ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертацию Шапаевой Татьяны Борисовны «Динамика доменных границ и магнитных вихрей в доменных границах прозрачных ферромагнетиков», представленную на соискание ученой степени доктора физика-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений

Диссертационная работа Шапаевой Татьяны Борисовны посвящена экспериментальному изучению динамики доменных границ (ДГ) и магнитных вихрей, которые при определенных условиях формируются внутри движущихся доменных границ. Исследование динамики доменных границ и магнитных вихрей было проведено в прозрачных ферромагнетиках: ферритах-гранатах, ортоферрите иттрия и GdFeCo. Указанные материалы обладают высокой магнитооптической добротностью в видимой области спектра, что позволяет зафиксировать динамическую доменную границу с помощью методов высокоскоростной фотографии на основе эффекта Фарадея.

В последние годы одним из перспективных направлений магнитной записи информации стала так называемая трековая память. В данном методе записи быстродействие устройства непосредственно определяется скоростью движения доменных границ. В материалах, которые используются для создания трековой памяти в настоящее время, скорости движения ДГ не превышают нескольких сот м/с. В материалах, исследованных в диссертационной работе Шапаевой Т.Б., скорости движения ДГ и магнитных вихрей достигали рекордных величин: несколько км/с в ферритах-гранатах и GdFeCo и 20 км/с в ортоферритах. Таким образом, понимание физики движения самой доменной границы и ее внутренней структуры является **актуальным** не только с прикладной, но и с фундаментальной точки зрения.

Практическая значимость работы в первую очередь определяется возможностью использования результатов по высокоскоростной динамике ДГ и магнитных вихрей, полученных в работе, в создании новых перспективных

запоминающих устройств, быстродействие которых определяется скоростью движения ДГ и магнитных вихрей.

Научная новизна результатов, представленных в диссертационной работе, состоит в обнаружении и исследовании ряда новых физических эффектов, а также в использовании комбинации метода накачки-зондирования и двукратной фотографии, что открывает новые возможности для локального управления магнитным порядком. Примером такого управления может служить наблюдаемое в работе торможение доменной границы с помощью возбуждающего оптического импульса, которое не является следствием локального нагрева или перемагничивания. Впервые показано, что при движении ДГ в пленке феррита-граната со сверхзвуковой скоростью происходит увеличение видимой ширины границы более чем на порядок по сравнению с ее шириной в статике или при ее движении со скоростью меньше скорости звука. Также впервые обнаружена нелинейная зависимость подвижности ДГ в пленке феррита-граната от постоянного магнитного поля, перпендикулярного плоскости ДГ.

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения и списка литературы. Общий объем работы составил 269 страниц. В тексте содержатся 78 рисунков и 3 таблицы, а список литературы содержит 245 наименований.

В первой главе приведен подробный литературный обзор, рассмотрены методы исследования динамики перемагничивания.

Во второй главе подробно обсуждается динамика ДГ в пленках Bi-содержащих ферритов-гранатов в присутствии постоянного магнитного поля.

В третьей главе описывается оптическое перемагничивание феррита-граната в присутствии плоскостного магнитного поля.

Четвертая глава посвящена важному и интересному вопросу – описанию торможения ДГ феррита-граната с помощью фемтосекундных лазерных импульсов.

Пятая глава целиком посвящена исследованию динамики ДГ в ферримагнитном соединении GdFeCo методом, объединяющим двукратную фотографию и метод накачки-зондирования.

В шестой главе рассматриваются интересные и во многом главные результаты работы при изучении динамики АФМ вихрей в ДГ ортоферрита иттрия.

Седьмая глава посвящена возможности использования дифракции света в магнитооптических экспериментах.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

К наиболее важным **оригинальным научным результатам** можно отнести следующие:

1. Впервые для исследования динамики ДГ было использовано объединение двукратной фотографии и метода накачки-зондирования. Комбинация этих методов открывает новые возможности для локального управления магнитным порядком.
2. Впервые в пленках ферритов-гранатов с перпендикулярной анизотропией обнаружено движение ДГ со сверхзвуковой скоростью вплоть до 10 км/с. Известная до настоящего времени максимальная скорость движения ДГ в этих материалах была менее 3 км/с.
3. Обнаружено субнаносекундное перемагничивание в пленке Bi-содержащего феррита-граната при одновременном действии нагревания с помощью короткого оптического импульса и внешнего постоянного магнитного поля, направленного перпендикулярно намагниченности. Переключение достигается благодаря нелинейной прецессии намагниченности, причиной которой является локальное изменение магнитной анизотропии. Данный результат может быть использован в перспективных технологиях магнитной записи.

4. Исследование динамики ДГ в ортоферрите иттрия позволило установить механизм образования пар антиферромагнитных вихрей при локальном торможении доменных границ, которые движутся со сверхзвуковой скоростью (12 км/с). Установлено, что полная скорость вихря возрастает при увеличении скорости движения ДГ и достигает предельного значения 20 км/с.

Текст диссертации логически структурирован и ясен для понимания. Результаты работы были неоднократно представлены автором в виде докладов на всероссийских и международных конференциях по физике магнитных явлений, а также вошли в публикации в престижных международных журналах, таких как Physics Letters A, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Journal of Physics: Condensed Matter и др. Все вышесказанное свидетельствует о хорошей **апробации** работы.

Достоверность полученных результатов гарантирована многократным повторением экспериментов, сопоставлением данных, полученных различными методами, а также соответствием экспериментальных данных теоретическим расчетам из первых принципов и результатам моделирования. Представленная научная работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современного научно-исследовательского оборудования. Автореферат диссертации и публикации полноценно отражают содержание диссертационной работы. Диссертация написана на хорошем русском языке.

Данная работа соответствует пунктам 1 и 3 паспорта научной специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений (по физико-математическим наукам).

Несмотря на в целом положительное впечатление от работы, в ней присутствует ряд недостатков, таких как:

1. В работе подробно рассматривается объединение методов двукратной фотографии и метода накачки-зондирования, но хотелось бы при этом обсуждения, что будет в случае трехкратной фотографии.

2. На большинстве графиков не указаны погрешности измеренных или рассчитанных величин. Это создает сложности в понимании доверительных интервалов представленных результатов.
3. В списке сокращений часть из них приведена на английском, хотя, за редким исключением, были бы уместны русскоязычные аналоги.

Указанные замечания не умаляют значимости полученных научных результатов.

Диссертационная работа «Динамика доменных границ и магнитных вихрей в доменных границах прозрачных ферромагнетиков» является завершенной научно-квалификационной работой, и отвечает всем требованиям пунктов п.п. 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. года № 842, предъявленным к докторским диссертациям, вносит значительный вклад в развитие физики магнитных явлений, а ее автор Шапаева Татьяна Борисовна заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

Официальный оппонент:
доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры наноэлектроники Института перспективных технологий и индустриального программирования МИРЭА — Российского технологического университета
Юрасов Алексей Николаевич
30.01.2026
Контактные данные:
Телефон: +7(499)2156565 доб.20564, e-mail: yurasov@mirea.ru
Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нано-электроника, приборы на квантовых эффектах
Адрес места работы:
119454, ЦФО, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78, РТУ МИРЭА
Телефон: +7(499)2156565, e-mail: rector@mirea.ru