

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Владиславы Васильевны Чуруксаевой**
«*Численное исследование турбулентных течений в открытых каналах и
руслах на основе модели мелкой воды*»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.05 – «*Механика жидкости, газа и плазмы*»

Целью диссертационной работы *Владиславы Васильевны Чуруксаевой* является создание математических моделей и численных методов их реализации для исследования течений несжимаемой жидкости в открытых каналах и руслах рек с учетом транспорта примесей и динамики взаимодействия «вода – ледяные частицы».

Актуальность диссертационного исследования *В.В. Чуруксаевой* обусловлена необходимостью разработки адекватных методов защиты прибрежных территорий рек и каналов, населения, проживающего на таких территориях и расположенных там хозяйственных объектов от неблагоприятных явлений, связанных с аномальными паводками, ледовыми заторами, распространением вредных примесей. Автор диссертации справедливо отмечает эффективность использования методов математического, численного моделирования для исследования базовых характеристик таких явлений, прогнозирования их вероятных последствий и разработки действий по смягчению ущерба от возможного катастрофического воздействия.

Таким образом, можно с уверенностью говорить об актуальности решения двух рассмотренных в диссертации задач:

- создания математической модели распространения примесей стационарными турбулентными изотермическими течениями в открытых руслах рек и каналов;
- разработки математической модели нестационарных турбулентных двухфазных изотермических движений смеси «вода – ледяные частицы», являющихся приближенным представлением потоков в руслах рек и каналов во время весенних ледоходов.

Достоверность результатов *В.В. Чуруксаевой* достигнута строгим математическим выводом математических моделей, гарантирующим соблюдение фундаментальных законов механики сплошных сред и тщательным профессиональным подходом к построению вычислительных алгоритмов. Подтверждение достоверности результатов подтверждается диссертантом путем сопоставления с экспериментальными данными и

результатами расчетов других авторов, полученных с помощью иных моделей и алгоритмов.

Основные **результаты автора в полной мере представлены** на 14 международных, российских и региональных научных конференциях 2014 – 2016 г., представлены 11 научными статьями, в том числе тремя публикациями в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. В том числе 1 статья в журнале, индексируемом Web of Science, SCOPUS.

При работе над диссертацией **автор лично участвовал** в постановке задач, построении и анализе математических моделей и численных методов, проводил тестовые и модельные расчеты, обрабатывал и интерпретировал полученные результаты, готовил публикации по теме исследования.

Определенной **новизной** обладает ряд результатов *В.В. Чуруксаевой*, из которых отмечу

1. Мезомасштабную математическую модель стационарного турбулентного изотермического течения в открытом русле реки с применением двухпараметрической модели турбулентности и с учетом влияния на поток донного трения и силы Кориолиса, а также вычислительный алгоритм, с помощью которого проводились расчеты по этой модели;
2. Математическую модель нестационарного турбулентного двухфазного изотермического движения смеси «вода – ледяные частицы», учитывающую скоростное скольжение фаз, соударение частиц между собой, влияние турбулентной структуры несущего частицы потока, трение жидкости и частиц о дно канала и прибрежные отмели, а также вычислительный алгоритм, с помощью которого проводились расчеты по этой модели;
3. Результаты численных расчетов течения в реке Томь около г. Томска и распространения примеси в ней с учетом турбулентности речного течения и реальных морфометрических и гидрологических данных;
4. Качественные и количественные оценки основных характеристик исследуемых течений, показавшие
 - в задачах о распространении примесей, что определяющим фактором при формировании областей рециркуляции течения и распределении примеси в речном потоке являются эффекты турбулентности,
 - а в задачах о моделировании двухфазных «вода – лед» течений, что на характер двухфазного течения в большей мере оказывают влияние резкое изменение рельефа дна канала и форма частиц.

Работа содержит как **теоретическую, так и практическую** компоненты, для реализации последней необходима недвусмысленная заинтересованность организаций, занимающихся мониторингом состояния рек, в подобных

вычислительных инструментах, а теоретическая значимость подтверждается публикациями автора в рецензируемых изданиях.

В целом автореферат производит очень хорошее впечатление. Он позволяет получить достаточно полное представление о содержании диссертации в целом. Написан грамотно и профессионально. Тем не менее надо отметить и некоторые недостатки, большая часть которых связана с рассказом о численном моделировании.

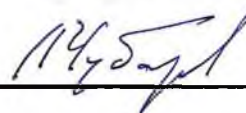
Замечания, возникшие при чтении автореферата таковы:

1. Автор проводит расчеты в областях с границами сложной конфигурации. Эти расчеты ведутся на регулярной сетке, о параметрах которой в автореферате не говорится ничего. Нет даже картинок. Это неправильно. Желательно было бы указать на сетках какой размерности проводились расчеты, какое число узлов приходилось на характерные объекты течений. Столь же желательным считаю сопоставление результатов на разных сетках с указанием критериев достижения сходимости.
2. Автор упоминает о некоторой неоднородности модели, задающей специальным образом значение «донного трения» в прибрежных зонах и на отмелях. Однако не указывает каким образом, по какому критерию выделяются эти особые зоны.
3. Автор упоминает в перечне своих достижений построение численного алгоритма с использованием схемы высокого порядка точности. Подобные схемы, однако, могут привести к усложнению реализации граничных условий. Хотелось бы увидеть оценки сопоставления результатов, полученных с помощью схем различного порядка аппроксимации.
4. Анализируя динамику концентрации кислорода в задачах, связанных с транспортом примесей в речном потоке, автор упоминает о влиянии процесса «реаэрации». Однако, остается неясным как этот процесс учитывается в уравнениях математической модели.
5. При сравнении полученных результатов с экспериментальными данными и результатами других авторов *В.В. Чуруксаева* ограничивается качественными оценками, хотелось бы увидеть и количественные; это позволило бы уточнить смысл фразы «Результаты расчетов ... соответствуют физике процесса...».
6. Имеются и «технические» замечания:
 - a. Излагая алгоритм коррекции значений компонент скорости на стр. 11 автореферата отсутствует указание нормы, в которой оценивается величина h' ; здесь же не дается объяснение выбора значения величины «бета»;
 - b. Имеет место опечатка в формуле на последней строке стр. 17;
 - c. Наконец, надо сказать, что в тексте автореферата не всегда верно употребляются термины «апробация», «верификация», а также отсутствует пояснение понятия «согласованное решение».

Вывод рецензента таков: автореферат написан хорошим, грамотным профессиональным языком, а перечисленные выше замечания не снижают общей высокой оценки обсуждаемой работы. Судя по автореферату, можно с уверенностью утверждать, что диссертация **Владиславы Васильевны Чуруксаевой** удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а соискатель заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Доктор физико-математических наук
по специальности 05.13.16,
главный научный сотрудник
лаборатории анализа и оптимизации
нелинейных систем
Института вычислительных технологий
Сибирского отделения
Российской академии наук

Чубаров Леонид Борисович



06 марта 2017 года

Адрес организации:

630090, Россия, Новосибирская область, г. Новосибирск, пр. Академика М.А.Лаврентьева, дом 6, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук,
лаборатория анализа и оптимизации нелинейных систем,
общий электронный адрес организации ict@ict.nsc.ru
телефон: +7(383) 333-18-82,
e-mail: chubarov@ict.nsc.ru,

Заместитель директора
ИВТ СО РАН

Подпись Леонида Борисовича
Чубарова
«Удостоверяю»



В.А.Детушев

