

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

ЮФУ801.01.09,

созданного на базе Института математики, механики и компьютерных наук им.  
И.И. Воровича Южного федерального университета,  
по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук

*аттестационное дело № 10*

*решение диссертационного совета от 18.12.2025 г. № 35*

О присуждении Коханову Павлу Владимировичу (гражданство РФ) учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Численное исследование конвективных движений в пористых цилиндрах» по научной специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 08.10.2025 (протокол заседания № 31) диссертационным советом ЮФУ801.01.09, созданным на базе Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета (приказ №368-ОД от 22.12.2022).

Соискатель Коханов Павел Владимирович, 1996 года рождения, в 2019 году окончил Южный федеральный университет, бакалавриат Физического факультета по направлению подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование с двумя профилями подготовки: математика и физика. В 2021 году окончил с отличием Южный федеральный университет, магистратуру Физического факультета по направлению подготовки 44.04.01 – Педагогическое образование: физическое образование. В октябре 2025 году окончил с отличием Южный федеральный университет, аспирантуру Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича по научной специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Математические модели естественных наук.

Соискатель работает в должности преподавателя кафедры общей физики Физического факультета Южного федерального университета.

Диссертация выполнена на кафедре теоретической и компьютерной гидроаэродинамики Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Цибулин Вячеслав Георгиевич, доцент, заведующий кафедрой теоретической и компьютерной гидроаэродинамики Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета.

Официальные оппоненты:

Брацун Дмитрий Анатольевич, доктор физико-математических наук (01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), доцент, заведующий кафедрой прикладной физики Пермского национального исследовательского политехнического университета, Пермь;

Сидорякина Валентина Владимировна, кандидат физико-математических наук (01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление, 01.01.04 – Геометрия и топология), доцент, доцент

кафедры математики и информатики Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону;

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию, отметили научную ценность выполненной работы и рекомендовали присудить соискателю учёную степень кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 10 научных публикаций по теме диссертации. В научных изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, представленных для защиты в диссертационные советы Южного федерального университета, опубликовано 4 работы; в научных изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и/или Web of Science, опубликованы 2 работы. Все публикации соответствуют научной специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки). Опубликованные работы соискателя в полном объёме отражают материал, изложенный в диссертации.

1. Коханов П.В., Цибулин В.Г. Численная схема в полярных координатах для анализа конвекции в пористой среде // Экологический вестник научных центров ЧЭС, 2023. Т. 20. № 4. С. 37-44.

2. Коханов П.В., Цибулин В.Г. Моделирование фильтрационной конвекции в полярных координатах на неравномерной сетке // Математическое моделирование, 2025. Т. 37. № 3. С. 127-143.

3. Kokhanov P.V., Tsybulin V.G. Modeling of Convective Flows in a Porous Circular Enclosure // Current Developments in Solid Mechanics and Their Applications. Advanced Structured Materials, 2025. Vol. 223. P. 337-348.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025660956 Российская Федерация. Программная реализация расчета конвекции в пористом цилиндре, № 2025619783, заявл. 22.04.2025, опубл. 28.04.2025 / В.Г. Цибулин, П.В. Коханов, заявитель ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет».

На автореферат поступили отзывы от д.ф.-м.н. Чикина Алексея Львовича, старшего научного сотрудника, главного научного сотрудника лаборатории гидрологии и гидрохимии, ФГБУН «Федерального исследовательского центра Южного научного центра Российской академии наук», г. Ростов-на-Дону; д.ф.-м.н. Тарасевича Юрия Юрьевича, профессора, заведующего научной лабораторией «Математическое моделирование и информационные технологии в науке и образовании», ФГБОУ ВО «Астраханского государственного университета им. В.Н. Татищева», г. Астрахань; к.ф.-м.н. Лукьяненко Владимира Андреевича, доцента кафедры математического анализа Физико-технического института ФГАОУ ВО «Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского», г. Симферополь; к.ф.-м.н. Хосаевой Зарины Хетаговны, старшего научного сотрудника Лаборатории прикладной социологии и конфликтологии ФГБУН ФНЦ «Владикавказского научного центра Российской академии наук», г. Владикавказ; д.ф.-м.н. Провоторова Вячеслава Васильевича,

профессора кафедры уравнений в частных производных и теории вероятностей ФГБОУ ВО «Воронежского государственного университета», г. Воронеж.

В отзывах оппонентов содержатся следующие замечания:

1) Приближение Дарси означает, что движение жидкости рассматривается в безынерционном пределе, в котором уравнение движение уже не зависит от коэффициента пористости (но зависит от коэффициента проницаемости). Автор должен пояснить, какой смысл несет запись уравнения (1.06), которое является основным для данной диссертационной работы.

2) В параграфе 2 автор пишет: «Рассматривается цилиндр с длиной, значительно большей радиуса. Тогда задача сводится к анализу двумерной по пространственным координатам модели конвекции в круговой области». С математической точки зрения это позволяет формально рассматривать класс решений, не зависящих от координаты  $z$ . С физической точки зрения ситуация обратная: двумерные решения более устойчивы в коротких цилиндрах.

3) Встречаются дефекты оформления, орфографические ошибки, опечатки и неудачные выражения.

4) Отсутствуют выводы о наилучшей/наихудшей аппроксимации из представленных для решения исследуемой проблемы.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность и важность проведённого исследования. В отзывах на автореферат диссертации содержатся следующие замечания: отсутствует информация о дискретных симметриях задач и их сохранении при дискретизации; в качестве замечания можно отметить исключительно мелкие рисунки, затрудняющие их восприятие и понимание; в качестве пожелания можно посоветовать продолжение поиска тех условий, при которых и в случае неоднородных граничных условий возможна мультистабильность режимов.

Сделанные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку работы.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией в области научного исследования, а также рекомендацией экспертной комиссии в целях полноценного анализа качества работы в области моделей тепломассопереноса, решения прикладных задач при наличии нелинейных членов в уравнениях и использования численных методов. Брацун Д.А. является специалистом в области математических моделей фильтрационной конвекции и разработки комплексов программ. Сидорякина В.В. – специалист в области математического моделирования и численных методов, посвященных решению дифференциальных уравнений.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований развит численно-аналитический подход для анализа возникновения конвекции в случае горизонтального пористого цилиндра; получена дискретизация начально-краевых задач фильтрационной конвекции в цилиндрических координатах на сетках с неравномерным распределением узлов; разработаны численные схемы для расчёта тепломассопереноса на основе смещённых сеток и специальных аппроксимаций в окрестности осевой линии цилиндров; проведено моделирование развития стационарных и колебательных конвективных режимов с ростом числа Рэлея для горизонтального и

вертикального пористых цилиндров, насыщенных теплопроводной жидкостью; разработан программный комплекс для вычислительного эксперимента в задачах фильтрационной конвекции с неоднородным нагревом на границе цилиндров.

Работа вносит теоретический вклад в развитие методов анализа нелинейных уравнений в частных производных. Развитые конечно-разностные схемы могут быть использованы для моделирования конвекции бинарных жидкостей, а также при анализе проблем, возникающих в энергетике, медицине, биотехнологиях. Полученные результаты и программный комплекс будут применены в учебных курсах для студентов физико-математических специальностей.

В диссертации применялись математически обоснованные методы математической физики, численного анализа и косимметрии. На основе интегро-интерполяционного метода и дискретизации с использованием сеток со смещёнными узлами проведены аппроксимации рассматриваемых начально-краевых задач конвекции в пористой среде. Реализован вывод конечно-разностных уравнений на неравномерных сетках.

Личный вклад соискателя состоит в осуществлении аналитических выкладок, конечно-разностных расчётов, написании программного кода, проведении численных экспериментов. Научному руководителю В.Г. Цибулину принадлежат выбор темы исследования, постановка целей и задач, обсуждение полученных результатов.

Соискатель Коханов П.В. исчерпывающе ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 18 декабря 2025 года диссертационный совет отметил, что рассматриваемая диссертация соответствует критериям раздела 2 «Положения о присуждении учёных степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет»», и принял решение за разработку теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, присудить Коханову П.В. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности (1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета (дополнительных членов не вводилось) проголосовали тайно: за – 12, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета

Наседкин А.В.

Учёный секретарь диссертационного совета

Говорухин В.Н.

18 декабря 2025 года

Подпись проф. Наседкина А.В. и  
проф. Говорухина В.Н. 480 4068410

СЦУК 4 (Сыванкова О.А.)

