

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.162.02, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г.И. БУДКЕРА  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,  
подведомственного Минобрнауки России, по диссертации  
на соискание ученой степени кандидата (доктора) наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 19.10.2021 № 9

О присуждении Бардину Алексею Алексеевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «**Метод оценивания распределения медленно меняющейся намагниченности в цилиндрических ферромагнетиках, находящихся в слабых магнитных полях, холловским магнитометром**» по специальности 1.3.2. **Приборы и методы экспериментальной физики** принята к защите 29.06.2021 г. (выписка из протокола заседания №7) диссертационным советом 24.1.162.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственного Минобрнауки России, 630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, д. 11, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Бардин Алексей Алексеевич, «16» ноября 1988 года рождения, работает ведущим инженером в АО «ЛИИ им. М.М. Громова», подведомственной организации Государственной корпорации «Ростех».

В 2016 году соискатель окончил аспирантуру в ФГАОУ ВО Волгоградский государственный университет.

Диссертация выполнена на кафедре Радиофизики ФГАОУ ВО Волгоградского государственного университета, подведомственной организации Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, **Игнатьев Вячеслав Константинович**, профессор кафедры радиофизики ФГАОУ ВО Волгоградского государственного университета.

Официальные оппоненты:

1. **Панина Лариса Владимировна**, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждению высшего образования «Национальный Исследовательский Технологический Университет, г. Москва, кафедра технологии материалов электроники, ведущий научный сотрудник кафедры технологии материалов электроники;

2. **Карпенков Дмитрий Юрьевич**, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, кафедра магнетизма, научный сотрудник дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», г. Санкт-Петербург, в своем **положительном отзыве**, подписанном Бундиным Германом Георгиевичем, доктором технических наук, старшим научным сотрудником, Центра 092 указала, что «работа достойна положительной оценки, а её автор – Бардин Алексей Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики».

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 7 статей - в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК: 3 статьи опубликованы в журналах, индексируемых в РИНЦ, 4 статьи опубликованы в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science и 1 патент на полезную модель (Устройство для калибровки трёхкомпонентного магнитометра).

Указанные соискателем опубликованные работы в полной мере отражают материалы представленные в диссертации, а так же подтверждают вклад и объем работ, проведенных автором при выполнении диссертационного исследования. Наиболее значимые результаты отражены в следующих работах:

1. **Бардин А. А.**, Перченко С. В. Холловский градиометр // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс] Режим доступа: URL:<a href="http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2014/2693.(01.12.2019 г)</a>
2. **Бардин А. А.**, Игнатьев В. К., Орлов А. А., Перченко С. В., Станкевич Д. А. Магнитная экспресс диагностика микроструктуры инженерных конструкций // Технологии техносферной безопасности - 2015. С.1-8.
3. **Бардин А.А.**, Орлов А.А., Перченко С.В. Метод экспресс-диагностики напряженно-деформированного состояния слабо намагниченных ферромагнитных стержней // Математическая физика и компьютерное моделирование. Том 23 № 1 2020, с. 44-79.
4. **Bardin, A.**, Ignatjev, V., Orlov, A., Perchenko, S. Reciprocal relations for nonlinear multipole in inhomogeneous magnetic field // Journal of Magnetism and Magnetic Materials vol. 441, 2017, C. 276-282 (Q1), Doi:10.1016/j.jmmm.2017.05.079.
5. **Bardin, A.**, Ignatjev, V., Orlov, A., Perchenko, S. Verifying of reciprocal relations for nonlinear quadripole in unsteady mode // Results in Physics vol. 7, 2017, C. 665-666, Doi:10.1016/j.rinp.2017.01.029.
6. **Bardin, A.**, Ignatjev, V., Orlov, A., Perchenko, S. Voltage transients in thin-film InSb Hall sensor // Results in Physics vol. 7, 2017, C. 3344-3345, Doi:10.1016/j.rinp.2017.08.050.
7. Nevezorov A.A., OrlovA.A., IgnatjevV.K., **Bardin A.A.** Calibration algorithm of Hall magnetometer in visible coordinate system // Measurement, 2018, (Q1), DOI:10.1016/j.measurement.2018.11.065.
8. Бардин А. А., Игнатьев В. К. Устройство для калибровки трёхкомпонентного магнитометра. Патент РФ № 138023, 2013 г.
9. Бардин А. А., Орлов А. А. Программа для определения калибровочных коэффициентов первичных преобразователей многокомпонентного мобильного магнитного сканера. Свидетельство на программу ЭВМ № 2016660782. 2016.
10. **Бардин А. А.** Холловский градиометр // XIX Региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области. 2014 г, Волгоград: Изд-во ВолГТУ. С. 222-223.
11. **Бардин А. А.**, Игнатьев В. К. Алгоритм ориентации по физическим полям Земли // Фундаментальные и прикладные науки сегодня. Материалы VI международной научно-практической конференции. North Charleston. USA - 2015 г. С. 219-221

12. **Bardin A. A., Igntjev V. K., Orlov A. A.** Hall magnetic scanner // 17 International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM vol. 17(14), C. 165-172, Doi:10.5593/sgem2017/14.
13. **Bardin A. A., Igntjev V. K., Nevsorov A. A., Orlov A. A.** Maping of geomagnetic vector to global coordinate system // 17 International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM vol. 17(14), C. 237-243, Doi:10.5593/sgem2017/14.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От ведущей организации, подготовленный Бундиным Г. Г., доктором технических наук, старшим научным сотрудником, Центра 092. Отзыв Бундина Г. Г., является **положительным**, в котором автор отмечает актуальность полученных результатов диссертационного исследования. По тексту диссертации сделан ряд замечаний, несущих рекомендательный характер и не влияющих на ценность работы в целом.
2. От официального оппонента Паниной Л.В., доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника кафедры технологии материалов электроники «МИСиС», является **положительным**, в котором автор отмечает актуальность полученных результатов диссертационного исследования. По тексту диссертации сделан ряд замечаний, несущих рекомендательный характер и не влияющих на ценность работы в целом.
3. От официального оппонента Карпенкова Д.Ю., кандидата физико-математических наук, научного сотрудника кафедры магнетизма ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В. Ломоносова», является **положительным**, в котором автор отмечает актуальность полученных результатов диссертационного исследования. По тексту диссертации сделан ряд замечаний, несущих рекомендательный характер и не влияющих на ценность работы в целом.
4. От Глухова А. Ю., кандидата технических наук, ведущего инженера ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова», научно-производственного центра «Гидросвязь». Отзыв Глухова А.Ю. не имеет значительных замечаний, и является **положительным**.
5. От Аникеева Н.А., кандидата физико-математических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории разработки катализаторов АО «ВНИИ НП». Отзыв Аникеева Н.А. является **положительным**, и автор отмечает актуальность результатов, полученных в диссертационном исследовании при практическом применении в сфере контроля напряженно-деформированного состояния, для отбраковки элементов конструкций и оборудования на любом этапе производства.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их достижений в области физики, их компетентностью, наличием публикаций по теме защищаемой диссертации и способностью определить научную и практическую ценность диссертационного исследования, а также дать рекомендации по использованию полученных результатов.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

**Разработан** метод решения обратной задачи нахождения вектора усреднённой по сечению медленно меняющейся намагниченности цилиндрического образца длиной, как минимум в три раза превышающей ширину его системной функции намагниченности, по распределению нормальных к его поверхности компонент магнитного поля, позволяющий расширить спектр исследуемых процессов и выявить качественно новые закономерности характеризующие изменения свойств исследуемого образца;

**Предложен** новый подход к проверке соотношений взаимности линейной части матрицы нелинейных сопротивлений нестационарного гальваномагнитного элемента, позволяющий оценить степень достоверности результатов измерений, апробированный на преобразователях Холла серии ПХЭ602117А при нелинейности их вольт-амперной характеристики 0,2 мВ/мТл, с погрешностью не более  $10^{-2}$  при любых значениях тока в диапазоне до 100 мА и магнитного поля в диапазоне  $\pm 100$  мкТл;

**Разработан** метод достижения порога чувствительности холловских магнитометров порядка 1 нТл, основанный на линейной добавке показаний температурного датчика к измеряемому в четырёхтактном алгоритме напряжению Холла. Он позволяет уменьшить температурную зависимость систематической составляющей температурной погрешности измерений напряжения Холла в диапазоне температур от 10 ... 100 °С до уровня 0,3 мкВ/К.

**Доказана** перспективность использования новых предложенных методов и подходов в постановке научных экспериментов, с использованием закономерностей изменения медленно меняющейся намагниченности для выявления неизвестных ранее связей её со структурой и свойствами исследуемого объекта.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

**доказано** и экспериментально проверено выполнение соотношений взаимности для линейной части матрицы нелинейных сопротивлений нестационарного гальваномагнитного элемента выполняются при любых значениях тока в диапазоне до 100 мА и магнитного поля в диапазоне  $\pm 100$  мкТл с погрешностью не более  $10^{-2}$  при нелинейности вольт-амперной характеристики исследуемого ПХ серии ПХЭ602117А порядка 0,2 мВ/мТл;

**предложен** и экспериментально проверен метод решения обратной магнитостатической задачи для оценки распределения медленно меняющейся намагниченности.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **изложены** закономерности изменения свойств исследуемого образца коррелирующие с изменением распределения медленно меняющейся намагниченности исследуемого образца.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

**разработаны** методы, позволяющие производить дистанционные измерения распределения магнитного поля над поверхностью исследуемого образца без искажения начальной магнитной картины, и производить расчет оценки распределения намагниченности исследуемого образца коррелирующей с локализованными напряженно деформированными участками;

**исследованы** переходные процессы в тонкоплёночных преобразователях Холла, возникающие в процессе измерения четырёхтактным алгоритмом, ограничивают быстродействие и точность. Они обусловлены разницей температур порядка  $0,5^{\circ}\text{K}$ , возникающей между измерительными контактами ПХ, линейно зависящей от величины протекающего тока через датчик в диапазоне до 100 мА.

**Личный вклад соискателя** состоит в:

Все представленные в работе результаты получены либо лично автором, либо при его непосредственном участии. Автором выполнены все численные расчёты по выносимым на защиту результатам, экспериментально проверены соотношения взаимности для матрицы нелинейных сопротивлений нестационарного гальваномагнитного элемента. Разработаны и созданы все экспериментальные установки. Все измерения проведены лично автором.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Кулипанов Геннадий Николаевич д.ф.-м.н., академик РАН, задал вопрос: «В ходе доклада не была озвучена частота проведения измерений компонент магнитного поля. Прошу уточнить если это возможно.»

Соискатель Бардин А.А., ответил и согласился с замечаниями на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию: на вопрос Кулипанов Геннадий Николаевич д.ф.-м.н., академик РАН, ответил: «Частота измерения нормальных компонент магнитного поля, при проведении основных результатов экспериментов была, 10 кГц. А частота вычисления напряжения Холла 2,5 кГц.».

На заседании 19.10.2021 г. диссертационный совет принял решение за развитие методов измерения и оценки распределения медленно меняющейся намагниченности в ферромагнитных объектах, за исследования нелинейных процессов, протекающих в нестационарных гальваномагнитных тонкопленочных элементах, за исследования и развитие методик дистанционного контроля напряженно-деформированного состояния ферромагнитных объектов **присудить** Бардину А.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту «0» человек, проголосовали: за – «19», против - «0».

Председатель диссертационного совета 24.1.162.02



Иванов Александр Александрович

Ученый секретарь диссертационного совета 24.1.162.02



Багрянский Петр Андреевич

21. 10. 2021 г.

