ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Ивченко Николая Александровича на тему: «Перенос полей в турбулентном течении когерентного вихря» по специальности 1.3.3. Теоретическая физика

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Ивченко Н.А. посвящена теоретическому изучению поведения полей различной природы, находящихся в гидродинамических течениях. Непрерывный прогресс в области моделирования и экспериментального изучения двумерной и трехмерной гидродинамики требует развития теоретических подходов, способных дать понимание наблюдаемых сложных эффектов и явлений. Развитие таких подходов на основе методов статистической физики имеет как фундаментальный интерес, так и открывает широкие перспективы в области геофизических приложений. В диссертационной работе Ивченко Н.А. решены важные задачи о перемешивании пассивного скаляра, а также о взаимодействии инерционных волн с течением геострофического вихря. Представленная в диссертационной работе теория поглощения инерционных волн во вращающейся жидкости когерентным течением вихря находится в хорошем согласии с недавними результатами лабораторных экспериментов по измерению угловой скорости циклонов. Здесь стоит отметить, что физика вращающейся жидкости является важной областью исследований в современной гидродинамике и содержит в себе много нерешенных задач, требующих глубокого теоретического анализа. Таким образом, тема диссертационной работы Ивченко Н.А. ***несомненно, является актуальной и представляет научный и практический интерес***, а применяемые в исследованиях теоретические и численные методы соответствуют современному мировому уровню в данной области.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырёх глав и заключения. Полный объём диссертации составляет 171 страницу. Дополнительная информация изложена в 5 приложениях. Работа содержит 20 рисунков и 1 таблицу. Список публикаций автора по теме диссертации включает 3 наименования. Список литературы содержит 170 наименований. Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы основные цели работы и изложены основные положения, выносимые на защиту. В последующих главах приводится обзор состояния исследований в данной

научной области, описываются теоретические подходы и численные методы, используемые в работе, приводятся результаты исследований. В заключении изложены наиболее важные результаты диссертационной работы.

Научная значимость работы

Все полученные в диссертации результаты являются ***новыми****.* Среди полученных результатов хотелось бы отметить следующие наиболее важные:

1. Исследованы статистические свойства хаотической адвекции и диффузии пассивного скалярного поля (например, примеси) в локальном плоском потоке, характеризующемся сильной компонентой сдвига и случайными флуктуациями на его фоне. При этом наличие среднего сдвига порождает анизотропию, которая изменяет статистические характеристики перемешивания по сравнению с известным изотропным случаем в режиме Бэтчелора. Показана связь между функцией плотности вероятности расстояния между близкими лагранжевыми траекториями в потоке и парной корреляционной функцией скалярного поля в задаче о его затухании.
2. Исследованы механизм и условия поглощения инерционных волн геострофическим вихрем во вращающейся жидкости, при которых волна передает энергию и угловой момент среднему потоку. Показано, что поглощение в критическом слое возможно для падающей волны с определенной поляризацией, переносящей угловой момент того же знака, что и у самого вихря.
3. На основе исследованного механизма была предложена статистическая теория, определяющая радиальный профиль средней скорости в геострофическом вихре, поддерживаемом за счет поглощения коротких инерционных волн, сходящихся от периферии. Данная теория была успешно применена для известных экспериментальных профилей скорости циклонических вихрей.

Практическая значимость работы

Полученные результаты могут найти применение в геофизических приложениях о предсказании поведения циклонов и процессах адвекции.

Личный вклад

Нет сомнений, что результаты, изложенные в диссертации, получены Ивченко Н.А. лично либо при его непосредственном участии под руководством научного руководителя,

что подтверждается тремя публикациями в авторитетных рецензируемых журналах (журналы рекомендованы ВАК для публикации результатов диссертационных работ). Отметим, что во всех работах Ивченко Н.А. является первым автором. Кроме того, Ивченко Н.А. лично представил результаты диссертационной работы на пяти конференциях и научных школах, что также подчеркивает его ключевой вклад в представленную работу.

Замечания по диссертационной работе:

1. Отсутствуют детали стохастического численного моделирования динамических уравнений (2.14). Также было бы полезно в дополнение к Рисунку 2.1 привести другие примеры реализации ланжевеновской динамики углов.
2. Подписи некоторых рисунков неполные, а информация о представленных данных с трудом восстанавливается из текста. Например, на Рисунке 3.3 не указано каким моментам времени отвечают цвета линий. Также было бы полезно в подписи к Рисунку 3.3 объяснить, какой смысл у переменных, указанных по осям графика. В подписи к Рисунку 4.2 не сказано, какие данные получены экспериментально, а какие – из численного расчёта. На Рисунке 4.4 указано, что величины измеряются в СГС, однако было бы полезнее указать размерности явно на осях.
3. В разделе 4.5 несколько неясно описан подход к теоретическому описанию экспериментальных данных по угловой скорости циклонов. Экспериментальные данные используются для теоретического описания взаимодействия инерционных волн с вихрем. Затем строится теоретический профиль угловой скорости вихря. Будет ли при этом использованное теоретическое описание взаимодействия инерционных волн согласовано с теоретическим профилем?

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают высокой оценки диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений

В работе используются общепринятые теоретические подходы. Отдельные результаты, полученные различными аналитическими и численными методами, демонстрируют хорошее согласие. Основные выводы находятся в соответствии с известными теориями и публикациями других авторов. *Важно отметить, что развитая в работе теория прошла проверку сравнением с данными экспериментов. Таким образом,* ***обоснованность научных положений диссертационной работы не вызывает сомнений.***

Заключение

Диссертация Ивченко Н.А. «Перенос полей в турбулентном течении когерентного вихря» представляет собой законченное научное исследование, выполненное на современном теоретическом уровне и имеющее практическое значение. Постановка задач актуальна, а выводы, сделанные в ходе выполнения работ, представляются **достоверными**. По теме диссертации автором опубликованы 3 статьи в рецензируемых журналах высокого уровня (входят в перечень изданий, рекомендованных ВАК России для публикации основных материалов диссертации). Отмеченные недостатки не снижают общего положительного впечатления о проделанной работе. **Автореферат** соответствует тексту диссертации, правильно и полно передаёт её содержание. Диссертация Ивченко Н.А. «Перенос полей в турбулентном течении когерентного вихря» отвечает требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (ред. от 18.07.2026 г.). Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.3. Теоретическая физика. Таким образом, соискатель Ивченко Николай Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Согласен на обработку диссертационным советом моих персональных данных, связанных с защитой данной диссертации.

Официальный оппонент: кандидат физико-математических наук, профессор и руководитель проекта Автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»

Гелаш Андрей Александрович

«25» ноября 2026г.

Контактные данные:

Тел.: + 7 495 280 14 81 E-mail: A.Gelash@skoltech.ru

Степень и шифр специальности, по которой официальным оппонентом была защищена диссертация: кандидат физико-математических наук, 01.04.02 – теоретическая физика.

Адрес места работы: Россия, 121205, г. Москва, территория инновационного центра «Сколково», Большой бульвар, д. 30 стр.1.

Подпись официального оппонента Гелаша А.А. удостоверяю:

