

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Султановой Мадины Рафаиловны

на тему

НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЛНОВЫЕ И ВИХРЕВЫЕ ДВИЖЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ И В ОБЪЕМЕ КЛАССИЧЕСКОЙ И КВАНТОВОЙ ЖИДКОСТИ

представленную на соискание учёной степени кандидата физическо-математических наук по специальности Специальность 1.3.8 «Физика конденсированного состояния»

Актуальность темы

Диссертация Султановой Мадины Рафаиловны посвящена изучению турбулентных явлений в классической, квантовой, а также в полимерной жидкостях. Волновая и вихревая турбулентность играет важную роль во многих процессах, происходящих как на Земле, так и во вселенной. Знания о механизмах передачи энергии и ее диссипации, а также взаимодействие волновой и вихревой подсистем важно для понимания многих прикладных и фундаментальных задач, в частности понимания нелинейного переноса энергии на поверхности Мирового океана; динамики крупномасштабных планетарных атмосферных вихрей.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка используемой литературы.

Во **введении** дана краткая характеристика работы, обоснована актуальность выбранной тематики, сформулированы цели и задачи. Помимо этого, перечислены положения, выдвигаемые на защиту, и аргументирована научная новизна проведённых исследований. Дополнительно, описывается научная и практическая значимость работы, степень достоверности, апробация работы и публикации по теме диссертации, а также личный вклад автора.

Первая глава посвящена введению в предмет исследований, дано краткое описание состояния исследований в данном направлении, описано понятие турбулентности и ее виды. Первой параграф посвящен собственным колебаниям поверхности в ячейках различных форм. Во втором параграфе уделяется внимание волновой турбулентности. В третьем параграфе описаны волновые и вихревые движения в нормальном и сверхтекучем гелии.

Вторая глава посвящена изучению волновой турбулентности в системе капиллярных волн на поверхности жидкого водорода. Приведено описание установки, гелиевого оптического криостата, в вакуумной полости которого находилась камера с экспериментальной ячейкой, интервал рабочих температур 10К – 20К. Описана оптическая методика регистрации экспериментальных данных. Представлены экспериментальные результаты, было показано, что при уменьшении амплитуды накачки в высокочастотной области наблюдается возникновение стационарного локального максимума.

Третья глава посвящена исследованию взаимодействия инжектированных зарядов с вихревым течением в нормальном He-I и сверхтекучем гелии He-II. Описана экспериментальная низкотемпературная установки с интервалом рабочих температур от 1.5 К — 4.2 К, которая представляла собой гелиевый оптический криостат, внутри вакуумной полости которого был установлен оптический контейнер с экспериментальной ячейкой внутри. Вихревое течение генерировалось двумя перпендикулярными стоячими волнами. Описана методика регистрации с помощью инжектированных зарядов. Описаны результаты изучения взаимодействия зарядов с квантовыми вихрями.

Экспериментально установлено, что инжектированные в жидкий гелий отрицательные заряды взаимодействуют с вихревыми течениями, порождаемыми волнами, распространяющимися перпендикулярно друг к другу по поверхности раздела пар-жидкость. Впервые экспериментально установлено, что взаимодействие двух взаимно ортогональных стоячих волн на поверхности сверхтекучего He-II приводит к формированию вблизи

поверхности не только классических вихрей в объеме нормальной компоненты He-II, но и квантовых вихрей, которые могут захватывать инжектированные отрицательные заряды, прижимаемые к поверхности жидкости внешним электрическим полем.

Четвертая глава посвящена развитию энтропийной характеристики перехода полимеров coil-stretch transition (от клубка в растянутое состояние) в случайных потоках. Новый способ характеристики перехода полимерного клубка в растянутое состояние, заключается в расчете энтропии полимерных молекул как функции локального числа Вайсенберга Wi_{loc} . Энтропийный метод сравнили с традиционным подходом. Методы сходятся в определении перехода в пределах своих статистических ошибок.

В заключении сформулированы основные результаты проделанной работы. Список литературы содержит 94 источника.

Научные результаты, полученные в диссертации, являются корректными и обоснованными, представленные в диссертации результаты получены впервые. Также необходимо отметить хорошее согласие результатов эксперимента с теорией в тех случаях, когда такая теория существует. Материал, представленный в диссертации, изложен ясно и последовательно. Результаты работы опубликованы в 5 статьях в ведущих российских и зарубежных журналах (из квартилей Q1 и Q2), а также были представлены на российских и международных конференциях. Кроме того, зарегистрированы два патента. Цели и задачи, поставленные в работе, полностью осуществлены. Автореферат правильно и полно передает содержание диссертации. Характеризуя работу в целом, следует отметить её высокий научный и методический уровень выполнения, большой объем исследований, большое число новых экспериментальных результатов и выводов.

К диссертации имеется следующее замечание:

Во второй главе рассмотрено образование локального максимума в конце инерциального интервала (при больших частотах). Объяснение этого эффекта требует более детального исследования. Возможно следует использовать жидкости с разными коэффициентами вязкости. Также полезным был бы численное моделирование.

Это замечание никоим образом не снижает общей высокой оценки работы. Диссертация Султановой М.Р. является законченным научным исследованием и полностью соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук согласно «Положению о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а её автор Султанова Мадина Рафаиловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук по специальности 01.01.03 - «Математическая физика», ведущий научный сотрудник подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук. (ИТФ им.Л.Д.Ландау РАН)

«1» 12 2023г.



Дьяченко Александр Иванович

Согласен на обработку персональных данных

«1» 12 2023г.



Дьяченко А.И.

Подпись Дьяченко А.И. удостоверяю
Секретарь Ученого совета ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН,
кан. хим. наук



С.А. Крашаков

01.12.2023

Контактная информация:

Почтовый адрес: 142432, МО., г. Черноголовка, просп. Академика
Семенова, д. 1А, ИТФ РАН