

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.045.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20.09.2017 № 33

о присуждении Кауркину Максиму Николаевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Параллельный алгоритм ансамблевой оптимальной интерполяции усвоения данных наблюдений в модели динамики океана высокого пространственного разрешения» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 12 июля 2017 г., протокол № 1, диссертационным советом Д 002.045.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики Российской академии наук (ИВМ РАН), по адресу 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 8, приказ о создании диссертационного совета № 1074-в от 11 июля 2003 г.

Соискатель Кауркин Максим Николаевич, 1989 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)».

Соискатель в 2016 году окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики Российской академии наук. В настоящее время Кауркин Максим Николаевич работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук в должности инженера.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте вычислительной математики Российской академии наук.

Научный руководитель – член-корр. РАН **Ибраев Рашит Ахметзиевич**, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики Российской академии наук.

Официальные оппоненты

Кныш Василий Васильевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Морской гидрофизический институт РАН»;

Степаненко Виктор Михайлович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского вычислительного центра Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМиМГ СО РАН), в своем положительном заключении, подписанном **Пененко Владимиром Викторовичем**, доктором физико-математических наук, руководителем семинара, заведующим Лабораторией математического моделирования гидротермодинамических процессов в природной среде, и доктором физико-математических наук **Платовым Геннадием Алексеевичем**, и утвержденном и.о. директора ИВМиМГ СО РАН **Ковалевским Валерием Викторовичем**, указала, что работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а её автор Кауркин Максим Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ по теме диссертации:

- [1] **Кауркин М.Н.**, Ибраев Р.А., Беляев К.П. Усвоение данных наблюдений в модели динамики океана высокого пространственного разрешения с применением методов параллельного программирования // Метеорология и гидрология. 2016. №7. С. 47–57.
- [2] **Кауркин М.Н.**, Ибраев Р.А., Беляев К.П. Усвоение данных АРГО в модель динамики океана с высоким разрешением по методу ансамблевой оптимальной интерполяцией (EnOI) // Океанология. 2016. Т.56. №6. С. 852–860.
- [3] Громов И.В., Коромыслов А.Ю., Ушаков К.В., **Кауркин М.Н.**, Ибраев Р.А. Совместная модель внутригодовой изменчивости циркуляции вод и льда Северного Ледовитого океана // Труды Гидрометцентра России. 2016. Выпуск 361. С. 29–46.
- [4] **Kaurkin M.**, Ibrayev R., Koromyslov A. EnOI-Based Data Assimilation Technology for Satellite Observations and ARGO Float Measurements in a High Resolution Global Ocean Model Using the CMF Platform // Supercomputing. Eds. Voevodin V., Sobolev S. Series: Communications in Computer and Information Science. Springer – 2016. V. 687. P. 57–66.
- [5] **Кауркин М.Н.**, Ибраев Р.А. Программа усвоения данных температуры, солености и спутниковой альтиметрии в модель мирового океана методом оптимальной интерполяции // ФГБУ "ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ". Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015661002. Дата регистрации: 14.10.2015.
- [6] **Кауркин М.Н.**, Ибраев Р.А. Программа усвоения данных наблюдений методом EnOI для модели океана высокого пространственного разрешения на базе платформы CMF3.0 для моделирования на массивно-параллельных вычислительных системах // ФГБУ "ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ". Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017610805. Дата регистрации: 18.01.2017.
- [7] **Кауркин М.Н.**, Тучкова Н.П., Беляев К.П., Михайлов Г.М., Ибраев Р.А., Сальников А.Н. Параллельное усвоение данных наблюдений в гидродинамических моделях высокого пространственного разрешения //

«Научный сервис в сети Интернет: многообразие суперкомпьютерных миров». Труды Международной суперкомпьютерной конференции. 2014. С. 236–239.

[8] **Кауркин М.Н.**, Ибраев Р.А. Разработка технологии усвоения данных наблюдений на основе ансамблевых фильтров Кальмана в модель океана сверхвысокого пространственного разрешения. Материалы молодежной научной конференции «Комплексные исследования морей России: оперативная океанография и экспедиционные исследования». 2016. С. 76–81.

[9] **Кауркин М.Н.**, Ибраев Р.А., Коромыслов А.Ю. Технология усвоения данных аэрокосмического мониторинга и измерений буев Арго методом EnOI в модели глобального океана высокого пространственного разрешения с использованием платформы CMF // Суперкомпьютерные дни в России: Труды международной конференции (26 – 27 сентября 2016 года, г. Москва) – М.: Изд-во МГУ, 2016. С.732–740.

[10] **Кауркин М.Н.**, Ибраев Р.А., Беляев К.П., Тучкова Н.П. Параллельный сервис усвоения данных наблюдений в гидродинамическую модель высокого разрешения // «Научный сервис в сети Интернет». Труды XVIII Всероссийской научной конференции. ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. 2016. С. 188–193,

в том числе 3 работы [1–3] опубликованы в рецензируемых научных изданиях из списка рекомендованных ВАК; 1 статья в зарубежном сборнике, выпуск которого индексируются *Scopus* [4]; 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ [5, 6]. В работе [1] соискателем предложен параллельный алгоритм многомерной оптимальной интерполяции (MVOI) для усвоения данных наблюдений ARGO в модели динамики океана ИВМИО. В работе [2] соискателем проведена серия численных экспериментов для модели динамики Северной Атлантики высокого разрешения ИВМИО с усвоением данных наблюдений о температуре и солености с дрейфтеров ARGO методом ансамблевой оптимальной интерполяции (EnOI), получены качественные и количественные оценки точности решения на основе независимых данных наблюдений. В работе [3] соискатель (в качестве соавтора) принял участие в получении первых результатов моделирования внутригодовой изменчивости циркуляции вод и льда Северного Ледовитого океана с применением новой

совместной модели океана и льда, построенной на основе модели ИВМИО и модели морского льда CICE под управлением Программного комплекса совместного моделирования. В работе [4] создана программная архитектура и разработан параллельный алгоритм метода EnOI, масштабируемый для нерегулярных по пространству спутниковых и дрейфтерных данных наблюдений.

На автореферат поступило **7 отзывов**.

Положительный отзыв от **Климовой Екатерины Георгиевны**, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника Лаборатории аэрокосмического мониторинга Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИВТ СО РАН). В отзыве отмечается, что в работе представлено важное достижение в решении проблемы разработки системы усвоения данных наблюдений, основанное на динамико-стохастическом подходе для моделирования процессов в океане.

Положительный отзыв от **Питера Оке**, доктора наук, руководителя научной группы в правительственной организации CSIRO Oceans and Atmosphere (Австралия). В отзыве отмечается, что научные работы соискателя обстоятельны и позволяют проникнуть в суть решаемых задач, а также внесли существенный вклад в науку в области усвоения данных наблюдений.

Положительный отзыв от **Беляева Константина Павловича**, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П.Ширшова Российской академии наук (ИО РАН). В отзыве отмечается, что проведённые соискателем исследования будут иметь важное значение в создании и реализации проекта оперативного прогноза трехмерного состояния Мирового океана и морей России.

Положительный отзыв от **Коротаева Геннадия Константиновича**, члена-корреспондента РАН, доктора физико-математических наук, профессора, научного руководителя Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Морской гидрофизический институт РАН» (ФГБУН МГИ

РАН). В отзыве отмечается, что работа соискателя открывает возможность создания национальной системы прогнозов Мирового океана.

Положительный отзыв от **Мурынина Александра Борисовича**, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС». В отзыве отмечается, что полученные в диссертации результаты имеют несомненную практическую ценность.

Положительный отзыв от **Пранца Сергея Владимировича**, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего Лабораторией нелинейных динамических систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева. В отзыве отмечается ясное изложение результатов и аккуратное применение численных методов.

Положительный отзыв от **Кондратьева Сергея Алексеевича**, доктора физико-математических наук, заместителя директора по научной работе, заведующего Лабораторией математических методов моделирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института озераведения Российской академии наук (ИНОЗ РАН). В отзыве отмечается, что впервые создан параллельный сервис для усвоения нерегулярных спутниковых и дрейфтерных данных наблюдений в модели динамики океана, работающий на глобальных пространственных сетках с разрешением до 0.1 градуса, а полученные в работе результаты соответствуют мировому уровню.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тематикой исследований, проведенных в диссертации. **Кныш Василий Васильевич** является известным специалистом в области усвоения данных наблюдений в задачах моделирования динамики океана, а **Степаненко Виктор Михайлович** – специалист по суперкомпьютерному моделированию природно-климатических процессов. Тематика диссертации соответствует области экспертизы ведущей организации.

Диссертация посвящена актуальной задаче разработки и реализации

методов усвоения данных наблюдений на основе динамико-стохастического подхода для модели динамики океана высокого пространственного разрешения. В частности, в работе предложен новый параллельный метод ансамблевой оптимальной интерполяции усвоения спутниковых и дрейферных данных наблюдений за океаном, пристальное внимание уделено его практической реализации, проведено множество численных экспериментов для модели динамики океана ИВМИО, подтверждающих эффективность предложенного подхода. Разработанные параллельные алгоритмы указанных методов усвоения данных наблюдений реализованы в виде программных комплексов.

Научная и практическая значимость. Разработанная система усвоения данных позволяет эффективно усваивать различные данные спутниковых и дрейферных наблюдений и корректировать данные модельных расчетов, значительно повышая качество моделирования. Эффективность параллельной реализации программного сервиса усвоения данных (DAS) подтверждена тестами на современных суперкомпьютерах. С применением DAS в модели Северной Атлантики ИВМИО с пространственным разрешением 0.1° были усвоены данные спутниковой альтиметрии AVISO и данные о температуре и солености с дрейферов ARGO. Показано, что ошибки прогноза после усвоения по сравнению с контрольным расчётом уменьшаются почти в два раза, и в целом эффективность всей системы находится на мировом уровне в плане качества моделирования и параллельной масштабируемости. Предложенная система усвоения данных наблюдений на базе модели океана ИВМИО ориентирована на использование в среднесрочном и долгосрочном прогнозе.

Достоверность диссертационной работы обоснована использованием строгих математических выводов со ссылками на статьи других авторов, валидацией результатов прогноза состояния океана по данным наблюдений, вычислительными экспериментами по масштабируемости разработанной программы и сравнением характеристик решения с результатами, полученными в других работах.

Личный вклад соискателя. Диссертационное исследование является самостоятельным законченным трудом соискателя. Основные результаты были получены соискателем лично.

На заседании **20 сентября 2017 г.** диссертационный совет принял решение присудить **Кауркину Максиму Николаевичу** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **16** человек, из них **7** докторов наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, из **23** человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту **0** человек, проголосовал: за **16**, против **0**, недействительных бюллетеней **0**.

Председатель диссертационного совета

академик



Тыртышников Евгений Евгеньевич

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор физ.–мат. наук



Бочаров Геннадий Алексеевич

20.09.2017 г.