

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.193.01
(Д 002.110.02), СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 04.10.2023г. № 5

О присуждении Огородникову Леону Леонтьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Статистические свойства когерентных вихревых и волновых турбулентных течений» по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите 31.07.2023г., (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.1.193.01 (Д 002.110.02), созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, Ижорская ул., д. 13, стр. 2, (495) 485-8345, jiht.ru), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 105/нк от 11.04.2012г.

Соискатель Огородников Леон Леонтьевич 1995 года рождения, в 2018 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)».

Работает в должности старшего преподавателя факультета физики Национального исследовательского университета “Высшая школа экономики”.

В 2022 году окончил очную аспирантуру факультета физики Национального исследовательского университета “Высшая школа экономики”.

Диссертация выполнена на базе факультета физики Национального исследовательского университета “Высшая школа экономики”.

Научный руководитель кандидат физико-математических наук, доцент, научный сотрудник сектора физики неравновесных состояний Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук Вергелес Сергей Сергеевич.

Официальные оппоненты:

- доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории экспериментальной физики океана Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук Зацепин Андрей Георгиевич;

- доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела №15 Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук" Змитренко Николай Васильевич
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела Российской академии наук (г. Черноголовка) в своем положительном заключении, составленном научным сотрудником лаборатории квантовых кристаллов ИФТТ РАН к.ф.-м.н. Ремизовым И.А. (утвержденном 11.09.2023г. директором членом-корреспондентом РАН Левченко А.А.) указала, что научная значимость работы определяется, в первую очередь, новизной полученных результатов для различных нелинейных систем. Так, для трехмерных когерентных вихревых течений была найдена структурная функция различных компонент турбулентных пульсаций поля скорости на малых по сравнению с накачкой масштабах, а в трехмерных когерентных геострофических вихрях проводящей жидкости был получен критерий развития неустойчивости среднего магнитного поля. Кроме того, было исследовано распространение

волнового пакета в квазиодномерной оптически нелинейной среде с усилением, была найдена функция распределения интенсивности излучения и рассчитан коэффициент эксцесса.

Результаты работы могут быть использованы непосредственно для анализа экспериментальных исследований турбулентных течений, например, проводимых в ИФТТ РАН и ИМСС УрО РАН, так и для анализа ряда природных явлений, например, крупномасштабных вихрей в атмосфере, вихревых течений в жидком ядре Земли.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 3 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы, 8 тезисов в сборниках трудов конференций:

1. L.L. Ogorodnikov and S.S. Vergeles. Structure function of velocity in a geostrophic vortex under strong rotation. // *Physics of Fluids* - 2022. – Т. 34. – № 12. – С. 125111.
2. I.V. Kolokolov, L.L. Ogorodnikov, and S.S. Vergeles. Structure of coherent columnar vortices in three-dimensional rotating turbulent flow. // *Physical Review Fluids* - 2020. – Т. 5. – № 3. – С. 034604.
3. L.L. Ogorodnikov and S.S. Vergeles. Intensity statistics in a long random fiber raman laser// *Optics letters*. – 2018. – Т. 43. – № 4. – С. 651-654.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр -- Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» Институт физики взрыва** (начальник лаборатории 0308/2, д.ф.-м.н., доцент Невмержицкий Н.В.) – отзыв положительный, с небольшими замечаниями:
- в автореферате не указаны конкретные значения чисел Россби, Экмана и магнитного числа Прандтля, не конкретизированы доказательства положений;

- можно было бы привести в автореферате больше иллюстрационного материала.

2. Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр -- Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» Институт теоретической и математической физики (ведущий научный сотрудник отдела 0103, д.ф.-м.н. Разин А.Н.) – отзыв положительный, с небольшими замечаниями:

- отсутствие даже краткой математической постановки решаемых задач и используемые упрощения;
- нет расшифровки используемых обозначений.

3. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (руководитель лаборатории морских течений, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор Жмур В.В.) – отзыв положительный, с замечанием:

- при использовании теории геострофического равновесия сил в геофизических моделях вихрей нужно учитывать, что агеострофическая компонента тоже присутствует и оценивается по порядку величины как $O(Ro)$ и, в данном случае, величина $O(Ro)$ -- это точность подхода. Поэтому все тонкие эффекты меньшие, чем $O(Ro)$ в геострофической теории не должны учитываться. Однако в лабораторных экспериментах эти же эффекты присутствуют, их можно увидеть и померить. Геострофическая теория является довольно грубой и иногда неприменимой к геофизическим задачам. Тем более что значение числа Россби Ro в природе не всегда мало. Другими словами, свойство геострофичности в совокупности с лабораторными экспериментами следует применять с известной осторожностью.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

- д.ф.-м.н. Зацепин Андрей Георгиевич является ведущим ученым в океанологии, поставившим эксперименты по исследованию динамики и

устойчивости вихрей, а также процессов дифференциального тепло- и массообмена через плотностную границу раздела между турбулентными слоями и связанного с ними явления внутриводного ледообразования.

1. Зацепин А. Г., Елкин Д. Н., Шварцман Д. Р. Предварительные результаты лабораторных исследований эволюции нефронтальных вихрей в двуслойной вращающейся жидкости //Океанологические исследования. – 2023. – Т. 51. – №. 1. – С. 5-35.

2. Дианский Н. А., Фомин В. В., Григорьев А. В., Чаплыгин А. В., Зацепин А. Г и др. Пространственно-временная изменчивость инерционных течений в восточной части Черного моря в штормовой период //Морской гидрофизический журнал. – 2019. – Т. 35. – №. 2 (206). – С. 147-159.

3. Zatsepin A. G., Kremenetskiy V. V., Podymov O. I., Ostrovskii A. G. Study of the effects of Ekman dynamics in the bottom boundary layer on the Black Sea continental slope //Russian Journal of Earth Sciences. – 2020. – Т. 20. – №. 1. – С.2.

- д.ф.-м.н., доцент Змитренко Николай Васильевич является признанным специалистом в области численного моделирования задач гидродинамических неустойчивостей, турбулентного перемешивания, физики плазмы и физики высоких энергий.

1. Брагин М. Д., Гуськов С. Ю., Змитренко Н. В., Кучугов П. А., Лебо И. Г., Левкина Е. В., Невмержицкий Н. В., Синькова О. Г., Стаценко В. П., Тишкин В. Ф., Фарин И. Р., Янилкин Ю. В., Яхин Р. А. Экспериментальное и численное исследование динамики развития неустойчивости Рэлея–Тейлора при числах Атвуда, близких к единице //Математическое моделирование. – 2023. – Т. 35. – №. 1. – С. 59-82;

2. Tishkin V. F., Gasilov V. A., Zmitrenko, N. V., Kuchugov P. A., Ladonkina M. E., Poveschenko Y. A. Modern methods of mathematical modeling of the development of hydrodynamic instabilities and turbulent mixing //Matematicheskoe modelirovanie. – 2020. – Т. 32. – №. 8. – С. 57-90;

3. Zmitrenko N. V., Kuchugov P. A., Ladonkina M. E., Tishkin V. F. Modeling

the development of Kelvin-Helmholtz instability in problems of high energy density physics //Scientific Visualization. – 2020. – Т. 12. – №. 1.

- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела Российской академии наук является профильной организацией, специализирующейся на проведении исследований в области физики конденсированных сред и физического материаловедения, включая физику сверхтекучих жидкостей и квантовых кристаллов, сверхпроводимости и неравновесных электронных процессов, спектроскопии и нанолитографии, а также исследования в области новых функциональных материалов и структур. В лаборатории квантовых кристаллов ведутся интенсивные работы по физике квантовых кристаллов и жидкостей, нелинейным волнам, турбулентности в объеме и на поверхности жидкостей.

1. Pel'menev A. A., Levchenko A. A., Mezhev-Deglin L. P. Vortices on the surface of normal he i generated by the Rayleigh–Bénard thermogravitational convection in the bulk of a liquid //JETP Letters. – 2019. – Т. 110. – С. 551-556;
2. Poplevin A. V., Filatov S. V. Formation of vortex structures by noncollinear waves on the water surface //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2020. – Т. 1560. – №. 1. – С. 012041;
3. Remizov I. A., Musaeva M. R., Orlov A. V., Levchenko A. A., Mezhev-Deglin L. P. Observation of a local maximum in the stationary turbulent spectrum of capillary waves on the surface of liquid hydrogen //Low Temperature Physics. – 2019. – Т. 45. – №. 4. – С. 363-366.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- определен вид структурных функций поля скорости в трехмерном и двумерном когерентных вихревых течениях при постоянной температуре в зависимости от мощности накачки, вязкости среды и пространственных координат на масштабах, малых по сравнению с масштабом накачки k_f^{-1} ;
- установлена зависимость величины α -эффекта от мощности накачки,

вязкости, проводимости и угловой скорости вращения трёхмерного когерентного геострофического вихря проводящей жидкости в области малых чисел Россби и Экмана ($Ek \ll Ro \lesssim 1$), а также малого магнитного числа Прандтля ($Pr_m \lesssim 1$);

- установлен критерий неустойчивости среднего магнитного поля в трехмерном когерентном геострофическом вихре, зависящий от чисел Ro, Ek, Pr_m , а также величины отношения масштаба накачки к масштабу среднего магнитного поля k_f/k_b ;

- определена функция распределения интенсивности волнового пакета после его прохождения через квазиодномерную среду с керровской нелинейностью и циклическим усилением.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- разработана методика определения статистических свойств когерентных вихревых течений, в которых есть нелокальное взаимодействие по масштабам; данный подход может быть использован для определения статистических свойств течений, имеющих отличную от рассматриваемой конфигурации внешнего поля силы;

- получена структурная функция поля скорости в трехмерном когерентном геострофическом вихре, которая хорошо характеризует статистические свойства течения и может быть измерена в натуральных экспериментах.

Значение полученных соискателем результатов **исследования для практики подтверждается** тем, что:

– результаты исследования могут быть использованы при проведении расчетных оценок и для улучшения качественного понимания некоторых природных явлений (такие как циклоны и антициклоны, столбчатые вихри в жидком ядре Земли и т.п.), а также для оптимизации ряда технологических процессов (охлаждение реакторов с жидкометаллическим теплоносителем);

– вычисленная функция распределения интенсивности волнового пакета свидетельствует о малом отличии статистики интенсивности выходящего

сигнала от релейской, что говорит о низкой вероятности "выбросов" в такой системе. Эти результаты могут быть использованы для создания волоконных линий сверхдальней связи, а также для оптимизации технологических процессов, связанных со случайными волоконными лазерами.

Результаты работы могут быть использованы непосредственно для анализа результатов экспериментальных исследований турбулентных течений, например, проводимых в ИФТТ РАН и ИМСС УрО РАН, так и для анализа ряда природных явлений, например, крупномасштабных вихрей в атмосфере, вихревых течений в жидком ядре Земли.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что полученные результаты подтверждаются хорошей согласованностью найденных зависимостей с натурными и численными экспериментами. Результаты находятся в соответствии с результатами, полученными другими авторами.

Личный вклад соискателя заключается в участии в формулировке темы диссертационной работы, проведении аналитических исследований, обсуждении и интерпретации полученных результатов, подготовке материалов к публикации.

Апробация результатов исследования проводилась на 8 российских и международных конференциях и симпозиумах. Основные публикации по выполненной работе также подготовлены при определяющем участии автора.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Огородников Леон Леонтьевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию.

На заседании от 04.10.2023г. диссертационный совет принял решение: за решение важной научной задачи, направленной на улучшение понимания особенностей когерентных вихревых и волновых турбулентных течений, присутствующих в ряде природных явлений (циклоны, течения во внешнем

ядре Земли) и технологических системах (случайный волоконный лазер, охлаждение ядерных реакторов металлическим теплоносителем), присудить Огородникову Леону Леонтьевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

При проведении тайного голосования Диссертационный совет 24.1.193.01 (Д 002.110.02) в количестве 23 человека, из них очно: докторов наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы и 4 доктора наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, дистанционно: 3 доктора наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы и 9 докторов наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 23, против 0, недействительных бюллетеней - 0.

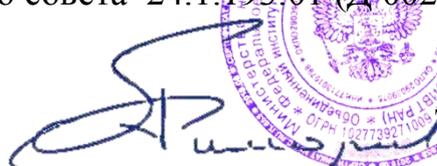
Председатель диссертационного совета 24.1.193.01 (Д 002.110.02)

д.ф.-м.н., профессор, академик РАН

 Петров О.Ф.

Ученый секретарь диссертационного совета 24.1.193.01 (Д 002.110.02)

к.ф.-м.н.

 Тимофеев А.В.

04.10.2023г.