

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертации Ивченко Николая Александровича

«Перенос полей в турбулентном течении когерентного вихря», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – «Теоретическая физика»

Ивченко Николай Александрович окончил магистратуру Московского физико-технического института (национального исследовательского университета) (МФТИ) в 2022 году. С 2022 года и по настоящее время Николай обучался в аспирантуре ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН и выполнял исследования под моим научным руководством.

Диссертация Николая Ивченко посвящена исследованию динамики полей, переносимых турбулентным течением когерентного гидродинамического вихря, в котором выделяются среднее дифференциальное вращение и крупномасштабные турбулентные пульсации. Актуальность теоретического исследования когерентных течений, устанавливающих во вращающихся жидкостях, определяется их распространённостью в геофизике и технике и принципиальной ограниченностью возможностей в этой области численного моделирования. Работа основана на трёх опубликованных работах.

В первых двух работах рассматривается перемешивание скаляра. Была выбрана двумерная модель течения, поскольку её достаточно для выявления главных характеристик этого физического феномена. Были рассмотрены две постановки задачи – непрерывное возбуждение новых неоднородностей распределения скаляра и перемешивание потоком некоторого начального распределения. В задаче с непрерывным возбуждением были рассчитаны парная корреляционная функция и корреляционные функции более высоких порядков. В распадной задаче были получены одноточечная статистика скаляра, и также парная корреляционная функция и корреляционные функции более высоких порядков. Установлена связь характеристик корреляционных функций со статистикой близких лагранжевых траекторий. Было проведено успешное сравнение предсказаний теории с доступными в литературе результатами численного счёта, что показало способность построенной теории объяснять наблюдаемые величины. Эта часть работы изложена в Главе 2 диссертации.

В третьей работе исследована динамика инерционных волн, распространяющейся на фоне аксиально симметричного геострофического вихря. Были установлены полные уравнения, описывающие это распространение в линейном по амплитуде волны приближении. Показано в общем виде, что в пределе слабовязкой жидкости цилиндрическая волна при своём распространении сохраняет создаваемый ею поток момента импульса и энергии. Передача этих величин может произойти только в критическом слое. Установлено правило отбора для волн, определяющее, какие сходящиеся цилиндрические волны оказываются поглощёнными вихрём, а какие отражаются и уходят на его периферию. Показано, что это правило отбора приводит к усилению среднего течения в вихре. Рассмотрено поведение волны в окрестности критического слоя, в том числе, с учётом влияния вязкости. Показано, что стандартное приближение, описывающее распространение волновых пакетов с узкой спектральной шириной, неприменимо вблизи критического слоя, найдено адекватное этой ситуации описание. Эта часть работы изложена в Главе 3 диссертации.

В Главе 4 диссертации исследованы статистические свойства процесса передачи момента количества движения от ансамбля волн геострофическому вихрю. В результате этого исследования удаётся установить радиальный профиль средней скорости в когерентном вихре. Предполагалось, что ансамбль волн создаётся некоторым стохастическим источником на периферии вихря. Затем волны распространяются внутрь вихря, отражаясь обратно или встречая каждая свой критический слой. В коротко волновом приближении были рассчитаны зависимость статистических параметров этого поглощения от радиального профиля вихря. В результате удалось замкнуть уравнение Рейнольдса на среднее течение в вихре, а затем численными методами решить его. Сравнение результатов с доступными экспериментальными данными показало адекватность построенной модели.

Положения, выносимые Н.А. Ивченко на защиту, являются актуальными и новыми. Степень их обоснованности определяется как применёнными в работе аналитическим подходами, так и успешным сравнением с доступными экспериментальными данными и данными численного моделирования. Все результаты, представленные в диссертации, были получены Н.А. Ивченко самостоятельно. Результаты опубликованы в индексируемых Web of Science и Scopus журналах, рекомендованных ВАК. Результаты неоднократно докладывались на всероссийских конференциях, а также на семинарах ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН.

Диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, установленным Федеральным законом от 23 августа 1996 г. №127 (ред. от 02.07.2021 г.) «О науке и государственной политике» и Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842 (ред. от 18.07.2026г.) «О порядке присуждения учёных степеней» (вместе с «Положением о присуждении ученых степеней»). Её автор, Ивченко Николай Александрович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – Теоретическая физика.

Научный руководитель
Доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник
ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН
142432, г. Черноголовка Московской области,
просп. Академика Семенова, д. 1А
тел: +7(926)606-73-80, e-mail: ssver@itp.ac.ru

Всего телес Сергей Сергеевич
15 сентября 2026 г.

Подпись Вергелеса Сергея Сергеевича заверяю
И.О. учёного секретаря
ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН, д.ф.-м.н.

Сергей Владимирович

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук», Черноголовка Московской области, просп. Академика Семенова, д. 1А, тел: +7(495)702-93-17, сайт: <https://www.itp.ac.ru/>, e-mail: office@itp.ac.ru