

**Сведения**  
об официальном оппоненте

Фамилия, имя, отчество	Змитренко Николай Васильевич
Гражданство	РФ
Ученая степень	Доктор наук
Отрасль науки	Физико-математические науки
Специальность	05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
Ученое звание	Старший научный сотрудник
Должность	Главный научный сотрудник
Место работы	Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук
Организационно-правовая форма	ФГУ
Структурное подразделение	Отдел № 15
Адрес электронной почты	zmitrenko@mail.ru
Телефон	+7 (910) 437-48-39

**СПИСОК**

опубликованных работ в рецензируемых научных изданиях  
официального оппонента по защите диссертации Огородникова Леона Леонтьевича  
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему:  
«Статистические свойства когерентных вихревых и волновых турбулентных течений»,  
по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

№	Название публикации	Тип	Соавторы	Выходные данные	Пере- чень ВАК
1	Экспериментальное и численное исследование динамики развития неустойчивости Релея-Тейлора при числах Атвуда, близких к единице.	Научная статья	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.	Математическое моделирование. 2023. Т. 35. No 1. С. 59-82	Да
2	Modern methods of mathematical modeling of the development of hydrodynamic instabilities and turbulent mixing.	Научная статья	Tishkin V.F., Gasilov V.A., Zmitrenko N.V., Kuchugov P.A., Ladonkina M.E., Poveschenko Y.A.	Mathematical Models and Computer Simulations. 2021. Т. 13. No 2. С. 311-327	Да
3	Современные методы математического моделирования развития гидродинамических неустойчивостей и турбулентного	Научная статья	Тишкин В.Ф., Гасилов В.А., Змитренко Н.В., Кучугов П.А., Ладонкина М.Е., Повещенко Ю.А.	Математическое моделирование. 2020. Т. 32. No 8. С. 57-90	Да

	перемешивания.				
4	Modeling the development of Kelvin-Helmholtz instability in problems of high energy density physics.	Научная статья	Zmitrenko N.V., Kuchugov P.A., Ladonkina M.E., Tishkin V.F.	Scientific Visualization. 2020. Т. 12. No 1. С. 103-111	Scopus
5	Исследование возможностей моделирования процессов несимметричного взрыва и разлёта сверхновых звёзд в условиях лазерного эксперимента.	Научная статья	Змитренко Н.В., Кучугов П.А., Розанов В.Б., Степанов Р.В., Яхин Р.А.	Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. 2018. Т. 107. No 7-8. С. 411-417.	Да
6	Расчет однородности многопучкового облучения сферической лазерной мишени с учетом поглощения и рефракции излучения.	Научная статья	Демченко, Н. Н., Гуськов, С. Ю., Змитренко, Н. В., Розанов, В. Б., Степанов, Р. В.	Квантовая электроника, 49(2), (2019) с. 124-132	Да

д.ф.-м.н.

Змитренко Николай Васильевич  
4 сентября 2023г.

Ученый секретарь Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук" 125047, г. Москва, Миусская пл., д. 4, тел. (499) 978-13-14, www.keldysh.ru, office@keldysh.ru

К.ф.-м.н.



Давыдов Александр Александрович

**ОТЗЫВ**  
**официального оппонента**  
**на диссертационную работу Огородникова Леона Леонтьевича**

**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**

Прежде всего, следует отметить, что в диссертационной работе детально и на высоком уровне изучены вопросы, отвечающие целому ряду специальностей, в том числе, и 1.1.9, механика жидкости, газа и плазмы. В работе соискателя глубоко проанализированы актуальные вопросы, связанные с описанием турбулентных течений. В отношении предложенной специальности (1.3.14) эти исследования, безусловно, актуальны для решения теплотехнических проблем, связанных с моделированием, анализом и практическим обоснованием трубопроводных систем охлаждения атомных реакторов. Вместе с тем, необходимо отметить, что материал диссертации Огородникова Л.Л. выходит и далеко за рамки заявленной специальности. В частности, соискателем представлен обширный материал по изучению атмосферных вихрей, течений проводящей жидкости и других, принципиально важных для комплекса проблем, связанных с развитием турбулентности в физических и технических приложениях, включая магнитную гидродинамику. Широта охвата изучаемых проблем в диссертации Огородникова Л.Л. заслуживает отдельной высокой оценки. Более того, в каждой из рассматриваемых тематик соискатель внёс заметный и содержательный вклад.

В диссертации Огородникова Л.Л. в первой Главе дан исчерпывающий обзор практически всех исследований посвященных изучению турбулентности. Стоит отметить, что список литературных ссылок в диссертации включает 155 наименований. Фактически, текст диссертации представляет собой научную монографию, посвященную ряду вопросов описания, изучения и моделирования турбулентного движения жидкости или газа. Весьма много и подробно рассказывается о двумерной турбулентности (тонкие слои, красное пятно на Юпитере и т.д.). Странно, что нет в библиографии ссылки на принципиальную работу С.Д.Данилова и Д.Гурария «Квазидвумерная турбулентность» (УФН, 2000, т.170, №9, с.921-968).

В представленной работе рассмотрена актуальная, важная и трудная для реализации в математическом моделировании проблема использования статистических подходов для изучения явлений турбулентности. Не останавливаясь на конкретном содержании отдельных глав диссертации, дадим общую оценку выполненной работы. Прежде всего, впечатляет уверенное владение автором работы сложнейшим математическим аппаратом. Основные результаты получены на основе аналитических исследований. Здесь, конечно, возникает вопрос – а какие, всё-таки, математические модели исследовались? Автором диссертации, что является её достоинством, проанализированы несколько моделей описания проявлений турбулентности, в том числе, и для магнитогидродинамических течений. Конечно, впечатляет широта охвата проблем, изученных в диссертации. Всегда подчёркнуто, что в этих вопросах ни численное моделирование, ни аналитические выкладки не могут описать изучаемые явление без статистического подхода. Важно, что автором сформулированы конкретно применяемые понятия волновых, вихревых движений, а также корректным образом определено понятие

когерентных течений. Заслуживает внимания классификация и характеристика двумерных течений, которым посвящена значительная часть работы, а также и трёхмерных течений жидкости. Следует отметить, что течения жидкости (и газа) исключительно многообразны и представляют собой как плавные, ламинарные течения, так и хаотические (степень хаотичности следует оценить). Что значит - хаотические, которым и посвящена, в основном, представленная работа. Это значит, как и определено автором, это такого сорта движения жидкости, которые описываются только с помощью статистического подхода, развиваемого в данной работе. Далее, следует отметить, что течения жидкости или газа исключительно многообразны, так как сплошная среда, как механическая система, обладает бесконечным числом степеней свободы. Основные результаты, представленные соискателем, получены им аналитически, без привлечения численного моделирования. Их перечисление в автореферате содержит 8 пунктов, и в последнем сказано, что полученные результаты «могут быть использованы для выбора и постановки численных и экспериментальных исследований, анализа и прогнозирования ... природных явлений и технологических процессов». В заключении также отмечено, что «...полученные в работе результаты ... позволяют лучше понять природу когерентных, вихревых и волновых течений...». С этим нельзя не согласиться.

**Актуальность работы.** Теоретические методики, подходы, аналитические и численные исследования турбулентных течений являются в настоящее время одними из самых актуальных проблем в гидродинамике. Теория турбулентных течений не создана в полной мере до сих пор, и это связано с принципиальной сложностью описания таких течений. Автор диссертации внёс существенный вклад в понимание общих свойств развития вихревых движений сплошной среды, переходящих в атмосферные вихри (циклоны), и волновые течения, сопровождающие процессы перехода ламинарных течений в турбулентные. Существенно, что автором диссертации все эти исследования были проведены аналитически, использовали самый совершенный математический аппарат и были тем самым, получены, как говорится, «на кончике пера». Я ставлю это в главную заслугу автора, этот же текст он мог бы защищать по специальности 1.3.3 «Теоретическая физика, все необходимые требования выполнены.

**Научная новизна.** В диссертации получен ряд новых результатов, из которых можно выделить следующие. Во-первых, в работе убедительно продемонстрирована возможность теоретического описания турбулентных пульсаций для сдвигового или вращательного движения жидкости. Автор замечает, что его исследования этой проблемы относятся к постоянной температуре среды. На самом деле, они имеют более общий характер и могут относиться к средам, для которых не нужно вводить понятие температуры (например, для сплошной баротропной среды). Многие вопросы изучения турбулентности могут быть рассмотрены без привлечения таких характеристик жидкости или газа как температура. В отсутствие диссипативных процессов уравнение энергии замыкается лишь связью давления с плотностью. Во вторых, выведена аналитически структурная функция пульсаций скорости, как для двумерных, так и трёхмерных когерентных течений. Следует отметить важность рассмотрения двумерной турбулентности, во многом отличающейся от полномасштабной, трёхмерной турбулентности, но проявляющей себя в целом ряде технических приложений и задачах астрофизики. Несомненной заслугой автора является подробное аналитическое изучение вращающихся течений в проводящей жидкости (в том числе, так называемый альфа-

эффект, который лежит в основе объяснения солнечного динамо). Эти результаты вполне могут найти своё приложение в ряде проблем создания сверхпроводящих систем и их использования в технических приложениях.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Сформулированные в заключении диссертации научные результаты соискателя свидетельствуют о значительной важности приведённых в работе исследований. В частности, важно установление критерия неустойчивости для величины магнитного поля в проводящей жидкости когерентного геострофического вихря, а также определение функции распределения интенсивности волнового пакета, прошедшего через волоконный лазер со случайной структурой.

Несмотря на большой объем материала и полученные важные результаты, могу заметить, что существенных замечаний к работе у меня нет. Диссертация выполнена на высоком уровне, отвечающим критериям ВАК.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в трёх высокорейтинговых международных изданиях. Постановка всех задач, анализ результатов и выводы были сделаны непосредственно автором работы.

Итак, можно с уверенностью констатировать, что кандидатская диссертация Огородникова Л.Л. представляет собой законченную высоко содержательную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор, Огородников Леон Леонтьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Главный научный сотрудник

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, д.ф.-м.н.

125047, г. Москва, Миусская пл., д.4, тел.: +7(499)220-72-23, e-mail: zmitrenko@imamod.ru

Змитренко Николай Васильевич

Подпись Змитренко Николай Васильевича заверяю.

Ученый секретарь ИПМ РАН, д.ф.-м.н.

Давыдов Александр Александрович

Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, 125047, г. Москва, Миусская пл., д.4, тел.: +7(499)978-13-14, сайт: <https://www.keldysh.ru/>, e-mail: [office@keldysh.ru](mailto:office@keldysh.ru)