

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**СТЕНОГРАММА**

заседания 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  
(125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2)  
от 04 октября 2023 г. (протокол № 5)

Защита диссертации Огородникова Леона Леонтьевича  
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
«Статистические свойства когерентных вихревых и волновых турбулентных течений»  
Специальность 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника

## СТЕНОГРАММА

заседания 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 (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2).

Протокол № 5 от 04 октября 2023 г.

Диссертационный совет 24.1.193.01 (Д 002.110.02) утвержден Приказом Министерства образования и науки РФ от 11.04.2012 г. № 105/нк в составе 31 человек. На заседании присутствуют 23 человека, из них 8 докторов наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы и 13 докторов наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника. Дополнительно введены на разовую защиту 0 человек. Кворум имеется.

**Председатель** – зам. председателя диссертационного совета 24.1.193.01 (Д 002.110.02) д.ф.-м.н., профессор, академик РАН Петров Олег Федорович

**Ученый секретарь** – ученый секретарь диссертационного совета 24.1.193.01 (Д 002.110.02) к.ф.-м.н. Тимофеев Алексей Владимирович

1.	Петров О.Ф.	д.ф.-м.н., проф., академик РАН	1.3.9, техн. науки	Присутствует
2.	Андреев Н.Е.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.9, физ.-мат. науки	Отсутствует
3.	Храпак А.Г.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.14, физ.-мат.науки	Подключен
4.	Тимофеев А.В.	к.ф.-м.н.	1.3.9, техн. науки	Присутствует
5.	Агранат М.Б.	д.ф.-м.н.	1.3.14, техн. науки	Подключен
6.	Амиров Р.Х.	д.ф.-м.н., ст.н.с.	1.3.9, физ.-мат.науки	Отсутствует
7.	Баженова Т.В.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.9, техн. науки	Отсутствует
8.	Вараксин А.Ю.	чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., проф.,	1.3.14, физ.-мат.науки	Присутствует
9.	Васильев М.М.	д.ф.-м.н.	1.3.9, физ.-мат.науки	Присутствует
10.	Васильев М.Н.	д.ф.-м.н., доцент	1.3.14, техн. науки	Подключен
11.	Василяк Л.М.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.9, техн. науки	Присутствует
12.	Воробьев В.С.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.9, техн. науки	Отсутствует
13.	Гавриков А.В.	д.ф.-м.н., доцент	1.3.9, техн. науки	Отсутствует
14.	Голуб В.В.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.14, техн. науки	Присутствует
15.	Грязнов В.К.	д.ф.-м.н., ст.н.с.	1.3.14, физ.-мат.науки	Подключен

16.	Дьячков Л.Г.	д.ф.-м.н.,	1.3.9, техн. науки	Присутствует
17.	Еремин А.В.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.14, физ.-мат.науки	Присутствует
18.	Зейгарник Ю.А.	д.т.н., старший научный сотрудник	1.3.14, техн. науки	Подключен
19.	Зеленер Б.Б.	д.ф.-м.н.,	1.3.9, техн. науки	Подключен
20.	Иосилевский И.Л.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.9, физ.-мат.науки	Подключен
21.	Киверин А.Д.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.14, физ.-мат.науки	Подключен
22.	Кириллин А.В.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.14, физ.-мат.науки	Отсутствует
23.	Лагарьков А.Н.	д.ф.-м.н., проф., академик РАН	1.3.9, физ.-мат.науки	Отсутствует
24.	Левашов П.Р.	д.ф.-м.н.	1.3.14, физ.-мат.науки	Присутствует
25.	Ломоносов И.В.	чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., проф.	1.3.14, техн. науки	Отсутствует
26.	Медин С.А.	д.т.н., проф.	1.3.14, техн. науки	Подключен
27.	Норман Г.Э.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.9, физ.-мат.науки	Присутствует
28.	Пикуз С.А.	к.ф.-м.н.	1.3.9, физ.-мат.науки	Подключен
29.	Савватимский А.И.	д.т.н.	1.3.14, техн. науки	Подключен
30.	Филиппов А.В.	д.ф.-м.н., проф.	1.3.9, физ.-мат.науки	Подключен
31.	Яньков Г.Г.	д.т.н., старший научный сотрудник	1.3.14, физ.-мат.науки	Подключен

## ПОВЕСТКА ДНЯ

На повестке дня защита диссертации старшего преподавателя факультета физики Национального исследовательского университета “Высшая школа экономики” **Огородникова Леона Леонтьевича** на тему «Статистические свойства когерентных вихревых и волновых турбулентных течений». Диссертация впервые представлена на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника. Диссертация выполнена на базе факультета физики НИУ ВШЭ (г. Москва, ул. Старая Басманная, д. 21/4, стр. 5, physics.hse.ru).

### **Научный руководитель:**

**Вергелес Сергей Сергеевич** - к.ф.-м.н., научный сотрудник сектора физики неравновесных состояний Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук, г. Черноголовка.

### **Официальные оппоненты:**

**Змитренко Николай Васильевич** – гражданин РФ, д.ф.-м.н., главный научный сотрудник отдела № 15 Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук" (125047, г. Москва, Миусская пл., д. 4).

**Зацепин Андрей Георгиевич** - гражданин РФ, д.ф.-м.н., главный научный сотрудник лаборатории экспериментальной физики океана Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук (117997, г. Москва, Нахимовский проспект, дом 36).

### **Ведущая организация:**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела им. А.М. Осипьяна Российской академии наук** (142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 2).

На заседании присутствуют официальные оппоненты д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Зацепин А.Г., д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Змитренко Н.В., научный руководитель Огородникова Л.Л. к.ф.-м.н. Вергелес С.С.

## СТЕНОГРАММА

### Председатель

Добрый день, уважаемые члены совета и все присутствующие. Мы начинаем заседание нашего диссертационного совета - защита диссертации Огородникова Леона Леонтьевича на тему: «Статистические свойства когерентных вихревых и волновых турбулентных течений», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 - теплофизика и теоретическая теплотехника. Слово предоставляется ученому секретарю, пожалуйста.

### Ученый секретарь

*(Зачитывает данные о соискателе по материалам личного дела и сообщает о соответствии представленных документов требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ).*

Есть вопросы какие-нибудь? Требуется уточнения? Если нет, тогда давайте перейдем к существу дела.

### Председатель

Уважаемые коллеги, слово предоставляется Леону Леонтьевичу Огородникову для изложения основных положений диссертации. Пожалуйста.

### Огородников Л.Л.

*Выступает с докладом по диссертационной работе (выступление не стенографируется, доклад Огородникова Л.Л. имеется в деле).*

### Председатель

Спасибо, Леон Леонтьевич. Можно переходить к вопросам. Пожалуйста, Алексей Юрьевич.

### Вараксин А.Ю.

Спасибо за Ваше очень интересное сообщение по материалам диссертации. Такие маленькие конкретизирующие вопросы. Первый вопрос. Можете ли Вы назвать конкретные природные явления, для углубленного понимания которых вот всё это делается.

### Председатель

Природные именно?

### Вараксин А.Ю.

Именно природные явления. Там у Вас написано это.

### Огородников Л.Л.

В принципе, в природе похожие явления возникают в циклонах и антициклонах, там как раз-таки числа Россби схожие, они меньше единицы. Есть эксперименты, в которых исследуются когерентные структуры, возникающие во вращающейся трехмерной жидкости, там числа Россби меньше единицы, но не сильно меньше единицы.

### Вараксин А.Ю.

Спасибо, я понял Ваш ответ. Только для геострофических вихрей у Вас, где сила Кориолиса уравновешена силой, возникающей вследствие градиента давления?

**Огородников Л.Л.**

Да, с определенной точностью.

**Вараксин А.Ю.**

То есть, торнадо и смерчи здесь не подходят?

**Огородников Л.Л.**

Да. Эти течения могут быть описаны с помощью статистического подхода, но там уже другая модель.

**Вараксин А.Ю.**

Второй вопрос насчёт понятия сильного вращения. Казалось бы, в торнадо вращение сильное, и у Вас теория строится для сильного вращения, а в циклоне не сильное вращение.

**Огородников Л.Л.**

Вращение сильное в том смысле, что оно больше, чем сдвиг. Но надо сказать, что число Россби не должно быть сильно большим. Здесь число Россби как малый параметр, который меньше единицы, используется для построения теории возмущений.

**Вараксин А.Ю.**

И третий, последний вопрос. На Ваш взгляд - всё-таки это определяет научную новизну во многом – какова роль турбулентности, когда, допустим, есть крупномасштабные циклоны, это очень важно понимать, потому что циклоны изучаются на протяжении десятилетий. Ваши выводы из диссертации, что они углубляют, как пользоваться ими?

**Огородников Л.Л.**

С одной стороны, с использованием данного подхода можно определить профиль скорости среднего течения. Также были вычислены структурные функции на малых масштабах. Рассмотрим разность среднего квадрата скорости и следа матрицы структурной функции и построим график зависимости этой величины от координат в горизонтальной плоскости. На малых масштабах это будет такой параболоид, который по оси радиальной более круто растёт нежели по азимутальному направлению, и это говорит о том, что корреляции поля скорости в азимутальном и радиальном направлениях устроены по-разному.

**Председатель**

Ответ дан. Павел Ремирович, пожалуйста.

**Левашов П.Р.**

Леон Леонтьевич, у Вас четвертая глава посвящена случайному волоконному лазеру с распределенной обратной связью, то есть это экспериментальное устройство. И Вы утверждаете, что флуктуации там не малы, соответственно, они могут быть зафиксированы экспериментально. Можно ли Ваши результаты сравнить с экспериментами?

**Огородников Л.Л.**

Был эксперимент как раз в 2016 году. Как раз-таки в этой работе и теория была развита, и был эксперимент, где измеряли ширину спектра в зависимости от интенсивности излучения. На графике черными точками показаны экспериментальные данные, красным показана теоретическая кривая. Она складывается из двух кривых. Одна

кривая соответствует - это просто формула Шавлова-Таунса, а вот это зависимость как раз-таки возникает за счет вот этого слабонелинейного взаимодействия. И в принципе зависимость ширины спектра от интенсивности излучения хорошо согласуется с экспериментом.

**Левашов П.Р.**

А Ваши результаты здесь есть?

**Огородников Л.Л.**

Мой результат – это функция распределения интенсивности излучения и вычисление вот этой поправки аналитически. Проводились ли после этого эксперименты – по-моему, после этого таких экспериментов не проводилось.

**Левашов П.Р.**

Второй вопрос. В третьей главе Вы показали неограниченное возрастание магнитного поля, то есть экспоненциальное. В принципе, оно не может продолжаться бесконечно долго? Что на самом деле происходит?

**Огородников Л.Л.**

Это справедливо только на кинематической стадии, пока магнитное поле достаточно маленькое, и пока оно не влияет на течение жидкости, то имеет место экспоненциальный рост магнитного поля. Когда магнитное поле будет большое, тогда уже в уравнении на поле скорости добавится ещё квадратичное слагаемое по магнитному полю, и оно уже, конечно, будет играть роль и приводить в конечном итоге к насыщению магнитного поля.

**Левашов П.Р.**

Спасибо.

**Председатель**

Я хотел бы в дополнение задать такой вопрос. На семинаре, который какое-то количество времени назад вёл Владимир Евгеньевич Фортгов, была представлена экспериментальная работа по распространению интенсивного лазерного сигнала по световоду. В какой-то момент возникает локальный перегрев, почти что лазерная искра. Если мы рассматриваем некий процесс в волноводе, то на практике ограничением для нас является тепловыделение. Если оно превосходит некое критическое значение, то вместо волновода будет что-то совсем другое. Вся мощность будет вкладываться в процессы абляции, деструкции, ионизации. Можете ли Вы говорить о некоторых предельных значениях рассмотрения лазерного сигнала в световодах? Что здесь для Вас является критическим с точки зрения последующих тепловых эффектов? У Вас есть слово «эволюция». Это слово очень емкое, но по крайней мере оно означает изменение во времени. Здесь есть две стороны. С одной стороны, эволюция – это затухание сигнала, с другой стороны, попытки вкладывать всё большую и большую мощность тоже ограничены. Можете здесь порассуждать, что здесь из Ваших результатов может быть использовано на практике?

**Огородников Л.Л.**

Я расскажу чуть более подробно о постановке задачи. По оптоволокну распространяется сигнал, который в этом оптоволокне эволюционирует. Интенсивность излучения внутри сигнала растет и становится существенной только вблизи конца. Дальше вблизи конца происходит основное релеевское рассеяние назад, часть интенсивности выходит из оптоволокну. Рассеянная назад волна движется обратно,

достигая левого конца, завершая малый цикл эволюции сигнала. Этот процесс повторяется многократно, и сигнал таким образом эволюционирует. В ходе этой эволюции есть баланс между усилением и затуханием. И здесь получается спектр, который в некотором смысле статистически воспроизводится. С точки зрения экспериментальной реализации тут важны подбор параметров и поиск такого статистически стационарного состояния.

### **Председатель**

Понятно. То есть тут не возникают нелинейные эффекты, которые приводят к самофокусировке? Когда тепловыделение локально нарастает, происходит термическое разрушение.

### **Огородников Л.Л.**

При достаточно больших значениях интенсивности здесь такие процессы уже будут возникать. Я рассматривал процессы в слабонелинейном режиме, когда нелинейность невелика по сравнению с дисперсионным слагаемым.

### **Председатель**

Понятно. Хорошо, спасибо. Далее.

### **Васильев М.М.**

Спасибо за интересный доклад. Насколько я понял, Вы претендуете в работе на развитие некоторого подхода, который позволяет количественно описывать формирование такого когерентного течения. Было бы полезно верифицировать этот подход на реальных объектах. И второй момент. Насколько я помню, это всё делается в предположении свободной границы. Позволяет ли Ваша модель, и были ли попытки рассмотреть взаимодействие с преградой, со стенками, поскольку всё это, как коллега спрашивал, относится к природным явлениям, в том числе, практическая значимость могла бы быть выше.

### **Председатель**

Здесь сразу следует отметить, что практическая значимость в докладе она связана ещё и с энергетическими устройствами. Есть действующие опыты и экспериментальные установки. Это комментарий.

### **Огородников Л.Л.**

Если говорить о трехмерном когерентном вихре, в модели рассматривается жидкость, заполняющая всё трехмерное пространство. Если добавить границы, например, стенки, то в этом случае будет возникать, например, слой Экмана. Есть недавние работы, в которых для трехмерного когерентного вихря это учитывается. В одной из таких работ есть как аналитические вычисления, так и численный счет. Это сделано для циклонов и антициклонов. Средняя скорость течения в такой модели имеет такую же форму зависимости от координат, отличие заключается лишь в численном коэффициенте, величина которого зависит от знака величины сдвига, то есть для антициклонов и циклонов значения коэффициентов разные. Кроме того, сейчас в Институте физики твердого тела ведутся эксперименты по созданию трехмерных когерентных вихревых структур. Вокруг центральной оси вращается заполненный водой куб со стороной 1 метр. В такой системе наблюдаются когерентные структуры. Точно не знаю, вышла ли уже статья, описывающая результаты этого эксперимента, однако в экспериментах наблюдается формирование когерентных вихрей. В экспериментах определялось поле скорости и поле завихренности. Среднее поле скорости возле когерентных вихрей, если не ошибаюсь, имело похожий профиль. Стоит отметить, что этот эксперимент поднимает

очень интересный вопрос об определении размера вихря. В развитой мною модели трехмерного когерентного вихря есть масштаб, на котором среднее поле скорости обращается в ноль. При этом поле завихренности в таком вихре сконцентрировано только в центре вихря и быстро убывает при удалении от него, а энергия вихря дает основной вклад непосредственно в толще вихря.

**Председатель**

Есть вопрос от члена совета, подключённого по ВКС. Георгий Глебович, пожалуйста.

**Яньков Г.Г.**

Вы говорите о построении структурных функций, получении выражения для компонент тензора напряжений Рейнольдса. Была ли у Вас возможность сравнения с экспериментальными данными? В автореферате есть ссылка на работу, где экспериментально обрабатывали и получали структурные функции. Можно ли было провести какую-то верификацию с привлечением экспериментов?

**Огородников Л.Л.**

Эксперименты по созданию трехмерных когерентных вихрей были реализованы только недавно, уже после того, как была написана и опубликована диссертация. В упоминаемой мною в автореферате статье, где экспериментально обрабатывали и получали структурные функции, рассматриваются совершенно другие течения. Данная ссылка приведена для того, чтобы показать, что структурная функция оказывается полезной для исследования средних свойств течения.

**Яньков Г.Г.**

Спасибо, ещё один вопрос. Вы пишете, что влияние конвекции учитывается в виде случайного поля внешних сил. Не могли бы Вы пояснить, как это реализовано? Речь идет об уравнении Навье-Стокса?

**Огородников Л.Л.**

Да, эта сила входит в уравнение Навье-Стокса.

**Яньков Г.Г.**

Квадратичные слагаемые в этом уравнении все исчезли, насколько я понимаю? В левой части второе слагаемое.

**Огородников Л.Л.**

Если говорить об эволюции турбулентных пульсаций, величина которых предполагается малой по сравнению со средним течением, в нем мы пренебрегаем квадратичным по флуктуациям слагаемым. В уравнении на среднее течение слагаемое, квадратичное по величине средней скорости, равно нулю в силу того, что среднее поле скорости направлено азимутально, а величина его зависит только от расстояния до оси вращения.

**Яньков Г.Г.**

Но ведь именно квадратичное слагаемое порождает Рейнольдсовские напряжения?

**Огородников Л.Л.**

Среднее от слагаемого, квадратичного по турбулентным пульсациям, также содержится в уравнении на среднее течение и дает вклад в тензор напряженностей Рейнольдса. Если говорить более аккуратно, в уравнении на флуктуации входит

флуктуирующая часть квадратичного по турбулентным пульсациям слагаемого, которая оказывается малой по сравнению со всеми остальными слагаемыми.

**Яньков Г.Г.**

Спасибо.

**Председатель**

Спасибо. Уважаемые коллеги, есть ли ещё вопросы? Поступил вопрос от участника ВКС, но в письменном виде, в чат. Прошу Алексея Владимировича его зачитать.

**Ученый секретарь**

Вопрос поступил от гостя, Виолетты Максудовны Хабибулиной, кандидата биологических наук, независимого исследователя. Здесь три вопроса. Первое. В каком подразделении ВШЭ и в рамках какой общей темы проводилась эмпирическая часть? Второй вопрос. Физике в ВШЭ всего несколько лет. Не было ли совместной работы с другими институтами? Третья часть. Были ли у Вас эксперименты или только стат. расчеты? Да ещё без соавторов? Нет в конце представления соисследователей.

**Огородников Л.Л.**

Первый вопрос. Я эту работу делал в рамках обучения в аспирантуре Высшей школы экономики на факультете физики под руководством Сергея Сергеевича Вергелеса, который также является сотрудником Института Ландау. Собственно, и Колоколов Игорь Валентинович, и Лебедев Владимир Валентинович являются сотрудниками Института Ландау. Например, для двумерного когерентного вихря – это несколько иная задача, там есть трение и нет инерционных волн – они разработали теорию, описали, как устроены турбулентные пульсации и среднее поле скорости. Можете, пожалуйста, второй вопрос и третий напомнить?

**Ученый секретарь**

Второй вопрос. Физика в ВШЭ всего несколько лет. Не было ли совместной работы с другими институтами?

**Огородников Л.Л.**

Фактически есть совместные публикации с сотрудниками Института Ландау.

**Ученый секретарь**

Третий вопрос, он же замечание. Были ли у Вас эксперименты или только стат. расчеты? Да ещё без соавторов? И в конце замечание: «Нет в конце представления соисследователей».

**Огородников Л.Л.**

Я не участвовал в проведении экспериментов, есть эксперименты, например, в Институте физики твёрдого тела, я к ним никакого отношения не имею. Соавторами статей по теме моей диссертационной работы являются Сергей Сергеевич Вергелес и Колоколов Игорь Валентинович, и они указаны в списке публикаций.

**Председатель**

Я так понимаю, ответ дан. Ещё вопросы есть? Тогда у меня есть вопрос. Здесь прозвучали слова про мощность накачки в положениях, выносимых на защиту, про конвекцию, температурные эффекты. Вопрос немного предсказательного характера. Какова здесь роль температурных эффектов и мощности накачки? В конце концов, любая накачка сопровождается диссипацией, и потери всегда присутствуют в реальных

условиях. Поэтому тепловые эффекты здесь будут играть роль неизбежно и что-то менять. Какова роль мощности накачки и к чему она будет приводить?

### **Огородников Л.Л.**

В трехмерном когерентном вихре, являющимся долгоживущим течением, поле скорости на больших временах остается стационарным за счет того, что возникает баланс между мощностью накачки и диссипацией в системе. То есть мощность накачки определяет величину средней скорости в данной модели. Что будет происходить, если учитывать другие температурные эффекты? Во многих природных течениях важным обстоятельством является неоднородность плотности среды. В частности, плотность среды может зависеть от вертикальной координаты, такая жидкость называется стратифицированной, если не ошибаюсь. За счет такой неоднородной плотности жидкости в когерентных течениях могут возникать различные интересные эффекты.

### **Председатель**

Хорошо, спасибо. Коллеги, есть ли ещё вопросы? Если вопросов нет, мы можем двигаться по нашему плотному графику. Сейчас слово предоставляется научному руководителю, к.ф.-м.н. Вергелесу Сергею Сергеевичу, ИТФ им. Л.Д. Ландау.

### **Вергелес С.С.**

*(Выступление научного руководителя не стенографируется. Положительный отзыв Вергелеса С.С. имеется в деле)*

### **Председатель**

Спасибо, Сергей Сергеевич. Есть ли вопросы? Если нету, тогда я бы дал короткий комментарий. Это прекрасно, когда ученик в чем-то начинает превосходить учителя, это, в конце концов, наверное, один из замыслов учителя. Следующий пункт у нас – это заключение организации, где выполнена диссертация, Высшая школа экономики, затем будет отзыв ведущей организации, это Институт физики твёрдого тела, и других поступивших в совет отзывов на автореферат. Алексей Владимирович, пожалуйста, Вам слово.

### **Ученый секретарь**

Дорогие коллеги, в деле имеется отзыв организации, где была выполнена диссертация, это НИУ ВШЭ. Отзыв подписан заведующим базовой кафедрой теоретической физики Института теоретической физики имени Л.Д. Ландау РАН НИУ ВШЭ, д.ф.-м.н., профессором Колоколовым Игорем Валентиновичем. Диссертация Огородникова Леона Леонтьевича здесь описана достаточно подробно, актуальность и так далее, здесь пропущу, если позволите. Перейду к заключению. Недостатков не указано. Указано, что диссертация Огородникова - законченная научно-квалификационная работа, которая соответствует требованиям необходимых пунктов Положения о присуждении ученых степеней, а также соответствует паспорту научных специальностей 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника. В остальных документах тоже есть похожие фразы о соответствии Положению о присуждении ученых степеней, я их, если позволите, буду пропускать. Также в деле есть выписка из протокола семинара ОИВТ РАН. Также замечаний нету. Считается, что работу можно допустить на защиту в нашем совете ОИВТ РАН.

Кроме того, в деле есть отзыв ведущей организации, это Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипяна Российской академии наук. Отзыв составлен к.ф.-м.н., сотрудником лаборатории квантовых кристаллов Ремизовым Игорем Андреевичем, утвержден директором, членом-корреспондентом РАН Левченко Александром

Алексеевичем. Отзыв положительный, есть некоторые замечания. К неснижающим ценность несовершенствам отнесу перегруженность местами основного текста математическими выкладками, которые следовало бы перенести в приложения. По моему опыту, результаты научной работы Л.Л. Огородникова быстрее воспринимаются через его оригинальные публикации по теме исследования. Кроме того, были получены три отзыва на автореферат, все положительные, с замечаниями.

Первый отзыв получен из Российского федерального ядерного центра всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики Института физики взрыва от начальника лаборатории, д.ф.-м.н., доцента Невмержицкого Николая Васильевича. Если позволите, сразу перейду к замечаниям. Первое. В автореферате не указаны конкретные значения чисел Россби, Экмана и магнитного числа Прандтля, не конкретизированы доказательства положений. Второе замечание. Можно было бы привести больше иллюстрационного материала.

Второй отзыв получен из РФЯЦ – ВНИИЭФ, а именно из Института теоретической и математической физики от ведущего научного сотрудника, д.ф.-м.н. Разина Александра Николаевича. Отзыв положительный с замечаниями. Первое. Отсутствие даже краткой математической постановки решения задач и используемых упрощений. Второе. Нет расшифровки используемых обозначений.

Третий отзыв получен из Института океанологии им П.П. Ширшова от руководителя лаборатории морских течений, члена-корреспондента РАН, д.ф.-м.н., профессора Жмура Владимира Владимировича. Отзыв положительный, с замечаниями. 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 меньше, 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.

Вот такое замечание. Ещё раз обращаю внимание, все отзывы положительные, и указано, что диссертация соответствует Положению о присуждении ученых степеней.

### **Председатель**

Леон Леонтьевич, Вам слово для ответов на замечания, пожалуйста.

### **Огородников Л.Л.**

С замечанием из отзыва ведущей организации о том, что местами перегружен текст, полностью согласен.

Отзыв от Николая Васильевича Невмержицкого. С замечаниями согласен. Характерные значения чисел Россби и магнитных чисел Прандтля приведены только в тексте диссертации, магнитные числа Прандтля порядка  $10^{-5} - 10^{-6}$ , характерные значения чисел Россби порядка  $10^{-1}$ . Числа Экмана в известных экспериментах порядка  $10^{-6} - 10^{-7}$ , но этот диапазон может быть чуть больше. В автореферате приведены только условия применимости физических моделей для доказательства положений. Подробные доказательства положений приведены в тексте диссертации. Относительно иллюстрационного материала с замечанием полностью согласен.

Теперь ответы на замечания в отзыве Разина Александра Николаевича. Отсутствие краткой математической постановки решения задач и используемые упрощения. С замечанием согласен. Математическая постановка решения задач, а также используемые упрощения подробно приведены в тексте диссертации, детали которых опущены в

автореферате. Нет расшифровки используемых обозначений. С замечанием согласен частично, поскольку большая часть обозначений, возникающих по ходу повествования автореферата, приводится сразу же. Список обозначений есть в тексте диссертации, в автореферате его нет.

С замечанием Владимира Владимировича Жмура согласен. Геострофическая модель является достаточно грубой, однако она позволяет описывать механизм существования когерентных течений, показать, за счет чего они являются долгоживущими, а также исследовать характер пространственных корреляций, то есть выделить сам эффект и описать его с помощью такой простой наглядной модели.

### **Председатель**

Спасибо, Леон Леонтьевич. Теперь мы переходим к отзывам официальных оппонентов. Слово предоставляется д.ф.-м.н. Змитренко Николаю Васильевичу.

### **Змитренко Н.В.**

*(Выступление официального оппонента не стенографируется. Положительный отзыв Змитренко Н.В. имеется в деле)*

По поводу основных результатов. Они действительно представляют целый спектр широких достижений. И исследование некоторого нового явления, связанного с турбулентностью. Ещё раз подчеркну, с турбулентностью, которая проявляет себя в разных физических условиях, в разных задачах с разной физикой. Тем не менее, они все объединены автором в один подход.

Можно констатировать, что кандидатская диссертация Огородникова представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842 от 24 сентября 2013 года. Автор диссертации, Огородников Леон Леонтьевич, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Спасибо за внимание.

### **Председатель**

Николай Васильевич, спасибо Вам. Есть ли вопросы? Если нет, тогда спасибо. Слово представляется Леону Леонтьевичу для ответов на замечания.

### **Змитренко Н.В.**

Я забыл сказать, что я в отзыве не делал замечаний, потому что по существу в работе придираться не к чему. Замечание у меня одно есть. В списке литературы встречаются опечатки, но это мелочи.

### **Председатель**

Я согласен, что содержания диссертации это не меняет, но если инициалы перепутаны, это совсем не мелочь, нужно аккуратность проявлять. Итак, пожалуйста, Леон Леонтьевич.

### **Огородников Л.Л.**

Большое спасибо. Действительно, в списке литературы встречаются некоторые опечатки. Если говорить о замечаниях, имеющихся в отзыве Николая Васильевича, в тексте отзыва было отмечено, что нет ссылки на принципиальную работу С.Д. Данилова и Д.Гуарария «Квазидвумерная турбулентность» (УФН, 2000, т.170, № 9, с. 921-928), это

очень интересный обзор из УФН. С замечанием согласен. К сожалению, ссылка на этот обзор была упущена.

### **Председатель**

Хорошо. Тогда мы переходим к следующему отзыву. Официальный оппонент, д. ф.-м.н., Зацепин Андрей Георгиевич, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. Пожалуйста.

### **Зацепин А.Г.**

*Выступление оппонента не стенографируется. Положительный отзыв Зацепина А.Г. имеется в деле.*

Общее заключение. Имеющиеся замечания совершенно не изменяют очень положительного отношения к данной работе и высокой оценки самого соискателя. Видно, что это серьезный и вполне соответствующий уровню кандидата наук исследователь. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленных в «Положении о присуждении учёных степеней», а сам Леон Леонтьевич Огородников заслуживает присвоения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника. Спасибо за внимание!

### **Председатель:**

Андрей Георгиевич, спасибо Вам. Переходим к ответам соискателя на замечания оппонента. Леон Леонтьевич, пожалуйста, Вам слово.

### **Огородников Л.Л.**

Андрей Георгиевич, большое спасибо. Сейчас отвечу на замечания.

По поводу замечания о корректности использования термина «геострофические» применительно к когерентным вихрям. В целом согласен с замечанием. Геострофическими течениями называются движения жидкости и газа, происходящие при балансе градиента давления и силы Кориолиса, и этот баланс должен математически выполняться. Для когерентных вихрей такой баланс выполняется приближенно в пределе нулевых чисел Россби и Экмана. Однако если в таком случае использовать термин «квазигеострофические» для подобных течений, где же будут существовать чисто геострофические течения?

Со вторым замечанием согласен. Под «трехмерностью» в данном случае подразумевается, что крупномасштабное среднее течение существует на фоне мелкомасштабных инерционных волны, которые принципиально трехмерны. Если флуктуации были бы двумерны, там была бы другая картина.

Относительно замечания о том, что для торнадо и смерчей нужна другая модель, здесь с замечанием согласен, поскольку модель, развитая для трехмерных когерентных вихрей, применима для малых чисел Россби. Однако с использованием того же статистического подхода, учитывающего, что есть средняя скорость и флуктуации, торнадо могут быть также исследованы в рамках того же статистического подхода, но уже с помощью другой модели.

Замечание о том, что внешняя сила в общем случае может зависеть от крупномасштабного течения. С этим замечанием согласен. В общем случае статистика возбуждающей силы, разумеется, зависит от крупномасштабного течения. В диссертации решается модельная задача. Упрощение модели состоит в том, что накачка не зависит от крупномасштабного течения. Такая модель позволяет наглядно проследить эволюцию турбулентной пульсации, живущей в виде инерционной волны. Следующий этап – это

учет такого влияния крупномасштабного течения на поле внешних сил, а имеющееся решение можно представить как часть более общей модели, которую в дальнейшем потребуется решить.

Следующее замечание: «Полученные в работе результаты с использованием статистического подхода позволяют лучше понять природу когерентных вихревых и волновых течений.» В чем конкретно это улучшение заключается? С использованием статистического подхода для когерентного вихря были найдены корреляционные функции, структурные функции, а для случайного волоконного лазера - функция распределения интенсивности излучения. Эти объекты отражают статистические свойства и сами помогают понять природу когерентных вихрей и волновой турбулентности сигнала в лазере. Ответил ли я на Ваш вопрос? Если да, то перейду к следующему замечанию.

По поводу замечания с оформлением – с замечанием согласен.

### **Председатель**

Спасибо. Ответы даны. Теперь переходим к дискуссии. Кто хотел бы высказаться? Так, Михаил Михайлович, пожалуйста.

### **Васильев М.М.**

Уважаемые коллеги, уважаемый соискатель. Мне показалась работа достаточно интересной и выполненной на достаточно высоком уровне. На мой взгляд, по крайней мере, мне, не хватало некоторого сравнения теоретических результатов с экспериментальными данными. Тем не менее, это не умаляет всех результатов, которые были получены, они интересны, достаточно полно опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, и я буду голосовать «за».

### **Председатель**

Так, хорошо. Кто ещё хотел бы выступить? Виктор Владимирович?

### **Голуб В.В.**

Вы знаете, я, может быть, повторюсь, но меня работа очень сильно привлекла тем, что здесь аналитика. В этой ситуации аналитика – это очень сложная вещь. Диссертант преодолел все сложности, связанные с теоретическим описанием таких сложнейших явлений, и я буду голосовать за поддержку диссертации, за то, чтобы дать соискателю степень кандидата физико-математических наук.

### **Председатель**

Виктор Владимирович, спасибо. Есть ли ещё желающие высказаться, в том числе, в режиме видеоконференции?

В таком случае, Леон Леонтьевич, Вам предоставляется заключительное слово.

### **Огородников Л.Л.**

Большое спасибо за возможность выступить и представить диссертацию к защите. Я также отдельно хотел бы поблагодарить научного руководителя, Сергея Сергеевича Вергелеса, а также Колоколова Игоря Валентиновича и Лебедева Владимира Валентиновича.

### **Председатель**

Спасибо. Диссертация была рассмотрена достаточно подробно и детально. Также в ходе самой защиты были детально обсуждены её достоинства и сделаны некоторые замечания. Поэтому можно переходить к голосованию. У нас голосование происходит электронно. Слово представляется Алексею Владимировичу.

### **Ученый секретарь**

Уважаемые коллеги! Т.к. некоторые члены совета присутствуют дистанционно, решение диссертационного совета по рассматриваемому на заседании вопросу принимается тайным голосованием по присуждению ученой степени с использованием информационно-коммуникационных технологий.

Поэтому голосуем мы на электронной платформе на сайте. Прошу всех членов диссертационного совета войти в свою учетную запись на сайте института и проголосовать. Это можно сделать на своих устройствах, или на компьютере в центре зала.

*(Проводится процедура тайного голосования)*

### **Председатель**

Уважаемые коллеги! Голосование прошло, результаты уже есть, и сейчас Алексей Владимирович их сообщит.

### **Ученый секретарь**

Уважаемые члены совета! Позвольте огласить протокол заседания комиссии. Состав диссертационного совета утвержден в количестве 31 человека. Дополнительно введены члены совета – нет. Всего присутствовало на заседании 23 члена совета, в том числе, докторов наук по профилю рассматриваемой специальности – 13. Очно присутствовали 10 членов диссертационного совета, в том числе докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации – 4 человека. Онлайн присутствовало 13 человек, в том числе докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации – 9.

Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата физико-математических наук Огородникову Леону Леонтьевичу:  
за – **23**, против – **нет**, недействительных бюллетеней – **нет**.

### **Председатель**

Спасибо. Мы должны утвердить результаты. Кто за? Против нет?

Воздержавшихся нет? *(Протокол счетной комиссии утвержден единогласно).*

Спасибо большое, поздравляем.

Переходим к обсуждению проекта заключения. Есть замечания, пожелания?

*(Члены диссертационного совета обсуждают проект заключения).*

Если больше нет желающих обсуждать проект, тогда мы должны его за него проголосовать с теми замечаниями, которые были высказаны. Кто за заключение с замечаниями, которые были указаны? Кто против? Нет. Кто воздержался? Нет. Спасибо, принято единогласно.

*(Проект заключения принят единогласно).*

**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 меньше, 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. Zatspein 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 helium 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., Mezhov-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 -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: 5 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.



Гимомеев А.В.

04.10.2023г.