

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 24.1.027.01, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФГБУН ИНСТИТУТА АВТОМАТИКИ И ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 09.06.2023 г., № 5

О присуждении Спивак Юлии Эдуардовне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Оптимизационные методы решения задач дизайна устройств маскировки для моделей магнитостатики» по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 30.01.2023 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом Д 24.1.027.01, созданным на базе ФГБУН Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690041, г.Владивосток, ул. Радио, д. 5, приказ № 1777-524 от 09.07.2010 г.

Соискатель Спивак Юлия Эдуардовна, 19.12.1992 года рождения.

В 2015 г. соискатель окончила бакалавриат ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», в 2017 г. окончила магистратуру ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет». В 2020 г. окончила очную аспирантуру в ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет».

Соискатель работает младшим научным сотрудником в лаборатории вычислительной информатики в ФГБУН Институте прикладной математики Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории вычислительной информатики ФГБУН Института прикладной математики Дальневосточного отделения Российской академии наук и в Департаменте математического и компьютерного моделирования Института математики и компьютерных технологий ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Алексеев Геннадий Валентинович, ФГБУН Институт прикладной математики Дальневосточного отделения Российской академии наук, научно-исследовательская группа вычислительной аэрогидродинамики, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

1. Масловская Анна Геннадьевна, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет», профессор кафедры математического анализа и моделирования, г. Благовещенск;

2. Петров Павел Сергеевич, доктор физико-математических наук, ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией геофизической гидродинамики, г. Владивосток

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, в своем положительном отзыве, подписанном Кашириным Алексеем Алексеевичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником лаборатории численных методов в математической физике Вычислительного центра ДВО РАН - обособленного подразделения Хабаровского федерального исследовательского центра ДВО РАН, указала, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Спивак Ю. Э., заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы по теме диссертации, из них 6 в рецензируемых научных изданиях: 2 статьи в «Журнале вычислительной математики и математической физики» в соавторстве, общим объемом 3,69 п.л., 2 статьи в журнале «Дифференциальные уравнения» в соавторстве, общим объемом 2,65 п.л., 1 статья в «Дальневосточном математическом журнале» в соавторстве объемом 1,38 п.л., 1 статья в журнале «Сибирские электронные математические известия» объемом 1,61 п.л.; 15 статей в материалах международных конференций, цитируемых МБ WoS, Scopus: 2 статьи в «Journal of Physics: Conference Series» в соавторстве, общим объемом 1,38 п.л., 4 статьи (3 в соавторстве) в сборнике трудов конференции «Progress In Electromagnetics Research Symposium» общим объемом 2,65 п.л., 3 статьи в сборнике трудов конференции «International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications» в соавторстве, общим объемом 1,38 п.л., 1 статья в сборнике трудов конференции «Proceedings of Meetings on Acoustics» в соавторстве объемом 0,8 п.л., 1 статья в сборнике трудов конференции «Key engineering materials» в соавторстве объемом 0,46 п.л., 1 статья в сборнике трудов конференции «CEUR Workshop Proceedings» в соавторстве

объемом 1,5 п.л., 1 статья в сборнике трудов конференции «Nonlinear and Inverse Problems in Electromagnetics» в соавторстве объемом 0,92 п.л., 1 статья в сборнике трудов конференции «Proceedings of the International multidisciplinary conference on industrial engineering and modern technologies» в соавторстве объемом 0,69 п.л., 1 статья в сборнике трудов конференции «SMART Automatics and Energy» в соавторстве объемом 0,92 п.л.; 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ (4 в соавторстве) общим объемом 2,54 п.л.; 6 публикаций (2 в соавторстве) в сборниках тезисов конференций различного уровня общим объемом 2,42 п.л.

Вклад Спивак Ю.Э. в работах, опубликованных в соавторстве, заключается в доказательстве однозначной разрешимости рассматриваемых в диссертации задач, в разработке численных алгоритмов решения обратных экстремальных задач маскировки для двумерных и трехмерных моделей магнитостатики, в программной реализации разработанных алгоритмов, проведении вычислительных экспериментов, анализе полученных результатов. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Алексеев Г.В., Спивак Ю.Э. Теоретический анализ задачи магнитной маскировки на основе оптимизационного метода // Дифференциальные уравнения. 2018. Т. 54, № 9. – С. 1155–1116.

2. Спивак Ю.Э. Оптимизационный метод в двумерных задачах магнитной маскировки // Сибирские электронные математические известия. 2019. Т.16. – С.812–825.

3. Алексеев Г.В., Спивак Ю.Э. Численный анализ двумерных задач магнитной маскировки на основе оптимизационного метода // Дифференциальные уравнения. 2020. Т. 56, № 9. – С. 1252–1262.

4. Алексеев Г.В., Спивак Ю.Э. Численный анализ трехмерных задач магнитной маскировки на основе оптимизационного метода // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2021. Т. 61, № 2. – С. 224–238.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов, все положительные.

1. Отзыв к.ф.-м.н., доцента, с.н.с. Макарова П.А. ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН», г. Сыктывкар, содержит замечание: какому метаматериалу отвечает значение 0.0045 относительной магнитной проницаемости? Возможно ли его реализовать на практике в магнитостатическом случае и почему именно значение 0.0045 было выбрано для нижней границы множества управлений.

2. Отзыв д.ф.-м.н., профессора, г.н.с. Галанина М.П., ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН», г. Москва, содержит замечания: в тексте автореферата не описана основная идея доказательства теорем 1 и 2; было бы интересно поведение решений задач при количестве слоев, большем, чем 16.

3. Отзыв д.ф.-м.н., профессора, г.н.с. Короткого А.И., ФГБУН Института математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, г. Екатеринбург, содержит замечания: из автореферата не ясно, кому принадлежат постановки краевых задач (1)-(3) и (12)-(14), диссертанту или другим авторам; какой физический смысл имеют граничные условия (2) в 2D случае и (13) в 3D случае; не ясно, в чем состоит новизна в области использования для маскировки анизотропных материалов; автор не уточнил, с какой точностью проводились численные расчеты; являются ли СЛАУ в численных алгоритмах плохо обусловленными.

4. Отзыв к.ф.-м.н., доцента Гренкина Г.В., ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», содержит вопросы и замечание: можно ли заменить задачу минимизации потенциала отраженного поля на задачу минимизации его напряженности; позволяют ли полученные результаты вычислительных экспериментов гарантировать нахождение глобального оптимума, найдены ли прочие локальные оптимумы, каково условие останова алгоритма. Возможно, в функционале качества не учтено различие масштабов слагаемых, и задача не ставилась как двухкритериальная.

5. Отзыв к.ф.-м.н., доцента, в.н.с. Богданова А.Н., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», содержит замечания: стиль изложения не всегда удачен. Словосочетание неоднородных анизотропных представляется совершенно неудачным, поскольку анизотропия как раз и означает различие свойств среды в различных направлениях внутри нее. Примененный для пояснения результатов, полученных соискателем, оборот «математическая технология решения» неуклюж; пп. 3 и 4 основных положений, выносимых на защиту по своей сути мало различаются. Неудачны формулировки о постановке задачи "в плоскости" и дальнейших в «плоскости» действиях. Неудачно объяснение смысла констант  $C_T$ ,  $C_R$ ,  $C_R'$ , в разделе 1.2 отсылкой в раздел 1.2. Излишне научнообразно выглядит использование слова «дизайн» вместо общепотребительного вид. Малоудачна формулировка п. 6 раздела Научная новизна, следует ли понимать это так, что соискателем получены результаты, позволяющие создать простые устройства, обеспечивающие эффективную экранизацию каким-либо путем предоставленных объектов? Метод роя частиц, не являющийся общеизвестным, заслуживает в автореферате краткого пояснения; в

автореферате не приведено сравнение полученных результатов с какими-либо известными результатами других авторов.

6. Отзыв д.т.н., профессора, зав. кафедрой Юханова Ю.В., ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Таганрог, содержит замечания: цель работы сформулирована как процесс; не указана выбранная система единиц; соискателем неоднократно указывается на решение новых задач, если это задачи, геометрия которых указана на рис.1, 2, 3 и 5, то следует дать дополнительные пояснения, так как задачи возбуждения многослойных концентрических и коаксиальных областей решались многими учеными уже несколько десятилетий (ещё в прошлом веке), например задачи, связанные с исследованием линз Люнеберга; в части личного вклада слова «все результаты... были получены при непосредственном участии соискателя» не убеждают; странно звучат высказывания «внешность области» и «дополнительное поле во внешности...».

7. Отзыв д.ф.-м.н., профессора, г.н.с. Черных Г.Г., ФГБун «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий», г.Новосибирск, не содержит замечаний.

8. Отзыв д.ф.-м.н., доцента, зав. лабораторией Ярошука И.О., ФГБун Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г.Владивосток, содержит замечания: описание результатов вычислительных экспериментов излишне громоздкое и затрудняет восприятие материала; в автореферате не хватает пошагово-словесного описания разработанного алгоритма либо его краткой блок-схемы; при описании исходных данных алгоритма было бы полезно указать характеристики компьютера, на котором проводились вычислительные эксперименты, а в полученных результатах привести данные о временных затратах на вычисления.

9. Отзыв д.ф.-м.н., профессора, зав. кафедрой Смирнова Ю.Г., ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», содержит замечания: из автореферата не ясно, как решается вопрос о технической реализации устройств маскировки, заполненных анизотропными материалами; исследуются модели магнитостатики для однородного внешне приложенного поля, интересно, можно ли полученные результаты распространить для случая неоднородного магнитного поля.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием требованиям пунктов 22 и 24 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а также заключением комиссии диссертационного совета Д 24.1.027.01, зафиксированном в протоколе № 2 заседания диссертационного совета Д 24.1.027.01 в Институте автоматизации и процессов

управления Дальневосточного отделения Российской академии наук от 30.01.2023г.

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

предложен и развит математический аппарат решения задач дизайна средств маскировки и экранирования материальных тел относительно магнитных полей, основанный на оптимизационном методе решения обратных задач;

разработаны эффективные численные алгоритмы решения экстремальных задач для 2D и 3D моделей магнитостатики, основанные на использовании метода роя частиц;

выполнена программная реализация разработанных численных алгоритмов; проведены вычислительные эксперименты по решению задач дизайна устройств маскировки и экранирования для 2D и 3D моделей магнитостатики;

получены результаты вычислительных экспериментов, демонстрирующие высокую точность предложенных алгоритмов и высокую эффективность спроектированных маскировочных и экранирующих устройств.

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

доказаны новые теоремы об однозначной разрешимости краевых задач для двумерных и трехмерных моделей магнитостатики, рассматриваемых при условиях сопряжения на границах раздела неоднородных анизотропных в общем случае сред;

предложен оригинальный математический метод решения обратных задач дизайна устройств невидимости и экранирования материальных тел для моделей магнитостатики,

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы:**

теория краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных, основанная на идее слабого решения и на теореме Лакса – Мильграма; оптимизационные методы решения обратных задач маскировки и экранирования; теория оптимального управления для решения экстремальных задач для 2D и 3D моделей магнитостатики.

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

разработанная в диссертации математическая технология решения задач дизайна устройств экранирования и маскировки может также использоваться для решения задач дизайна концентраторов энергии, устройств иллюзиона, инверторов и других специальных устройств, служащих для управления физическими полями;

результаты, полученные при решении задач дизайна устройств магнитной невидимости, могут найти потенциальные применения в медицинских технологиях, где используемые магнитные поля должны иметь заданную структуру и не допускать возмущений различного рода присутствующими магнитными объектами.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

теоретические результаты обоснованы использованием строгих математических рассуждений при доказательстве теорем;

достоверность результатов вычислительных экспериментов подтверждается применением апробированных численных методов и средств компьютерного моделирования и верификацией построенных алгоритмов;

программная реализация предложенных в диссертации численных алгоритмов и вычислительные эксперименты выполнены в лицензионном пакете прикладных программ Matlab.

**Личный вклад соискателя состоит** в непосредственном участии соискателя на всех этапах исследования; в доказательстве однозначной разрешимости новых краевых задач для двумерных и трехмерных моделей магнитостатики; в разработке и программной реализации численных алгоритмов решения обратных экстремальных задач маскировки и экранирования для двумерных и трехмерных моделей магнитостатики; в проведении вычислительных экспериментов, визуализации и анализе полученных результатов; в подготовке научных публикаций и докладов.

На заседании 9 июня 2023 г. диссертационный совет принял решение за разработку математического аппарата, алгоритмического и программного обеспечения для решения задач маскировки для 2D и 3D моделей магнитостатики присудить Спивак Ю.Э. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 23, против – 0, действительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Кульчин Юрий Николаевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
09 июня 2023 г.

Петрунько Наталья Николаевна