

## ОТЗЫВ

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

В последнее время вследствие интенсификации хозяйственной деятельности человечества также нарастают и темпы загрязнения поверхности Земли, в частности, пресноводной составляющей гидросферы планеты. По некоторым данным уже сейчас того единовременного запаса пресной воды, который находится в поверхностных водоемах суши, недостаточно для разбавления объема сточных вод. Выход из положения заключается в многократном использовании одной и той же воды для технологических нужд с последующим контролем сброса очищенных промышленных вод в реки и водоемы. Также большие проблемы создают весенне-летние разливы рек, приводящие к затоплению прибрежных населенных пунктов и требующие героических усилий МЧС и населения по преодолению последствий данного стихийного бедствия. В этой ситуации особую актуальность приобретают научные исследования гидродинамики речных экосистем, позволяющие моделировать процессы изменения уровня поверхности воды и распространения в них загрязняющих примесей.

В диссертационной работе Чуруксаевой В. В. исследуется гидродинамика однофазных и двухфазных изотермических турбулентных течений несжимаемой жидкости в открытых каналах и руслах рек в приближении мелкой воды с учетом влияния на поток донного трения и силы Кориолиса. При этом для описания турбулентного механизма смешения используется двухпараметрическая  $k-\epsilon$  модель Растоги и Роди. Разностная аппроксимация исходной дифференциальной постановки задачи выполнена методом контрольного объема на «разнесенной» сетке с помощью так называемой MUSCL схемы. В областях монотонного поведения искомой функции используется модификация, позволяющая достичь третьего порядка точности при аппроксимации конвективных членов уравнений. В качестве оригинального вклада в улучшение алгоритма решения задачи рассматривается учет изменения глубины потока в уравнении неразрывности. По мнению соискателя, это позволяет существенно сократить число глобальных итераций и «повысить качество предсказания».

Результаты моделирования лабораторных экспериментов и реальных природных процессов (распределение продольной компоненты скорости потока в поперечных сечениях р. Доммель) хорошо согласуются с аналогичными результатами и натурными наблюдениями других авторов, что является подтверждением достоверности полученных соискателем решений. Основная часть результатов исследований связана с моделированием распространения вредной примеси в р. Томь в районе г. Томска как с учетом процесса самоочищения, так и без него. Также рассмотрены варианты повышения уровня поверхности воды в реке для разных механизмов вскрытия ледяного покрова. Показано определяющее влияние на перемешивание примеси уровня турбулизации потока, который достигает своего максимума в наиболее узких местах течения. Также показано, что учет механизма самоочищения не приводит к принципиальному сниже-

нию концентрации загрязняющей примеси, что повышает актуальность требования к качеству промышленной очистки сточных вод.

Еще одним практически значимым результатом работы можно считать исследование разлива реки Томь на базе двухфазной модели «жидкость-легкие частицы», поскольку оно проведено с учетом реального рельефа местности и ложа реки в окрестности г. Томска. Подобный уровень подробного описания данного явления позволяет просчитывать различные сценарии весеннего половодья и, соответственно, планировать превентивные меры защиты.

По содержанию автореферата можно сделать следующее замечание. В постановке задачи учитывается не только турбулентная, но молекулярная вязкость (диффузия). Последняя является излишней, поскольку масштабы природных процессов и даже лабораторных установок таковы, что молекулярной вязкостью (диффузией) можно смело пренебречь. К тому же результаты работы прекрасно подтверждают данное допущение. На рис. 5 хорошо видно, что кинематический коэффициент турбулентной вязкости в среднем на три порядка превышает соответствующий коэффициент молекулярной вязкости воды. Если же речь идет об учете приграничного вязкого подслоя, то несложная оценка показывает, что его величина в рассматриваемых случаях не превышает одного миллиметра. Следовательно, даже для лабораторных условий его учет при проведении соответствующих вычислений является нереальной задачей.

В целом, автореферат и научные публикации автора говорят о том, что диссертация является законченным научным исследованием, выполненным на высоком квалификационном уровне. Заявленные задачи и положения, выносимые на защиту, согласуются с выводами. Полученные соискателем результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК России, а ее автор В. В. Чуруксаева заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Профессор кафедры аэрологии, охраны труда и природы,  
д-р техн. наук, профессор;  
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический  
университет имени Т. Ф. Горбачева»,  
650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28;  
(384-2) 39-63-70, e-mail: portola2@yandex.ru

Портола Вячеслав Алексеевич

Старший научный сотрудник отдела развития и международного  
сотрудничества, канд. физ.-мат. наук;  
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический  
университет имени Т. Ф. Горбачева»,  
650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28;  
(384-2) 39-69-25, e-mail: faa.orms@kuzstu.ru

Фомин Александр Аркадьевич

