Евгений Юрьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидат физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «физика конденсированного состояния».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор  
главный научный сотрудник Лаборатории динамики дисперсных систем,  
Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской  
академии наук – филиала Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра  
Уральского отделения Российской академии наук

Райхер Юрий Львович

подпись

Дата

18.10.2023

Контактные данные:

тел.: +7(342) 237 83 23, e-mail: raikher@icmm.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:  
01.04.07 – Физика твёрдого тела

Адрес места работы:

614018, Россия, г. Пермь, ул. Академика Королёва, д. 1,  
ИМСС УрО РАН

Тел.: +7 (342) 237-84-61; e-mail: adm@icmm.ru

Подпись **Райхера Юрия Львовича** удостоверяю:

Учёный секретарь ИМСС УрО РАН  
канд. физ.-мат. наук



Н. А. Юрлова