

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу Диденкуловой Екатерины Геннадьевны на тему «Солитонная турбулентность и аномально большие волны в системах, описываемых уравнениями типа Кортевега-де Вриза», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.4 - Радиофизика.

Екатерина Геннадьевна Диденкулова закончила с отличием ФГБОУ "Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева" по специальности «Прикладная математика и информатика» в 2012 году. Затем она обучалась в аспирантуре НГТУ им. Алексеева и защитила кандидатскую диссертацию «Динамика ансамбля нерегулярных волн в прибрежной зоне» по специальности «Механика жидкости, газа и плазмы». Наряду с кандидатской диссертацией в России она защитила также PhD во Франции, стажирясь в IRPHE (Институт физики неравновесных систем) и Университете Средиземного моря (Марсель, Франция). Для обучения за границей она получила стипендию Президента РФ на обучение за рубежом (2013-2014).

Все это время Е.Г. Диденкулова занималась проблемами нелинейных случайных волн, включая солитоны и волны-убийцы, сначала применительно к гидродинамике, затем все более общими проблемами солитонной турбулентности и волнами-убийцами в различном контексте, что и составляет предмет исследования специальности 1.3.4 - Радиофизика. Именно поэтому ее исследования поддерживались Фондом развития теоретической физики и математики «Базис» с проектами: № 20-1-3-3-1 - «Солитонно-бризерная турбулентность в интегрируемых моделях типа Кортевега-де Вриза» и № 24-1-3-7-1 «Формирование "солитона-чемпиона" (волны-убийцы) в неинтегрируемых длинноволновых моделях», а еще ранее Фондом «Династия» (стипендиальная программа для студентов – физиков, 2012, и программа поддержки аспирантов и молодых учёных без степени, 2013-2015). Отмечу также молодежные гранты РФФИ (16-32-60012) «Исследование солитонной турбулентности в рамках уравнения Гарднера, описывающего слабонелинейные волны в диспергирующих средах» и РНФ (21-77-00003) «Исследование волн-убийц в Мировом Океане на основе данных наблюдений и моделирования реальных событий», руководителем которых являлась Е.Г. Диденкулова.

Я работал с диссертанткой все это время, являясь руководителем ее студенческих работ и кандидатской диссертации, а в последние годы в качестве научного консультанта, так что имел возможность наблюдать ее рост и взросление, приведшее к формированию уже достаточно зрелого ученого, достойного докторской степени. Особо мне бы хотелось выделить результаты докторского уровня, полученные Екатериной Диденкуловой лично, без моего участия: они опубликованные в шести статьях:

- Исследованы особенности парных взаимодействий уединенных волн (солитонов) в рамках уравнения Гарднера, являющегося популярным эволюционным уравнением стратифицированной гидродинамики и многокомпонентной плазмы. В случае положительной кубической нелинейности показано, что взаимодействие однополярных солитонов приводит к уменьшению амплитуды результирующего импульса и снижает

высшие моменты волнового поля. Взаимодействие разнополярных солитонов значительно увеличивает высшие моменты волновых полей, увеличивая, таким образом, и вероятность возникновения аномальных выбросов. В рамках уравнения Гарднера с отрицательной кубической нелинейностью показано, что взаимодействие солитонов с «толстым» солитоном ведёт к уменьшению третьего и четвёртого моментов, характеризующих асимметрию и эксцесс волнового процесса.

- Продemonстрировано возникновение аномально больших волн (волн-убийц) «неожиданной» полярности в рамках фокусирующих обобщений уравнений Кортевега-де Вриза, содержащих несколько нелинейных слагаемых. Хотя в рамках кинетического уравнения для солитонного газа, предложенного В.Е. Захаровым, учитываются только парные взаимодействия солитонов, в солитонном газе также наблюдаются и множественные столкновения, они составляют около 10% от общего числа столкновений. На основе проведенных расчетов было выявлено до пяти солитонных столкновений. Моделирование динамики солитонного газа показало существенное увеличение эксцесса и хвостов функций распределения амплитуд волн, что подтверждает факт возникновения аномально больших волн (волн-убийц).

- Изучены статистические свойства бризерной турбулентности в интегрируемых системах. Показано, что даже в разреженном газе происходят множественные столкновения бризеров, что приводит к значительному усилению волнового поля. Исследовано влияние нерегулярных волн различной интенсивности на динамику бризерной турбулентности и показано, что увеличение интенсивности нерегулярной волновой компоненты приводит к увеличению экстремумов и уменьшению эксцесса волновых полей. Волновые поля со значительной бризерной компонентой являются наиболее экстремальными с точки зрения волн-убийц.

- Составлен каталог наблюдений волн-убийц в Мировом океане, свидетельствующий о практической важности и распространенности аномально больших волн в природе. Показано, что наиболее распространенным механизмом образования реальных волн-убийц (70%) является эффект модуляционной неустойчивости нелинейных волновых пакетов, который является основным механизмом появления волн-убийц в различных физических средах (Бозе-Эйнштейновском конденсате, нелинейной оптике и астрофизике).

Наша совместная работа, в которой определяющую роль с энтузиазмом играла Е. Диденкулова (а я по мере сил помогал ей, учитывая мой возраст), позволила лучше понять проблему солитонной турбулентности и волн-убийц в различных физических приложениях. Это проявилось в публикации большого числа статей в физических журналах, которые не остались незамеченными, и на них большое число ссылок (рекорд - 61 ссылка на статью в Phys Lett A в системе WoS, а общее число ссылок на ее статьи - более 400). Отсюда следует, что диссертант находится на острие современных исследований по данной тематике и занимает видное положение докторского уровня.

Наконец, я бы хотел отметить ее организаторские способности, она являлась бессменным членом оргкомитетов известных «Нижегородских школ по нелинейным волнам» в 2016-2022 годах. Ее вклад в нелинейные проблемы отмечен включением ее в члены Комитета по присуждению медали Ричардсона в области нелинейной геофизики (Европейский Геофизический Союз) в 2020-2023 годах.

