

## **О Т З Ы В**

**на автореферат диссертации *Артёма Владимировича Лоскутова*  
«Динамика волн цунами в северо-западной части Тихого океана на основе  
инструментальных измерений и численного моделирования»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических  
наук  
по специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы**

**Целью** диссертационной работы **А.В.Лоскутова** является исследование особенностей динамики наиболее значительных цунами за последнее десятилетие с использованием глубоководных записей DART, данных прибрежных измерений уровня моря на базе ИМГиГ ДВО РАН и телеметрических регистраторов Сахалинской службы предупреждения о цунами (СПЦ), а также на основе численного моделирования распространения цунами в северо-западной части Тихого океана. В частности, диссертантом получены результаты, объясняющие физические особенности трансформации волн цунами в северо-западной части Тихого океана и в его прибрежной зоне.

**Актуальность** представленных в автореферате результатов не вызывает сомнений с учетом того, что в конце XX и в начале XXI века, после почти полувекового затишья произошла новая серия катастрофических трансокеанских цунами, которая обрушилась на берега России, Японии, Чили, Перу, Индонезии и т.д.

**Предметом исследований**, о которых ведется речь в диссертации, стали механизмы формирования особенностей проявления волн цунами в реальных акваториях с учетом их специфических геолого-географических характеристик.

Что касается оценки достоверности результатов, то, пожалуй, можно согласиться с **А.В.Лоскутовым** в том, что качество теоретических результатов подтверждается разумностью логических рассуждений и достоверностью исторических и натуральных данных, использованных им в процессе работы над диссертацией.

Беспорной **новизной** обладают рассчитанные диссертантом параметры собственных колебаний ряда бухт о. Шикотан и заливов о. Сахалин, полученные с применением эффективной методики расчета пространственных структур сейшевых колебаний. Определенной оригинальностью обладают и результаты, связанные с оценкой значимости эффектов волновой дисперсии, анализ которых был применен в

задаче инверсии глубоководных волнограмм для оценки параметров источника слабых цунами.

Результаты, изложенные в диссертации, **опубликованы** с необходимой полнотой в авторитетных научных изданиях. **Личный вклад** автора указан четко и **хорошо известен** научной общественности, так как материалы диссертации представлялись на конференциях и семинарах достаточно высокого уровня.

Автореферат вполне **отражает содержание** диссертации. **В работе присутствуют все необходимые компоненты** – теоретическое исследование важнейших аспектов изучаемой проблемы, применение вычислительных алгоритмов, анализ и грамотная интерпретация полученных результатов.

**Замечания**, возникшие при чтении автореферата таковы:

1. Автор неоднократно упоминает результаты, связанные с анализом эффектов волновой дисперсии при том, что использованная им гидродинамическая модель не учитывает ни эффектов дисперсии, ни эффектов нелинейности. В такой ситуации следовало бы указать как именно и каким именно образом автор исследует влияние волновой дисперсии на характеристики изучаемого явления.
2. Несколько непоследовательным представляется также использование линейных уравнений мелкой воды, записанных в сферической системе координат, но не учитывающих вращение Земли (силы Кориолиса).
3. В разделе, указывающем личный вклад автора, говорится, что «автором привлекались самые современные вычислительные средства, такие как CUDA и OpenMP». К сожалению, в тексте автореферата автор не уделяет должного внимания описанию, хотя бы на уровне ссылок, используемого им алгоритмического инструментария и результатов его верификации, что затрудняет интерпретацию представленных материалов численного моделирования и оценку качества этих результатов. К тому же, ни CUDA, ни OpenMP не являются «вычислительными средствами». CUDA – это архитектура параллельных вычислений от NVIDIA, позволяющая существенно увеличить вычислительную производительность, а интерфейс OpenMP задуман как технологический стандарт для программирования на масштабируемых SMP-системах в модели общей памяти. В стандарт OpenMP входят спецификации набора директив компилятора, процедур и переменных среды.
4. Аналогичное замечание касается используемой диссертантом «современной сейсмической модели очага».
5. Явно недостаточным является изложение результатов исследования эффектов волновой дисперсии: «В целом мелкомасштабные цунами должны испытывать более явную волновую дисперсию, эффект от которой состоит в разбегании компонент волнового пакета с разными частотами, что приводит к трансформации волнового поля в ходе его распространения даже в условиях относительно гладких участков подстилающего дна океана.» Неясно, исследовались ли эти явления с помощью численного моделирования и каковы были результаты, полученные в бездисперсионной модели, и как они интерпретировались.
6. Автор пишет: «Используя волновой профиль как начальное условие, была

- сделана попытка восстановить пространственную конфигурацию волнового пакета, а по нему уже восстановить и параметры источника в линейном приближении для цилиндрических потенциальных волн.» К сожалению результаты этой «попытки» в автореферате не упоминаются.
7. Автор пишет: «Для выяснения физических условий и пространственного масштаба этой трансформации был проведен численный эксперимент с использованием детальной батиметрии Охотского моря и прилегающего к Курильским островам шельфа с шагом 0.5 угловой минуты.» Боюсь, что тридцатисекундная сетка, увы, не может быть признана достаточно «детальной» и пригодной для определения «пространственного масштаба трансформации волнового пакета на границе шельф-материковый склон».
  8. Автор пишет: «В п. 4.2 подробно изучались резонансные свойства заливов и бухт о. Сахалин, о. Симушир и о. Шикотан...» и далее «Пространственная структура собственных колебаний бухты, прежде всего самой низкочастотной моды, представляет значительный интерес, и для ее изучения было выполнено численное моделирование.» Остаются неясными результаты этого изучения, для оценки качества которых необходимо было указать разрешающую способность использованной вычислительной сетки – тридцатисекундной здесь явно недостаточно.
  9. Объявленные в подписи к рис.3 «Узловые линии сейш ... (пунктирные линии)» визуально неразличимы.
  10. Несколько неожиданно в перечне основных результатов возникают «приближенная осесимметричная модель источника и уравнение Пуассона, с помощью которых рассчитаны профили начального возвышения для нескольких небольших цунами». В тексте автореферата речи об этом не было.
  11. Некоторые утверждения автора носят чересчур общий характер и потому оказываются мало информативными:
    - a) «На основе численного моделирования и анализа материалов инструментальных измерений были рассмотрены вопросы влияния направленности источника Тохоку цунами на особенности формирования волнового поля (высоты и периоды волн) на побережье Дальневосточного региона России.» И что, каковы результаты этого рассмотрения?
    - b) «Приводятся результаты численного моделирования, показывающие причину, по которой в западной части Алеутских островов, на Командорских островах и в районе Петропавловска-Камчатского наблюдались сравнительно слабые волны.» И в чем эта причина?
    - c) «Это явилось одной из самых интересных особенностей этого цунами, так как трансформация волнового поля при распространении из глубоководной части на шельф была весьма сильная.»
    - d) «С помощью моделирования было показано, что существенное изменение формы сигнала и его усиления происходят при наличии достаточно протяженного шельфа .... При отсутствии выраженной шельфовой зоны, качественной перестройки волнового поля цунами не происходит, а

