

**Отзыв официального оппонента**  
на диссертационную работу Греневой Кристины Валерьевны  
«Численные стохастические модели поверхности морского волнения и  
гигантских океанических волн», представленную на соискание ученой  
степени кандидата физико-математических наук по специальности  
01.01.07 – «Вычислительная математика»

**Актуальность темы исследования.** Изучение происхождения волн-убийц является актуальной проблемой. Аномально высокие волны появляются внезапно и представляют серьезную угрозу для судов и таких морских сооружений, как нефтяные платформы. В последнее несколько десятилетий ведутся исследования этого природного явления на основе различных подходов. В диссертационной работе для изучения гигантских океанических волн использован метод стохастического моделирования волновых поверхностей. Исследованы точности моделей. Исследование стохастических моделей случайных процессов и полей при моделировании морской поверхности и прогнозировании аномальных волн, несомненно, является важной и актуальной фундаментальной задачей, которая также имеет и большое прикладное значение для международного морского судоходства.

**Научная и практическая значимость.** В диссертационной работе Греневой К.В. предлагается подход к моделированию морского волнения и гигантских волн-убийц, основанный на условных спектральных моделях. Разработанные модели позволяют воспроизвести поверхности морского волнения с аномальной высокой волной и оценить вероятность таких событий. При этом спектры волнения, заложенные в модели, могут быть оценены по натурным данным. На основе созданных алгоритмов разработан и зарегистрирован «Программный комплекс для численного моделирования стохастической структуры морской поверхности».

**Научная новизна работы и основных результатов.** В диссертационной работе Греневой К. В. получены следующие новые результаты:

- На основе спектрального разложения случайных функций и полей разработан новый класс численных стохастических моделей поверхности морского волнения, построенных с использованием прямоугольных спектральных областей.
- Доказана сходимость класса стохастических моделей морской поверхности, построенных с использованием прямоугольной спектральной области, в функциональных пространствах  $L^p$  и  $C^p$ , а также представлены методики оценки точности воспроизведения дисперсии и корреляционной функции поверхности морского волнения.
- Предложен способ моделирования аномально высоких морских волн на основе стохастических условных спектральных моделей морской поверхности.

**Соответствие специальности.** Представленное диссертационное исследование проведено в рамках специальности 01.01.07 - «Вычислительная математика».

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка обозначений, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертационной работы составляет 102 страницы текста. Список литературы содержит 110 наименований. Объем и структура диссертации соответствуют общепринятым по указанной специальности.

Во **введении** обоснована актуальность работы, приведено краткое изложение содержания работы, сформулированы основные результаты и раскрыта их новизна.

**В первой главе** приводится общая информация о спектральных моделях гауссовских однородных случайных полей и их свойствах, предлагается новый класс моделей пространственной структуры поверхности морского волнения в фиксированный момент времени, а также пространственно-временные модели морской поверхности.

**Во второй главе** исследуются свойства пространственных моделей поверхности морского волнения, в частности изучается точность моделей методом, основанным на вычислении погрешности воспроизведения корреляционной функции; доказывается сходимость конечномерных распределений и функциональная сходимость разработанного класса моделей в пространствах  $L^p$  и  $C^p$ .

**Третья глава** посвящена условным спектральным моделям, используемым для моделирования поверхности морского волнения с аномально высокими волнами. По аналогии с моделями морской поверхности доказывается сходимость конечномерных распределений и функциональная сходимость в пространствах  $L^p$  и  $C^p$  для условных спектральных моделей морской поверхности с аномально высокими волнами. Кроме того, в главе описан подход к оценке частоты возникновения аномально высоких волн, основанный на анализе спектра волнения.

**В заключении** формулируются основные результаты, которые верно отражают суть представленной диссертационной работы.

В конце работы представлены **приложения**, в которых описаны аппроксимации спектров морского волнения, общие сведения о моделируемых аномально высоких волнах, а также шкала Бофорта, которая описывает поведение морского волнения в зависимости от скорости ветра.

**Основные результаты** по теме диссертации опубликованы и представлены в соответствии с правилами ВАК. Все результаты достоверны и научно обоснованы, выводы диссертации подтверждаются доказанными в работе теоремами и вычислительными экспериментами. Результаты работы опубликованы в 4 статьях в журналах, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Web of Science и Scopus, а также докладывались и обсуждались на 9 международных конференциях, что свидетельствует о достаточной апробации полученных результатов.

#### **Замечания к диссертации.**

1. В п.2.3 представлена статистическая оценка функционала – средней длительности выбросов поверхности морского волнения выше заданного уровня, для трех моделей построения поверхности при одних и тех же спектральных характеристиках поля. На основе сравнения численных оценок с вычисленным точным значением функционала сделан вывод, какая из моделей наиболее точная. Но при этом отсутствует какая-либо оценка доверительных интервалов для оцененных величин. Кроме того, методика сравнения спектральных моделей поверхности морского волнения на основе сравнения оценок функционалов для моделей требует знания точного значения функционала, поэтому область применения такой методики ограничена.
2. В диссертации фактически рассмотрены примеры только для одного типа спектральной плотности, полученной на основе наблюдений (модель Давидана И.М. с соавторами).
3. В подписях некоторых рисунков не указаны размерности величин, в частности для рисунков 4-6 не указаны размерности величин  $\lambda, v$  и  $\mu$ , а также есть рисунки, вообще, без обозначения осей.
4. В диссертации в качестве десятичного разделителя, в основном, используется точка, но в некоторых случаях – запятая.

### **Заключение о работе.**

Диссертация Греневой Кристины Валерьевны является завершенной научной работой на важную и актуальную тему. Представленные в работе исследования обладают научной новизной и достоверностью. Основные результаты диссертационной работы достаточно полно опубликованы в открытой печати и прошли соответствующую аprobацию. Автореферат достаточно полно и правильно отображает содержание диссертации.

Считаю, что работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатской диссертации, а ее автор, Гренева Кристина Валерьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 – «Вычислительная математика».

Официальный оппонент:

заведующий лабораторией дисперсных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН»,

д.ф.-м.н.

*Черемисин*

А.А. Черемисин

Черемисин Александр Алексеевич - доктор физико-математических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и молекулярная физика», профессор, заведующий лабораторией дисперсных систем Института химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН.

*соответствует 01.04.14 - теплофизика и теоретическая теплотехника*

Адрес: 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, ИХКГ СО РАН

Телефон: +7 (383) 333 07 87

E-mail: cheremisin@kinetics.nsc.ru

Подпись А.А. Черемисина заверяю

*22.04.2021г.*



Ученый секретарь  
ИХКГ СО РАН  
К.Ф.-м.н.  
Пыряева А.П.