

Отзыв научного руководителя

о диссертационной работе Иванова Александра Владимировича «Регуляризованные уравнения мелкой воды для моделирования неоднородных течений и течений со свободной поверхностью в задачах геофизики», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Александр Владимирович Иванов в 2019 году закончил с отличием физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедру математики, где он выполнил дипломную работу под моим руководством. В этом же году поступил в аспирантуру ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, которую успешно закончил в июне 2023 г., защитив квалификационную работу по направлению 09.06.01. «Информатика и вычислительная техника».

В диссертационной работе А.В. Иванова изложены результаты построения математических моделей, численных алгоритмов, создания программ и проведения расчётов задач течения жидкости со свободной поверхностью в неглубоких водоёмах. Рассматривается так называемое приближение мелкой воды, которое упрощает исходные полные уравнения гидродинамики и позволяет описывать движения со свободной поверхностью в поле силы тяжести, пренебрегая вертикальной составляющей скорости течения. Для численного моделирования задач в указанном приближении используется регуляризованный вид уравнений мелкой воды (РУМВ). Природные течения в задачах геофизики, как правило, не являются однородными, и включают в себя градиенты плотности, солёности, наличие примесей и загрязнений. Поэтому, несмотря на наличие уже имеющихся численных методик, разработка новых алгоритмов для таких неоднородных задач является актуальной проблемой вычислительной математики.

Диссертационная работа написана на высоком научном уровне, ясно изложена и иллюстрирована. Объём работы составляет 125 стр. Текст включает в себя введение, 3 главы, заключение и список литературы.


В первой главе работы изложены основы построения РУМВ и приведены соответствующие численные алгоритмы применительно к задачам течений в неглубоких морских акваториях. Этот материал носит в основном реферативный характер. Во второй главе работы метод РУМВ расширен автором для решения задач о течении двухслойной среды в приближении мелкой воды и задачи о переносе пассивной примеси в мелководных течениях. Автором впервые проведён вывод регуляризованных уравнений для этих задач, построен численный алгоритм, написаны программные коды и проведено тестирование новых алгоритмов на известных в литературе примерах одномерных и двумерных течений. В третьей главе показано, каким образом численный алгоритм, основанный на РУМВ, включен в открытый программный комплекс OpenFOAM в качестве нового вычислительного ядра RSWEFoam и приведены примеры его тестирования.

Полученные результаты А.В. Иванов оформил в виде 9 статей и 4 препринтов ИПМ, 8 из которых относятся к списку ВАК. Он является единственным автором двух статей и одного препринта. Результаты работы были доложены им лично более чем на 10 научных конференциях и семинарах. Работа была поддержана двумя грантами РФФИ и грантом РНФ.

За время обучения в аспирантуре Александр Владимирович Иванов проявил себя как целеустремленный, настойчивый и самостоятельно мыслящий ученый. Он показал владение аппаратом математического анализа, квалификацию программиста и понимание физики рассматриваемых им задач. Отдельным достоинством диссертанта является умение хорошо излагать полученные результаты и находить контакты с коллегами-экспериментаторами, вычислителями и программистами. Результатом этих контактов являются решение задач о течениях в Северных морях, о намерзании льда на озере Валууден и создание нового решателя в открытом пакете OpenFOAM.

На основании вышесказанного считаю, что диссертационная работа Александра Владимировича Иванова соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям по специальности 1.1.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а её автор заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Научный руководитель,
Доктор физико-математических наук профессор
Главный научный сотрудник 16 отдела
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

 Т. Г. Елизарова

Подпись Т.Г. Елизаровой удостоверяю:
ученый секретарь ИПМ им. М.В. Келдыша РАН
кандидат физико-математических наук

«25» декабрь 2023г.



 А. А. Давыдов