ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.167.02 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.А. СТЕКЛОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17.10.2024 № 11

О присуждении **Горшкову Алексею Вячеславовичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация **«Граничное условие прилипания для вихревой функции в уравнениях гидродинамики»** на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.2 — дифференциальные уравнения и математическая физика принята к защите «20» июня 2024 г., протокол № 9, диссертационным советом 24.1.167.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук (119991, г. Москва, ул. Губкина, д.8; приказ № 1114/НК от 23.05.2023).

Соискатель Горшков Алексей Вячеславович, 1978 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук "Стабилизация полулинейного параболического уравнения, заданного во внешности ограниченной области, посредством управления с границы" защитил в 2003 году в диссертационном совете, созданном на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». С 2012 г. Горшков А.В. работает в Федеральном

государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», в настоящее время в должности доцента кафедры Общих проблем управления механико-математического факультета.

Диссертация подготовлена на кафедре Общих проблем управления механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Ситник Сергей Михайлович — доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики и компьютерного моделирования Института инженерных и цифровых технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (специальность 01.01.02)

Чеботарев Александр Юрьевич — доктор физико-математических наук, профессор, профессор департамента математического и компьютерного моделирования Института математики и компьютерных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (специальность 01.01.02)

Чепыжов Владимир Викторович — доктор физико-математических наук, и.о. главного научного сотрудника, и.о. заведующего Лабораторией № 1 им. М.С. Пинскера Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук (специальность 05.13.17)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация «Московский Энергетический Институт (Национальный исследовательский университет)» (г. Москва) в своем положительном заключении, утвержденном проректором по науке и инновациям Национального Исследовательского Университета «Московский Энергетический институт», доктором технических наук Комаровым И.И., указала, что в диссертации А.В. Горшкова «Граничное условие прилипания для вихревой функции в уравнениях гидродинамики» получены новые результаты и её можно квалифицировать как научное достижение высокого уровня в теории уравнений математической физики, а также в теории гидродинамических течений. Диссертация А.В. Горшкова удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, в частности, п. 9 Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.2 — дифференциальные уравнения и математическая физика.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, 10 из которых входят в список ВАК.

1. Горшков А.В. Специальное преобразование Вебера с ненулевым ядром. Матем. заметки. 2023; 114:2 с. 212–228.

2. Gorshkov A.V. No-Slip Boundary Condition for Vorticity Equation in 2D Exterior Domain, J. of Math. Fluid Mech. 2023; 25:47.
3. Gorshkov A.V. Stable invariant manifolds with application to control problems, Mathematical Control and Related Fields(MCRF). 2022; 12:3, pp. 695-707.
4. Gorshkov A.V. Associated Weber-Orr Transform, Biot-Savart Law and Explicit Form of the Solution of 2D Stokes System in Exterior of the Disc. J. Math. Fluid Mech. 2019; 21:3.
5. Горшков А.В. Спектральное представление функции ротора внешней задачи Стокса в цилиндрических областях, Труды НИИСИ РАН. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем:

теоретические и прикладные аспекты. 2019; 9:2, с. 71-74.
6. Горшков А.В. Инвариантные многообразия для уравнения Бюргерса, заданного на полуоси, Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 2018; 58:1 с. 95–107.
7. Gorshkov A.V. Boundary Stabilization of Stokes System in Exterior Domains, J. of Math. Fluid Mech. 2016; 18:4 : 679-697.
8. Горшков А.В. Стабилизация решения уравнения теплопроводности во внешности сферы с управлением на границе, Вестн. Моск. ун-та. Сер. 1. Матем., мех. 2016; 5, с. 3–14.
9. Gorshkov A.V. Stabilization of a Solution to the Heat Equation with Boundary Control in the Exterior of a Disc. J Math Sci. 2015; 210, pp. 635–647.
10. Gorshkov A.V. Stabilization of a Solution to the Heat Equation on the Half-Axis with Locally Distributed Control. J Math Sci. 2015; 205, pp. 190–198.
11. Горшков А.В. Стабилизация решения двумерной системы уравнений Навье–Стокса во внешности ограниченной области посредством управления с границы, Матем. сб. 2012; 203:9, с. 15–40.
Других отзывов на диссертацию и автореферат не поступало.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются высококвалифицированными специалистами в области физико-математических наук, авторами значимых работ по дифференциальным уравнениям, математической физике и в смежных областях.

Ситник С.М. является ведущим специалистом в теории дифференциальных уравнений с операторами Бесселя. Им совместно с В. В. Катраховым, Э. Л. Шишкиной разработан метод операторов преобразования для дифференциальных уравнений с операторами Бесселя и для сингулярных эллиптических уравнений (В. В. Катрахов, С. М. Ситник // “Метод операторов преобразования и краевые задачи для сингулярных эллиптических уравнений”, Современная математика. Фундаментальные направления, 64:2 (2018), 211–426, С. М. Ситник, Э. Л. Шишкина // Метод операторов

преобразования для дифференциальных уравнений с операторами Бесселя, Физматлит, Москва, 2019 , 224 с.).

Чеботарев А.Ю. является признанным исследователем в области стабилизации уравнений магнитной гидродинамики (А. Ю. Чеботарёв // “Стабилизация сторонними токами равновесных МГД конфигураций”, Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 52:12 (2012), 2238–2246), а также в области оптимального управления полулинейными параболическим уравнениями, уравнениями сложного теплообмена. Ему совместно с А.А. Илларионовым, Е.В. Амосовой принадлежат результаты в области экспоненциальной стабилизации с управлением с обратной связью для систем типа Навье-Стокса (А. Ю. Чеботарев, А. А. Илларионов, Е. В. Амосова // “Вариационные неравенства, краевые задачи и оптимальное управление для системы Навье–Стокса”, Дальневост. матем. Журн., 8:1 (2008), 121–140).

Чепыжов В.В. является признанным специалистом в области теории аттракторов трехмерной системы Навье-Стокса. В совместных работах с М.И. Вишиком, С.В. Зеликом, А.А. Ильиным им получен ряд результатов по траекторным аттракторам уравнений математической физики — уравнений Навье-Стокса, уравнений реакции диффузии, ряда гиперболических уравнений, уравнений Гинзбурга-Ландау (М. И. Вишик, В. В. Чепыжов // “Траекторные аттракторы уравнений математической физики”, УМН, 66:4(400) (2011), 3–102, А. А. Ильин, В. В. Чепыжов // “О сильной сходимости аттракторов уравнений Навье–Стокса в пределе исчезающей вязкости”, Матем. заметки, 101:4 (2017), 635–639).

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что она широко известна яркими достижениями в математике. В ней работает ряд международно-признанных специалистов в области дифференциальных уравнений. Исследования проводятся по направлениям, охватывающим как фундаментальную, так и прикладную математику.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны новые научные идеи и методы, позволяющие доказывать существование решений системы Навье-Стокса в вихревой форме и строить их приближения. Результаты соискателя значительно усиливают полученные ранее результаты разрешимости задачи дивергенция-ротор с условием прилипания.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

— доказана полнота собственных функций дифференциального оператора Бесселя с третьим краевым условием в случае комбинированного спектра и выведена формула обращения;

— найден счетный набор гармонических функций для условия ортогональности. При выполнении этих условий доказана разрешимость задачи дивергенция-ротор для внешней области с условием прилипания на границе и заданным краевым условием на бесконечности. Получена энергетическая оценка для вектора скорости решения этой задачи;

— построены граничные условия прилипания для линейной задачи вихревой динамики, описывающей течение вокруг обтекаемого тела с заданным условием потока на бесконечности. Для внешности круга дана явная формула решения соответствующей краевой задачи;

— доказано существование граничного управления, обеспечивающего выполнение интегрального условия прилипания для ротора. Полученное управление относится к типу управлений с обратной связью;

— доказана теорема существования решения нелинейного уравнения Гельмгольца с интегральным условием на границе тела, описывающего течение вокруг обтекаемого тела с заданным условием потока на бесконечности;

— исследована задача стабилизации решения нелинейного уравнения Гельмгольца при помощи выбора соответствующего граничного условия. Для

линейного вихревого уравнения во внешности круга граничное управление найдено в явном виде посредством интегральных преобразований Бесселя-Фурье.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты диссертации обоснованы строгими математическими доказательствами и получены с корректным использованием методов теории интегральных преобразований, функционального и комплексного анализа.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном получении результатов диссертационного исследования, их апробации на научных семинарах, международных и всероссийских конференциях, в подготовке публикаций по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания:

1. Нет описания взаимосвязи решений системы Стокса и решения уравнения теплопроводности для ротора. Особенно это касается обратного перехода от роторной функции к векторному полю.
2. Неравенство Бесселя для преобразования Wk+1, k-1 приведено без доказательства.
3. В задаче стабилизации выведена оценка для поля скоростей в норме Lq, хотя в предыдущих главах утверждалось, что возможна энергетическая оценка.
4. В диссертации Lp-Lq-оценки интегральных преобразований с сингулярными ядрами приводятся для случая плоскости, а применяются для поля скоростей, заданного только в некоторой области.

Соискатель Горшков А.В. согласился с замечаниями, аргументированно ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 17 октября 2024 г. диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических положений, совокупность которых можно

квалифицировать как крупное научное достижение, присудить Горшкову А.В. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 11 докторов наук по научной специальности 1.1.2 — дифференциальные уравнения и математическая физика, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против нет.

Председатель диссертационного совета
24.1.167.02
доктор физико-математических наук

Славнов Никита Андреевич

Ученый секретарь диссертационного совета
24.1.167.02
кандидат физико-математических наук,

Теретёнков Александр Евгеньевич

17 октября 2024 года