Справка

к делу № ____________________

О присуждении Дьяченко Александру Ивановичу учёной
степени доктора физико-математических наук на основании защиты
диссертации «Турбулентность и сингулярности в нелинейных волновых системах»
по специальности 01.01.03 - математическая физика в диссертационном
совете Д.002.207.01 в Институте теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН,
142432, Московская обл, г. Черноголовка, просп. академика Семёнова, 1а
(срок полномочий совета - на срок действия номенклатуры специальностей научных работников, утверждённой приказом Миннауки России от 25.01.2000 г. № 17/4),
решение диссертационного совета от 23 июня 2005 г. № 2.

Дьяченко Александр Иванович, 1957 года рождения, гражданин Российской Федерации, кандидат физико-математических наук с 1988 г., диссертацию «Численное моделирование сильной плазменной турбулентности» защитил в Совете при Институте космических исследований АН СССР (11 марта 1988г., протокол № 3).
работает научным сотрудником в секторе "Нелинейная динамика"Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН, 142432, Московская обл, г. Черноголовка, просп. академика Семёнова, 1а, с 1992 г. по настоящее время.
Диссертация выполнена в секторе "Нелинейная динамика"Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН, 142432, Московская обл, г. Черноголовка, просп. академика Семёнова, 1а.
Соискатель имеет 32 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 20 работ. Все работы являются оригинальными научными статьями, в которых получены новые важные результаты по решению конкретных задач. Основная часть результатов диссертации получена самим соискателем. Наиболее значительными работами являются:

1. A.I. Dyachenko, V.E. Zakharov, *Modulation Instability of Stokes Wave → Freak Wave*, Письма в ЖЭТФ, **81**, Вып. 6, стр. 318-322 (2005).

2. A.I. Dyachenko, A.O. Korotkevich, V.E. Zakharov, *Weak Turbulent Kolmogorov Spectrum for Surface Gravity Waves*, Phys. Rev. Lett., **92**, No. 13, pp. 134501-1–134501-4 (2004).

3. V.E. Zakharov, A.I. Dyachenko and O.A. Vasilyev, *New method for numerical simulation of a nonstationary potential flow of incompressible fluid with a free surface*, European Journal of Mechanics B-Fluids, **21**, No. 3, pp. 283-291 (2002).

4. А.И. Дьяченко, *О динамике идеальной жидкости со свободной поверхностью*, Доклады Академии Наук, **376**, Вып. 1, стр. 27-29 (2001).

5. А.И. Дьяченко, В.Е. Захаров, Е.А. Кузнецов, *Нелинейная динамика свободной поверхности идеальной жидкости*, Физика плазмы, **22**, Вып. 10, стр. 916-928 (1996).

6. A.I.Dyachenko, E.A.Kuznetsov, *Two-Dimentional Wave Collapse in The Boundary Layer*, Physica D, **87**, pp. 301-313 (1995).

7. A.I.Dyachenko, V.E.Zakharov, *Is the free-surface hydrodynamics an integrable system?* Phys. Lett. A, **190**, pp. 144-148 (1994).

8. A.I.Dyachenko, A.C.Newell, A.N.Pushkarev, and V.E.Zakharov, *Optical Turbulence*, Physica D, **57**, pp. 96-160 (1992).

Официальные оппоненты:
Пелиновский Ефим Наумович, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лаборатории гидрофизики и нелинейной акустики Института прикладной физики РАН,
Колдоба Александр Васильевич, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела № 3 Института математического моделирования РАН,
Иногамов Наиль Алимович, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник сектора "Лазеров и плазмы"Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН,
дали положительные отзывы на диссертацию.
Ведущая организация Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН в своём положительном заключении составленном член-корреспондентом РАН, доктором физико-математических наук, заведующим отделом прикладной гидродинамики Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН Владиславом Васильевичем Пухначёвым указала, что
«...основные результаты диссертации являются новыми. Их достоверность подтверждается высокой аналитической и вычислительной культурой автора, надежностью используемых асимптотических и численных методов...работа содержит ряд точных результатов, включая новую форму записи двумерной задачи о потенциальном течении (глава 1), которая оказалась очень удобной при изучении сингулярностей на свободной границе...Из методических достижений автора следует упомянуть предложенную в главе 4 дискретизацию уравнений для описания волновой турбулентности, сохраняющую гамильтониан...Многие результаты диссертации находятся на пределе современных возможностей символьных вычислений...и численного решения нелинейных эволюционных уравнений...
Результаты диссертации А.И. Дьяченко имеют большое теоретическое и прикладное значение. Они могут быть использованы при изучении океанского волнения, процессов самофокусировки и коллапса в нелинейной оптике, генерации когерентных структур в пограничном слое. Эти результаты наверняка будут вос-

требованы специалистами ... Института теоретической и прикладной механики СО РАН, Института проблем механики и Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Московского, Нижегородского, Ростовского и Санкт-Петербургского университетов.»

Результаты работы использованы в

Институте теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН,

142432, Московская обл, г. Черноголовка, просп. академика Семёнова, 1а;

Институте гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН,

630090, Новосибирск, пр. академика Лаврентьева, 15;

Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН,

117997, Москва, Нахимовский проспект д.36;

Институте прикладной физики РАН,

603950 Н.Новгород, ГСП-120, ул. Ульянова, 46;

Институте математического моделирования РАН,

125047, Москва, Миусская пл. 4а;

Математическом институте им. В.А. Стеклова РАН,

119991, Москва, ул. Губкина, д. 8.

Поступили три отзыва на автореферат.

Первый составлен главным научным сотрудником, член-корреспондентом РАН А.Г. Куликовским и ведущим научным сотрудником, доктором физико-математических наук А.Т. Ильичёвым (Математическом институте им. В.А. Стеклова РАН). Отзыв положительный.

Второй составлен директором института океанологии им. П.П. Ширшова, член-корреспондентом РАН, профессором С.С. Лаппо. Отзыв положительный.

Третий составлен профессором кафедры вычислительных методов факультета ВМиК МГУ им. М.В. Ломоносова, доктором физико-математических наук Г.Г. Елениным. Отзыв положительный. В качестве замечания отмечается, что

> «При дальнейшей разработке эффективных вычислительных методов рассматриваемого класса задач следовало бы, кроме того, уделить внимание не менее важным вопросам, связанным с симплектичностью и R-обратимостью... Автору следовало бы уделить больше внимания редактированию текста.»

В дискуссии приняли участие академик РАН А.И. Ларкин, член-корреспонденты РАН С.И. Анисимов и Е.А. Кузнецов, доктора физико-математических наук С.В. Иорданский, Г.Е. Воловик, А.Б. Шабат, Н.А. Иногамов, В.П. Минеев, Ю.Н. Овчинников, Н.Н. Николаев, кандидаты физико-математических наук В.П. Рубан и Р.В. Шамин. Было зачитано письмо академика РАН В.Е. Захарова в поддержку диссертации А.И. Дьяченко.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек (из них 2 академика РАН, 1 член-корреспондент РАН и 3 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за 19, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Заключение
диссертационного совета Д.002.207.01
при Институте теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН
о диссертации А.И. Дьяченко «Турбулентность и сингулярности в нелинейных волновых системах»

Рассмотренная диссертационная работа представлена на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.03 - математическая физика и выполнена А.И. Дьяченко в Институте теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН.

Диссертация представлена к защите впервые. Достоверность полученных результатов обеспечивается последовательностью и строгостью проведённого анализа, надёжностью используемых численных методов. В диссертации развиты теоретические и численные методы исследования нелинейных явлений в гидродинамике идеальной жидкости со свободной границей. Особое внимание уделено разработке эффективных численных алгоритмов, сохраняющих интегралы движения. Также важным здесь являлся поиск интегрируемых приближений. Кроме того, проведённое исследование слаботурбулентных режимов в различных моделях имело своей целью обосновать применимость кинетических уравнений, которые позволяют с гораздо большей эффективностью моделировать волновую турбулентность, чем исходные динамические уравнения. Научное значение диссертации и её основные результаты состоят в следующем:

1. Применяя комбинацию гамильтонового формализма и теории конформных отображений для описания динамики свободной поверхности двумерной идеальной жидкости произвольной глубины, получена простая система псевдо-дифференциальных уравнений на форму поверхности и гидродинамический потенциал скорости. Эта система может быть эффективно изучена аналитически в случае, когда якобиан конформного отображения принимает большие значения в окрестности некоторой точки поверхности. Применяя разложение по обратным степеням якобиана, система может быть сведена к одному уравнению, которое совпадает с хорошо известным уравнением лапласовского роста. В рамках этой модели найден ряд точных решений, которые описывают образование конфигураций типа "пальцев".

2. Получены точные конформные уравнения, кубически нелинейные, для формы поверхности и гидродинамической скорости. Уравнения допускают эффективное численное моделирование. Уравнения описывают перенос особенностей конформного преобразования в верхней полуплоскости. Проведено численное ис-

следование образования волн-убийц на поверхности жидкости. Сделан вывод о том, что механизмом их образования является модуляционная неустойчивость, её нелинейная стадия.

3. Доказана неинтегрируемость двумерной идеальной гидродинамики. С помощью конформных канонических переменных получены явные выражения для матричных элементов резонансного взаимодействия волн четвертого (который оказался равным нулю) и пятого порядков. Получено кинетическое уравнение для волн, учитывающее 5-ти волновое резонансное взаимодействие. Получены его стационарные решения, колмогоровские спектры.

4. Предложена модифицированная ММТ-модель одномерной волновой турбулентности, позволяющая избавиться от когерентных структур в слаботурбулентных режимах. Проведено численное моделирование, продемостририровано существование степенных колмогоровских спектров.

5. Аналитически и численно исследована солитонная турбулентность для неинтегрируемого уравнения типа НУШ, показано, что система асимптотически приближается к состоянию солитонного газа. Показывается, что "солитонный"и "коллапсный"варианты волновой турбулентности качественно отличаются друг от друга не слишком сильно.

6. Численно исследована турбулентность в модели НУШ с отталкиванием, турбулентность конденсата. Наблюдалось две качественно различных компоненты в турбулентности неравновесного Бозе-конденсата: обратный каскад производит линейно растущий конденсат, который стабилизирует вне-конденсатные флуктуации, (включая кинки) т.е. служит стоком в турбулентности. Посроены корреляционные функции высших порядков, которые оказались близки к гауссовой статистике.

7. Численно и аналитически исследована возможность коллапса двумерном обобщении уравнения Бенджамина-Оно (уравнение Шриры). Найдена точная верхняя граница для полной энергии возмущений, когда коллапс все еще невозможен, и когда любое возмущение асимптотически исчезает с течением времени. Теоретические предсказания находятся в качественном согласии с экспериментами.

8. Исследовано влияние дискретности волновых чисел на резонансное взаимодействие волн для капиллярных и гравитационных волн на поверхности жидкости. Получены некоторые критерии на правильный выбор параметров моделирования. Разработана численная схема для решения динамических уравнений трехмерной потенциальной гидродинамики, сохраняющая гамильтониан. Проведено численное моделирование слабой турбулентности гравитационных волн.

В значительной части области инерционного интервала наблюдалось степенной спектр, совпадающий с теоретическим.

Диссертационный совет подтверждает, что все основные положения, результаты и выводы диссертации содержатся в 20 опубликованных по теме диссертации работах и отражены в публикациях в ведущих рецензируемых научных журналах из перечня ВАК. Автореферат передаёт содержание диссертации с достаточной полнотой .

Диссертация А.И. Дьяченко является квалифицированной и самостоятельной научной работой, совокупность результатов которой представляет собой новое крупное научное достижение, и удовлетворяет всем требованиям обоснованности, новизны и значимости, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук.

Полученные в диссертации результаты и развитые в ней методы рекомендуется использовать в Институте гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН,
Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Математическом институте им. В.А. Стеклова РАН,
Институте прикладной физики РАН,
Институте математического моделирования РАН,
Институте теоретической и прикладной механики СО РАН,
Институте проблем механики РАН
Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН
и других организациях, где проводятся исследования в области нелинейной волновой динамики.

Заместитель председателя
диссертационного совета
член-корреспондент РАН — Е.А. Кузнецов

Учёный секретарь
диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук — Л.А. Фальковский

28 июня 2005 г.