

Заключение диссертационного совета МГУ.012.1

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
Решение диссертационного совета от «24» декабря 2025 г. № 7

О присуждении Майорову Павлу Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Балансно-характеристический подход к численному моделированию гидродинамических течений со свободной поверхностью в гидростатическом приближении» по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите диссертационным советом 6 ноября 2025 г., протокол № 4

Соискатель Майоров Павел Александрович, 1994 года рождения, проходил обучение в аспирантуре факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова на кафедре вычислительных методов в период с 1 октября 2018 года по 30 сентября 2022 года.

Соискатель работает в должности ассистента кафедры вычислительных методов факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре вычислительных методов факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, Соловьев Андрей Валерьевич, ведущий научный сотрудник кафедры вычислительных методов факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Официальные оппоненты:

Шаргатов Владимир Анатольевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,

Яковлев Николай Геннадьевич, доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук,

Криксин Юрий Анатольевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник отдела 15 Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук", дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что оппоненты являются ведущими специалистами по теме диссертации, компетентны в области математического моделирования, численных методов и разработки комплексов программ, результаты их исследований, полученные за последние годы, опубликованы в ведущих зарубежных и отечественных журналах и близки по теме исследованиям соискателя, что позволяет оппонентам дать всестороннюю глубокую оценку результатам, представленным в диссертационной работе. Все три оппонента имеют учёную степень доктора физико-математических наук.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 4 работы, из них 4 статьи, опубликованные, в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук:

1. Новый численный алгоритм для уравнений многослойной мелкой воды на основе гиперболической декомпозиции и схемы КАБАРЕ / В. М. Головизнин, Павел А. Майоров, Петр А. Майоров, А. В. Соловьев // Морской гидрофизический журнал. – 2019. – Т. 35, № 6(210). – С. 600-620. EDN: XDAFQF. Импакт-фактор 0,763 (РИНЦ) [1.5 / 1.35]

Перевод: New Numerical Algorithm for the Multi-Layer Shallow Water Equations Based on the Hyperbolic Decomposition and the CABARET Scheme / V. M. Goloviznin, Pavel A. Maiorov, Petr A. Maiorov, A. V. Solovjev // Physical Oceanography. – 2019. –Vol. 26, No. 6. – P. 528-546. EDN: BRCEVQ. Импакт-фактор 0,727 (РИНЦ) [1.5 / 1.35]

Автором описана новая методика численного решения уравнений гидродинамики несжимаемой жидкости со свободной границей и переменной плотностью в гидростатическом приближении CABARET-MFSH, выполнена программная реализация в случае двух пространственных переменных и проведено тестирование алгоритма на верификационной задаче.

2. Hyperbolic decomposition for hydrostatic approximation of free surface flow problems / V. M. Goloviznin, P. A. Mayorov, P. A. Mayorov // Journal of Physics: Conference Series – 2019. – Vol. 1392. - P. 012035. EDN: KNSKUP. Импакт-фактор 0,18 (SJR) [0.5 / 0.45]

Автором проведено тестирование численного алгоритма CABARET-MFSH на задаче с возникновением неустойчивости, предложена идея регуляризации численного решения.

3. Validation of the low dissipation computational algorithm CABARET-MFSH for multilayer hydrostatic flows with a free surface on the lock-release experiments / V.M. Goloviznin, Pavel A. Maiorov, Petr A. Maiorov, A.V. Solovjev // Journal of Computational Physics. – 2022. – Vol. 463. – P. 111239. EDN: HBMDYD. Импакт-фактор 3,8 (JIF) [0.9 / 0.8]

Автором добавлена перестройка сетки в численный алгоритм CABARET-MFSH, доказано свойство сбалансированности итогового алгоритма и проведена валидация модели на лабораторных экспериментах течений стратифицированной жидкости.

4. Моделирование трехмерных течений неоднородной жидкости по многослойной гидростатической модели на основе схемы КАБАРЕ / В. М. Головизнин, П. А. Майоров, П. А. Майоров, А. В. Соловьев // Математическое моделирование. – 2023. – Т. 35, № 3. – С. 79-92. EDN: HBLIJG. Импакт-фактор 0,561 (РИНЦ) [1.0 / 0.9]

Перевод: Numerical Modeling of Three-Dimensional Variable-Density Flows by the Multilayer Hydrostatic Model Based on the CABARET Scheme / V. M. Goloviznin, Pavel A. Mayorov, Petr A. Mayorov, A. V. Solovjev // Mathematical Models and Computer Simulations. – 2023. – Vol. 15, No. 5. – P. 832-841. EDN: BLTOOG. Импакт-фактор 0,603 (РИНЦ) [1.0 / 0.9]

Автором выполнена программная реализация численного алгоритма CABARET-MFSH в случае трех пространственных переменных, проведена валидация модели на существенно трехмерных лабораторных экспериментах течений стратифицированной жидкости.

На диссертацию и автореферат дополнительных отзывов не поступило.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны и реализованы балансно-характеристические алгоритмы гидростатического моделирования стратифицированных течений со свободной поверхностью. На основе полученных результатов создан программный комплекс, который объединяет три модели (однослойную с переменной плотностью, двухслойную и многослойную) и может служить основой вычислительного комплекса для инженерных и исследовательских задач.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Балансно-характеристический алгоритм решения системы уравнений динамики несжимаемой однослойной жидкости со свободной поверхностью и неровным дном с переменной плотностью, обладающий свойством сбалансированности, и результаты расчетов приливных течений в Белом море с учетом реальной батиметрии по этому методу.

2. Балансно-характеристический алгоритм решения системы уравнений «двухслойной мелкой воды» с аналитическим нахождением собственных чисел характеристической матрицы системы и его сравнение с известными алгоритмами на тестовых задачах, в том числе с потерей гиперболичности системы.
3. Математическая модель динамики стратифицированной жидкости со свободной поверхностью в гидростатическом приближении и балансно-характеристический метод её решения. Алгоритм регуляризации численного решения, учитывающий обмен массой и импульсом между слоями. Результаты валидации алгоритма на серии лабораторных экспериментов как с двумерными, так и с трехмерными течениями стратифицированных жидкостей, подтверждающие хорошую качественную и количественную согласованность с экспериментальными данными.
4. Комплекс программ для прямого численного моделирования течений жидкости со свободной поверхностью в гидростатическом приближении.

На заседании 24 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Майорову П. А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по специальности 1.2.2, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за - 15, против - 0, недействительных бюллетеней - 2.

Председатель диссертационного совета
академик РАН

Тыртышников Е.Е.

Учёный секретарь диссертационного совета,
д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН

Ильин А.В.

Декан факультета ВМК
академик РАН

Соколов И.А.

«24» декабря 2025 г.