

Отзыв
научного руководителя по диссертационной работе
Бабаева Аливерда Бахтияровича
«Анизотропные псевдодифференциальные операторы в анизотропных
пространствах Гёльдера-Зигмунда на R^n »,
представленной на соискание степени
кандидата физико-математических наук по специальности
1.1.2 — Дифференциальные уравнения и математическая физика

Бабаев А.Б. в 2021 году окончил магистратуру Института математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета по направлению подготовки 01.04.01 «Математика» программы «Фундаментальная математика, механика и математическое моделирование». В том же году поступил в аспирантуру Южного федерального университета по направлению 01.06.01. «Математика и механика» (дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление).

Диссертационная работа Бабаева А.Б. посвящена исследованию анизотропных псевдодифференциальных операторов с символами, ограниченными по внешней переменной в согласованных с ними анизотропных пространствах Гёльдера-Зигмунда с переменным показателем гладкости (гёльдеровской непрерывности). В частности, изучаемые классы содержат анизотропные дифференциальные операторы с бесконечно дифференцируемыми коэффициентами, ограниченными со всеми своими производными. Рассматриваемые классы операторов были введены в работе Леопольда (опубликована в 1986 году). В этой работе была представлена формула для символа композиции анизотропных псевдодифференциальных операторов и доказана теорема об ограниченности операторов из указанных классов в соответствующих пространствах типа пространств Бесова-Харди-Соболева. Изотропные пространства функций (и распределений) хорошо приспособлены для изучения операторов и уравнений эллиптического типа. Уже гипоеллиптические уравнения в таких пространствах не всегда позволяют получить точные условия и оценки. Нужно согласовывать поведение операторов и их символов по разным направлениям с поведением элементов функциональных пространств. Поэтому востребовано и актуально исследование как анизотропных функциональных пространств, так и анизотропных операторов, действующих в этих пространствах.

В связи с вышеизложенным Бабаеву А.Б. были поставлены следующие задачи:

1. Ввести и исследовать анизотропные функциональные пространства Гёльдера-Зигмунда с переменным показателем гладкости на R^n , 2. Построить (дополнить) символическое исчисление для классов анизотропных псевдодифференциальных операторов, введенных Леопольдом, доказать теорему об ограниченности операторов из этих классов в анизотропных пространствах Гёльдера-Зигмунда переменной гладкости. 3. Получить достаточные условия компактности и фредгольмовости анизотропных псевдодифференциальных операторов в анизотропных пространствах Гёльдера-Зигмунда переменной гладкости. 4. Исследовать анизотропные гипоеллиптические полулинейные (псевдо)дифференциальные уравнения на R^n с малой нелинейностью. Установить условия существования и единственности решения. 5. Получить характеристику (по Билзу) анизотропных псевдодифференциальных операторов, действующих в анизотропных пространствах Гёльдера-Зигмунда с постоянным показателем на R^n . Основываясь на характеристике дать доказательство замкнутости алгебры анизотропных псевдодифференциальных операторов относительно взятия обратного оператора в пространствах Гёльдера-Зигмунда. Решение этих задач и обеспечивает новизну работы. С поставленными задачами Бабаев А.Б. успешно справился.

Диссертация Бабаева А.Б. состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы и приложения.

В первой главе получены необходимые в дальнейшем свойства введенных здесь анизотропных функциональных пространств Гёльдера-Зигмунда с переменным показателем гладкости. Этот показатель определяет среднюю «гладкость» функции (или распределения) в каждой точке. Вектор анизотропности позволяет найти гладкость по каждой координате этой точки. «Гладкость» может принимать как неотрицательные значения, так и отрицательные. Если показатель принимает положительные значения и отделен от нуля, то эквивалентную норму можно задать с помощью конечных разностей.

Во второй главе исследуются классы анизотропных псевдодифференциальных операторов с ограниченными по внешней переменной символами, обобщающими классы Хёрмандера. Аккуратно построено символическое исчисление и доказана теорема об ограниченности

операторов из рассматриваемых классов в пространствах Гёльдера-Зигмунда с переменным показателем гладкости. Эта теорема может считаться уточнением свойства псевдолокальности псевдодифференциальных операторов. Далее получены достаточные условия компактности и фредгольмовости анизотропных псевдодифференциальных операторов. Глава завершается применением к полулинейным анизотропным псевдодифференциальным уравнениям гипотипического типа с малой нелинейностью. Получены условия существования и единственности решения.

В третьей главе приводится характеристика (по Билзу) анизотропных псевдодифференциальных операторов в анизотропных пространствах Гёльдера-Зигмунда с постоянным показателем. Характеристика позволяет установить, что если анизотропный псевдодифференциальный оператор обратим в каких-нибудь пространствах Гёльдера-Зигмунда, то обратный оператор тоже псевдодифференциальный из соответствующего класса.

Представленные в диссертационной работе результаты исследования прошли весомую апробацию. Они опубликованы в 3 статьях в журналах, входящих в перечень научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертационных работ, защищаемых в диссертационном совете ЮФУ801.01.21, причем две работы в журналах, индексируемых в базах цитирования Scopus и zbMath, и 4 в тезисах докладов или материалах научных конференций. Все результаты новые и представляют несомненную научную ценность, а их содержание полностью соответствует паспорту специальности 1.1.2 – дифференциальные уравнения и математическая физика. В тех результатах, которые получены в соавторстве со мной, мне принадлежит постановка задач, промежуточное обсуждение и окончательная редакция текста статей, в которых они опубликованы. Сами результаты, также как и их доказательства, принадлежат А.Б. Бабаеву. В процессе их получения А.Б. Бабаев проявил умение преодолевать серьезные математические трудности, упорство и достаточно высокую степень самостоятельности.

Оценивая диссертацию в целом, считаю, что она представляет собой законченное научное исследование, выполненное на актуальную тему, имеющее несомненную научную ценность, и удовлетворяет всем требованиям п.2 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего

образования «Южный федеральный университет», а её автор Аливерд Бахтиярович Бабаев заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2 – дифференциальные уравнения и математическая физика (физико-математические науки).

Научный руководитель: Кряквин Вадим Донатович,
кандидат физико-математических наук (1.1.2 дифференциальные уравнения и математическая физика), доцент кафедры алгебры и дискретной математики Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет».

Почтовый адрес: 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова 8А.

Телефон +7(863) 2184000 (доб.)

e-mail: kryakvin@sfedu.ru

04.09.2026 г.



Кряквин Вадим Донатович

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южный федеральный университет»
подпись: Кряквина В. Д.

ЗАВЕРЕНО:

Главный специалист по управлению персоналом
М. И. Подшивалова
4 сентября 2026 г.

Главный специалист по управлению персоналом

ЗАВЕРЕНО:

Лично подписано

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южный федеральный университет»