

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Андрея Сергеевича Козелкова

«Моделирование волн цунами космогенного и оползневого происхождения

на основе уравнений Навье-Стокса»,

представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по

специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

Диссертация А.С. Козелкова посвящена построению моделей и численных алгоритмов для решения комплекса задач, связанных с расчетом процессов формирования и распространения волн цунами космогенного (падение в воду небесных тел) и оползневого (сход в воду селей и оползней) происхождения. В настоящее время для описания отдельных стадий этих исключительно сложных процессов используются различные модели, базирующиеся на теории мелкой воды и ряде других упрощающих предположений. Недостатками такого подхода являются его «низкая технологичность», связанная с многоэтапностью расчета и необходимостью применения на каждом этапе различных программных средств, с одной стороны, и недостаточная точность, с другой. В связи с этим тема диссертации, посвященной разработке единой модели всех стадий рассматриваемого явления, базирующейся на решении полных уравнений Навье-Стокса для многофазной среды, безусловно, является актуальной. Не вызывает сомнений также и практическая важность данной работы, поскольку цунами представляют собой серьезное стихийное бедствие, приводящее к большим человеческим и материальным потерям.

Судя по результатам исследований, приведенным в автореферате, А.С. Козелкову удалось достаточно успешно справиться с поставленной амбициозной задачей, а именно разработать единую технологию расчета всех стадий цунами космогенного и оползневого типа: формирование очага, распространение волн цунами и их накат на берег.

О широких возможностях, открываемых этой технологией, свидетельствуют полученные с ее помощью результаты расчетов характеристик цунами, вызванного падением метеорита в озеро Чебаркуль (2013 г.), и цунами на острове Монтсеррат (2003 г.). В последнем случае показано, что использование разработанной методологии обеспечивает значительно лучшее согласование результатов расчета с данными наблюдений, чем использование модели мелкой воды и нелинейно-дисперсионной теории.

Следует также отметить, что разработанные в диссертации вычислительные технологии (в том числе, методы параллелизации вычислений при проведении расчетов на

современных суперкомпьютерах) могут применяться не только для расчета волн цунами, но и для решения широкого круга других прикладных задач, связанных с расчетом многофазных течений.

В качестве основных замечаний по автореферату отметим следующее.

1. При освещении общих возможностей пакета ЛОГОС (первая глава) большое внимание уделяется описанию и анализу возможностей различных подходов к моделированию турбулентности и специфическим особенностям численных методов расчета турбулентных течений в рамках так называемых вихререзающих подходов (DNS, LES и гибридных RANS-LES методов). Вместе с тем, данный аспект моделирования совершенно не освещен при описании постановки задач образования и распространения волн на свободной поверхности, рассматриваемых в остальных главах диссертации. В результате, материал соответствующих разделов первой главы «повисает в воздухе», и остается совершенно неясным, учитывались ли эффекты турбулентности при решении этих задач и, если да, то какие именно модели турбулентности использовались, насколько подробно разрешался придонный турбулентный пограничный слой, какие граничные условия использовались на донной поверхности и т. д.

2. Разработанный метод расчета многофазных течений основан на эйлеровском подходе и односкоростном приближении (фактически, на так называемом методе Volume-of-Fluid), в котором все фазы считаются жидкими. Распространение этого подхода на случай, когда имеет место движение твердого тела, предполагает введение «эффективной» жидкости для занимаемой им области. Это обстоятельство, а также вопросы, связанные с выбором параметров «эффективной» жидкости, в автореферате никак не отражены.

3. В заключительном предложении абзаца, посвященного материалу параграфа 1.5, автор пишет «Погрешность численных результатов для однофазных турбулентных течений в сравнении с экспериментальными данными и аналитическими решениями для всех задач не превышает 5%». Как нам представляется, ставить в один ряд оценку «погрешностей» численных решений на основе сопоставления с экспериментальными данными и с точными аналитическими решениями является не вполне корректным. В первом случае рассогласование может быть обусловлено рядом факторов, в том числе, неадекватностью используемой математической модели, а во втором - только грубостью используемой сетки и может быть сведено к нулю при ее измельчении.

Указанные недостатки автореферата не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы А. С. Козелкова. Она представляет собой достаточно глубокое

исследование важной проблемы и содержит ряд существенных новых результатов, совокупность которых можно квалифицировать как важное научное достижение в решении проблемы прогнозирования волн цунами космогенного и оползневоего происхождения, которое необходимо для смягчения последствий этих чрезвычайно разрушительных стихийных бедствий. Таким образом, судя по автореферату, диссертация удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Андрей Сергеевич Козелков заслуживает присуждения искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Заведующий кафедрой «Гидроаэродинамика,
горение и теплообмен» СПбПУ,
д.ф.-м.н., профессор

Подпись Смирнов
УДОСТОВЕРЯЮ
Ведущий специалист
по кадрам Кичасова
«03» 10 2016 г.



Е.М. Смирнов
2016 г.

тел. (812) 5526621
email: smirnov_em@spbstu.ru

Заведующий лабораторией «Вычислительная
гидроакустика и турбулентность» СПбПУ,
д.ф.-м.н., профессор



М.Х. Стрелец
2016 г.

тел. (812) 329-4791
email: strelets@cfд.spbstu.ru

Подпись Стрелец
УДОСТОВЕРЯЮ
Ведущий специалист
по кадрам Кичасова
«03» 10 2016 г.