

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.411.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

Аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 26.12.2025 г. № 14

О присуждении Зигерту Александру Дмитриевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Анализ процессов перемагничивания феррит-гранатовых плёнок и постоянных магнитов с применением фрактальной геометрии к их магнитооптическим изображениям» в виде рукописи по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений принята к защите 24.10.2025, протокол № 12, диссертационным советом 24.2.411.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ. Адрес: 170100, г. Тверь, ул. Желябова, 33. Приказ № 423/нк от 12.08.2013 г.

Соискатель – Зигерт Александр Дмитриевич, 20 августа 1990 года рождения, в 2014 году окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тверской государственный университет» по направлению 03.04.03 Радиофизика. В 2018 году окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» по направлению 03.06.01 - Физика и астрономия. В настоящее время работает старшим преподавателем кафедры прикладной физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Сдобняков Николай Юрьевич, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», профессор кафедры общей физики.

Официальные оппоненты:

Ховайло Владимир Васильевич, доктор физико-математических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический

университет «МИСИС», профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов, Кабиров Юрий Вагизович, доктор физико-математических наук, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», профессор кафедры общей физики дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет», г. Тверь, в своем положительном заключении, утвержденном временно исполняющим обязанности ректора ТвГТУ, доктором экономических наук, профессором Артемьевым Алексеем Анатольевичем и составленном заведующим кафедрой прикладной физики, доктором физико-математических наук, профессором Болотовым Александром Николаевичем, указала, что диссертация является научно-квалификационной работой, в которой получен ряд важных, принципиально новых научных результатов. Диссертация соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года (в текущей редакции). Автор диссертации Зигерт Александр Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

Соискатель имеет 13 научных работ, в том числе по теме диссертации – 9 работ, из них 8 статей в журналах, входящих в перечень ВАК и приравняемых к ним и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ:

1. Иванова А.И., Семенова Е.М., Дунаева Г.Г., Овчаренко С.В., Третьяков С.А., **Зигерт А.Д.** Влияние дефектов на магнитные характеристики феррит-гранатовых пленок // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2020. – Вып. 12. – С. 103-112.
2. **Зигерт А.Д.**, Дунаева Г.Г., Сдобняков Н.Ю. Фрактальный анализ лабиринтной доменной структуры феррит-гранатовых пленок в процессе перемагничивания // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2021. – Вып. 13. – С. 134-145.
3. **Зигерт А.Д.**, Семенова Е.М., Кузьмин Н.Б., Сдобняков Н.Ю. Фрактальный анализ магнитооптических изображений поверхности магнита после воздействия импульсным полем // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2022. – Вып. 14. – С. 101-107.
4. **Zigert A.D.**, Dunaeva G.G., Semenova E.M., Ivanova A.I., Karpenkov A.Yu., Sdobnyakov N.Yu. Fractal dimension behaviour of maze domain pattern in ferrite-garnet films during magnetisation reversal // Journal of Superconductivity and Novel Magnetism. 2022. – V. 35. – I. 8. – P. 2187-2193.
5. **Зигерт А.Д.**, Кузьмин Н.Б., Сдобняков Н.Ю., Иванова А.И., Дунаева Г.Г., Семенова Е.М. Фрактальный анализ магнитооптической визуализации

перемагничивания постоянного магнита в импульсном поле // Известия РАН. Серия физическая. – 2023. – Т. 87. – № 10. – С. 1385-1388. (**Zigert A.D.**, Kuz'min N.B., Sdobnyakov N.Yu., Ivanova A.I., Dunaeva G.G., Semenova E.M. Fractal analysis of magneto-optical visualization of the remagnetization of a permanent magnet in a pulsed field // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2023. – V. 87. – No. 10. – P. 1421-1424).

6. **Зигерт А.Д.**, Дунаева Г.Г., Кузьмин Н.Б., Семенова Е.М., Сдобняков Н.Ю. Поведение фрактальной размерности доменных структур в феррит-гранатовых пленках // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2023. – Вып. 15. – С. 97-107.

7. **Зигерт А.Д.**, Кузьмин Н.Б., Семенова Е.М., Иванова А.И., Третьяков С.А., Сдобняков Н.Ю. Закономерности изменения фрактальной размерности магнитооптических изображений магнитов после воздействия импульсным полем // Физика твердого тела. – 2023. – Т. 65. – Вып. 12. – С. 2121-2124. (**Zigert A.D.**, Kuz'min N.B., Semenova E.M., Ivanova A.I., Tretyakov S.A., Sdobnyakov N.Yu. Patterns of the fractal dimension evolution of magneto-optical images of magnets after exposure to a pulsed field // Physics of the Solid State. – 2023. – V. 65. – I. 12. – P. 2037-2039).

8. **Зигерт А.Д.**, Кузьмин Н.Б., Семенова Е.М., Карпенков А.Ю., Иванова А.И., Сдобняков Н.Ю. Корреляция магнитных характеристик и фрактальной размерности магнитооптических изображений постоянных магнитов // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2024. – Вып. 16. – С. 119-127.

Подготовка публикаций выполнена соискателем совместно с научным руководителем Н.Ю. Сдобняковым. Результаты диссертационной работы полностью отражены в опубликованных статьях. Работы выполнены на высоком научном уровне, в диссертации не выявлены недостоверные сведения об опубликованных работах.

На диссертацию и автореферат поступило 4 отзыва, все положительные:

1. Иванова Ю.Ф., д.ф.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории плазменной эмиссионной электроники ФБГУН «Институт сильноточной электроники» Сибирского отделения РАН. Замечания: имеет ли значения в методике оценки фрактальной размерности выбор цвета в качестве базового: белый или черный? Следовало бы непосредственно в автореферате указать результаты качественного и количественного анализа состава образцов плёнок. В автореферате на стр. 11 имеется фраза «варьируются в пределах погрешности». Следовало бы уточнить эти пределы. В разделе 5 гл. 3 (стр. 18) сначала обсуждаются результаты, представленные на рис. 15, а потом – на рис. 14; непонятна логика изложения такого материала.

2. Коледова В.В., д.ф.-м.н., заведующего лабораторией магнитных явлений в микроэлектронике ФБГУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, ведущего научного сотрудника. Замечаний не содержит.

3. Елисеевой С.В. д.ф.-м.н., профессора кафедры физических методов в прикладных исследованиях инженерно-физического факультета высоких технологий ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет». Имеются вопросы: сколько может быть горизонтальных участков (ступеней, которые соответствуют скачкам намагниченности, связанным с наличием центров задержки доменных границ) на предельной петле магнитного гистерезиса? Каков порядок величины погрешности измерения величины магнитного поля?

4. Комогорцева С.В., д.ф.-м.н., доцента, заведующего лабораторией физики магнитных пленок Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Исхакова Р.С., д.ф.-м.н., профессора главного научного сотрудника лаборатории физики магнитных пленок Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН. Замечаний не содержит.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и работники ведущей организации являются известными специалистами в области физики магнитных материалов.

Диссертационный совет отмечает, что в диссертационной работе **показана** корреляция полевых зависимостей фрактальной размерности доменной структуры феррит-гранатовых плёнок с производной их намагниченности по полю, что является следствием процессов перестройки доменной структуры при изменении внешнего поля. В ходе исследований процессов перемагничивания постоянных магнитов с помощью вибрационного магнитометра и магнитооптического метода **выявлено** совпадение величины размагничивающего поля (остаточная коэрцитивная сила), после воздействия которого в обеих методиках образцы обладают нулевой остаточной намагниченностью. **Показано** влияние размеров объёмных дефектов на значение коэрцитивной силы эпитаксиальных магнитных висмутсодержащих феррит-гранатовых плёнок.

Теоретическая значимость состоит в том, что результаты диссертационной работы расширяют возможности использования аппарата фрактальной геометрии к количественному описанию процессов перемагничивания магнетиков на основе их магнитооптических изображений.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплементарный подход к анализу процессов перемагничивания, сочетающий классические методы магнитометрии и фрактальный анализ магнитооптических изображений доменной структуры висмутсодержащих феррит-гранатовых плёнок и полей рассеяния постоянных магнитов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в том, что оно устанавливает связь между микроскопической геометрией доменных границ, описываемой фрактальными параметрами, и макроскопическими магнитными состояниями материала. В

перспективе это позволит проводить более качественный комплексный анализ при создании новых функциональных магнитных материалов с заданными параметрами.

Достоверность результатов исследования определяется использованием современных экспериментальных методов, а также средств обработки экспериментальных данных. Полученные результаты являются воспроизводимыми.

Личный вклад соискателя состоит в исследованиях магнитооптическим методом процессов перемагничивания феррит-гранатовых плёнок и постоянных магнитов, разработке цифровых алгоритмов и создании программ обработки экспериментальных данных, анализе и обобщении полученных результатов, подготовке материала и написании текста публикаций по результатам проведенных исследований совместно с соавторами работ. При участии сотрудников кафедры прикладной физики соискателем были проведены исследования на растровом электронном микроскопе и оптическом интерференционном профилометре. Измерения магнитных свойств исследуемых материалов были выполнены на кафедре физики конденсированного состояния при непосредственном участии соискателя.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания и вопросы о целесообразности искусственного создания дефектов на поверхности магнитных пленок, а также о преимуществах предложенного метода анализа магнитных свойств, основанного на определении фрактальной размерности доменной структуры.

Соискатель Зигерт Александр Дмитриевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию о том, что искусственные дефекты в магнитных пленках являются модельными объектами для понимания того, как искажения доменной структуры влияют на ее перестройку. Кроме этого, реакция доменной структуры на искусственный дефект является высокочувствительным индикатором локальных магнитных свойств. Преимуществом предложенного метода анализа магнитных свойств является то, что такой метод позволяет, вычисляя фрактальную размерность каждого изображения в процессе/после приложения магнитного поля, выделить стадии перемагничивания образцов, чем существенно углубляет понимание связи между эволюцией его магнитной доменной структуры и технически важными магнитными свойствами (коэрцитивная сила, магнитная вязкость и т.д.).

Диссертация соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в текущей редакции. На заседании 26.12.2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Зигерту Александру Дмитриевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений за решение актуальной научной задачи комплексного анализа процессов перемагничивания феррит-гранатовых плёнок и постоянных магнитов с применением фрактальной

геометрии к их магнитооптическим изображениям, имеющей значение для описания физических характеристик магнитных материалов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 4 доктора наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Каплунов
Иван Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Барабанова
Екатерина Владимировна

26.12.2025 г.