

ФАНО России

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт вычислительной математики
Российской академии наук

“Утверждаю”

Директор ИВМ РАН

Академик Тыртышников Е.Е.

" ____ " _____ 2017 г.

О Т Ч Е Т

Института вычислительной математики Российской академии наук

(ИВМ РАН)

о научной и научно-организационной деятельности

в 2017 году

Москва – 2017

Содержание

1. Результаты фундаментальных и прикладных исследований ИВМ РАН, имеющие первостепенное значение	3
2. Крупные результаты научных исследований ИВМ РАН	5
3. Основные исследования и разработки ИВМ РАН, готовые к практическому применению	13
4. Результаты исследований по актуальным направлениям, полученные сотрудниками ИВМ РАН	15
5. Премии, награды и почётные звания, полученные сотрудниками ИВМ РАН в 2017 году	38
6. Международные научные связи	39
7. Научно-организационная деятельность ИВМ РАН	40
8. Семинары	43
9. Публикации сотрудников в 2017 году	44
10. Конференции: организация и участие	70
11. Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, полученные сотрудниками ИВМ РАН в 2017 году	97

1. Результаты фундаментальных и прикладных исследований ИВМ РАН, имеющие первостепенное значение

В 2017 году в Институте вычислительной математики РАН получены следующие результаты первостепенной важности, определяющие развитие вычислительной математики и математического моделирования в мировом масштабе. Эти результаты рекомендованы Ученым советом ИВМ РАН (на заседании 22 декабря 2017 года, протокол № 21) к включению в список лучших работ 2017 года.

1.1. В области вычислительной математики

Завершена разработка эффективных алгоритмов и комплекса программ, реализующих предложенный в ИВМ РАН принципиально новый подход к численному решению уравнений типа Смолуховского на основе классических схем дискретизации и тензорных разложений малого ранга.

Аннотация

Проведен анализ свойств решений кинетических уравнений математической модели слияния и дробления вещества в кольцах Сатурна. Для определенного класса коэффициентов получены периодические по времени решения, предположительно ведущие к предельному циклу. Полученные результаты являются неожиданными (для замкнутой модели, сохраняющей массу, до сих пор было принято искать стабильные, не меняющихся во времени распределения частиц по размерам) и открывают новые возможные свойства кольца F планеты Сатурн.

1. *Матвеев С.А., Тыртышников Е.Е., Смирнов А.П., Бриллиантов Н.В.* Быстрый метод решения уравнений агрегационно-фрагментационной кинетики типа уравнений Смолуховского // Вычислительные методы и программирование: Новые вычислительные технологии. — 2014. — Т.15, № 1. — С. 1–8.
2. *Матвеев С.А.* Параллельная реализация быстрого метода решения уравнений агрегационно-фрагментационной кинетики типа уравнений Смолуховского // Вычислительные методы и программирование: Новые вычислительные технологии. — 2015. — Т 16, № 3. — С. 360–368.
3. *Matvee S.A., Smirnov A.P., Tyrtysnikov E.E.* A fast numerical method for the Cauchy problem for the Smoluchowski equation // Journal of Computational Physics. — 2015. — Vol. 282, no. FEB. — P. 23–32.
4. *Matveev S.A., Zheltkov D.A., Tyrtysnikov E.E., Smirnov A.P.* Tensor train versus Monte Carlo for the multicomponent Smoluchowski coagulation equation // Journal of Computational Physics. — 2016. — Vol. 316. — P. 164–179.
5. *Smirnov A., Matveev S., Zheltkov D., Tyrtysnikov E.* Fast and accurate finite-difference method solving multicomponent Smoluchowski coagulation equation with

source and sink terms // Procedia computer science. — 2016. — Vol. 80. — P. 2141–2146.

6. Zagidullin R.R., Smirnov A.P., Matveev S.A., Tyrtysnikov E.E. An efficient numerical method for a mathematical model of a transport of coagulating particles // Moscow University Computational Mathematics and Cybernetics. — 2017. — Vol. 41, no. 4. — P. 179–186.

7. Matveev S.A., Stadnichuk V.I., Tyrtysnikov E.E., Smirnov A.P., Ampilogova N.V., Brilliantov N.V. Anderson acceleration method of finding steady-state particle size distribution for a wide class of aggregation-fragmentation models, Computer Physics Communications (in press)

8. Matveev S.A., Kravivsky P.L., Smirnov A.P., Tyrtysnikov E.E., Brilliantov N.V. Oscillations in aggregation-shattering processes // Physical Review Letters (Accepted on Nov 30 2017).

Научный руководитель работ – академик Тыртышников Е.Е.

1.2. В области математического моделирования

В сотрудничестве с ИБРАЭ РАН разработан и внедрен в образовательный процесс и практическое использование расчетный код GeRa. Код предназначен для трехмерного моделирования геофильтрационных и геомиграционных процессов, которое необходимо для обоснования безопасности захоронений радиоактивных отходов, а также иных объектов атомной и других отраслей, способных оказывать воздействие на грунтовые воды.

Аннотация

Код GeRa предназначен для параллельного трехмерного геофильтрационного и геомиграционного моделирования на неструктурированных многогранных сетках, что является современной тенденцией в развитии гидрогеологических кодов. Код GeRa применим для решения следующих задач:

1. Оценка безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов (РАО) и других объектов атомной отрасли.
2. Задачи защиты подземных вод от загрязнений различной природы.
3. Оценка запасов подземных вод.
4. Обоснование и сопровождение систем мониторинга и реабилитации загрязненных территорий.
5. Прогнозы подтопления и расчет дренажей.

В настоящее время первая версия кода GeRa прошла верификацию и ключевой этап процедуры аттестации в Ростехнадзоре: получено положительное заключение тематической секции совета по аттестации программных средств. Использованию GeRa обучаются студенты Геологического факультета МГУ им.

М.В.Ломоносова и МФТИ. Впервые в 2017 году проведен выездной двухдневный учебный курс по расчетному коду GeRa в рамках I Школы-семинара по кодам нового поколения, разработанным в рамках проекта «Коды нового поколения» проектного направления «Прорыв» (г. Обнинск, 27-29 ноября). GeRa используется при решении прикладных задач по гидрогеологическому моделированию полигона захоронения жидких радиоактивных отходов "Северный" (г. Железногорск) и проектируемого пункта захоронения высокоактивных РАО в Нижнеканском массиве (Красноярский край).

1. Григорьев Ф.В., Капырин И.В., Василевский Ю.В. Моделирование тепловой конвекции в пористых средах с учетом объемного тепловыделения в коде GeRa. Чебышевский сборник – 2017 – Т.18 – Вып.3 – С. 161-179.
2. Konshin I., Kapyrin I. Scalable Computations of GeRa Code on the Base of Software Platform INMOST // Lecture notes in computer science. V. 10421. Malyshkin (Ed.): PaCT. 2017. P.433-445.
3. Капырин И.В., Сускин В.В., Расторгуев А.В., Никитин К.Д. Верификация моделей ненасыщенной фильтрации и переноса в зоне аэрации на примере расчетного кода GeRa. Вопросы атомной науки и техники, серия «Математическое моделирование физических процессов». – 2017 – №1 – С. 60-75.
4. Chernyshenko A., Olshanskii M., Vassilevski Yu. A hybrid finite volume – finite element method for bulk–surface coupled problems. J.Comp.Phys. V. 352, 516-533, 2018. Published online <http://authors.elsevier.com/sd/article/S0021999117307374>.

Научный руководитель работ – чл.-корр. РАН Василевский Ю.В.

2. Крупные результаты научных исследований ИВМ РАН

2.1. В области вычислительной математики

Предложена новая методология построения алгоритмов разделения области, базирующаяся на теории оптимального управления, результатах теории обратных некорректных задач с применением сопряженных уравнений и современных итерационных процессов, а также на использовании «метода квазирешений В.К. Иванова» с введением регуляризации по А.Н. Тихонову.

Аннотация

Предложена методология построения алгоритмов разделения области, которая основывается на теории оптимального управления, результатах теории обратных и некорректных задач, применении сопряженных уравнений и современных итерационных процессов. Идея этой методологии состоит в следующем. После введения внутренней границы, разделяющей исходную область, на ней записываются условия сшивки для решения подзадач в подобластях. Затем некоторые из

условий сшивки записываются через «граничные функции», которые объявляются «управлениями» и подлежат отысканию вместе с решениями в подобластях. В качестве «уравнения замыкания» принимается вторая часть условий сшивки, которые записываются на внутренней границе «в смысле наименьших квадратов». Таким образом, получаем задачу оптимального управления, которая решается уже известными методами и в результате получаем алгоритмы разделения области. В некотором смысле такой подход можно трактовать как применение «метода квази-решений В.К. Иванова» с введением регуляризации по Тихонову для отыскания «граничных функций». Стоит отметить, что данная методология применима к задачам с операторами различных типов, порядков и с различным числом независимых переменных.

Агошков В.И. Методы разделения области в задачах гидротермодинамики океанов и морей. – М.: ИВМ РАН, 2017. – 192 с.

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Агошков В.И.

Разработан гибридный метод конечных объёмов–конечных элементов для решения совместных параболических уравнений в объёмной области и на поверхностях.

Аннотация

Разработан гибридный метод приближенного решения нестационарных уравнений адвекции-диффузии в объёмной области, связанных с аналогичными уравнениями на поверхности внутри области. Монотонный нелинейный метод конечных объёмов для уравнений, заданных в объёмной области, объединяется с методом поверхностных конечных элементов для уравнений, заданных на поверхности. Сетка в объёмной области представляет собой многогранную сетку, полученную из сетки типа восьмеричного дерева со сколотыми ячейками. След многогранной сетки на поверхности может быть произвольным. В качестве примера приложения рассмотрено моделирование переноса загрязняющих веществ в трещиноватых пористых средах. Метод демонстрирует большую гибкость при работе со сложными или разветвляющимися поверхностными структурами с более низкой размерностью, встроенными в трехмерную расчетную область.

Chernyshenko A.Y., Olshanskii M.A., Vassilevski Y.V. A hybrid finite volume – finite element method for bulk–surface coupled problems // *Journal of Computational Physics*, 2018, V. 352, pp. 516 – 533.

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Ольшанский М.А.

Разработан устойчивый по времени конечно-элементный метод приближенного решения уравнений Навье-Стокса, описывающих течения несжимаемой жидкости в области с заданной движущейся границей.

Аннотация

Предложен устойчивый конечно-элементный метод для квази-лагранжевой формулировки уравнений Навье-Стокса, описывающей течения несжимаемой жидкости в области с движущейся границей, требующий решения только одной системы линейных уравнений на каждом временном шаге. Проведен анализ энергетической устойчивости метода. Примером расчета течения несжимаемой жидкости в области с заданной движущейся границей является моделирование течения крови в сердце человека, при котором движение стенок сердца пациента восстанавливается из КТ (компьютерной томографии) исследования с введенным в кровь контрастным веществом. Для проведения такого расчета разработана технология построения набора топологически эквивалентных тетраэдральных расчетных сеток, покрывающих внутренний объем левого желудочка пациента и задающих движение границы расчетной области. Поскольку скорость изменения объема желудочка весьма велика, для подавления конвективной неустойчивости использована стабилизация на основе турбулентной диссипации Смагоринского, при которой к физической вязкости добавляется эффективная турбулентная вязкость. Стабилизация позволила рассчитать кровоток в желудочке при физиологических параметрах вязкости и плотности крови.

Danilov A., Lozovskiy A., Olshanskii M., Vassilevski, Yu. A finite element method for the Navier-Stokes equations in moving domain with application to hemodynamics of the left ventricle // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modeling. – 2017. – V. 32. – No.4 – P. 225-236.

Научный руководитель работ – чл.-корр. РАН Василевский Ю.В.

Построена неявная разностная схема для системы уравнений сжимаемого газа (вязкого и невязкого), которая наряду с сохранением основных физических законов обеспечивает положительность плотности.

Аннотация

Для системы уравнений сжимаемого газа (вязкого и невязкого) построена неявная разностная схема, которая наряду с сохранением основных физических законов обеспечивает положительность плотности. В дифференциальном случае этот факт не доказан.

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Кобельков Г.М.

Разработаны и обоснованы методы ньютоновского типа для вычисления минимальных инвариантных пар регулярных нелинейных матричных пучков.

Аннотация

Разработаны и обоснованы два метода ньютоновского типа для вычисления минимальных инвариантных пар регулярных нелинейных матричных пучков. Первый из них является более универсальным и представляет собой комбинацию метода Ньютона, разработанного авторами ранее для линейных проблем, и метода последовательных линейных проблем, дополненного процедурой исчерпывания. Второй – предназначен для вычисления минимальных инвариантных пар только с показателем минимальности единица, но является более логически простым и эффективным на таких задачах, чем первый метод. Он представляет собой непосредственное обобщение метода Ньютона, разработанного авторами ранее для линейных проблем, на нелинейные проблемы. Выполнены численные эксперименты с типичной нелинейной проблемой собственных значений, возникающей при исследовании пространственной гидродинамической устойчивости. Продемонстрирована высокая эффективность обоих методов.

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Нечепуренко Ю.М.

2.2. В области математического моделирования

Проведено исследование характеристик устойчивости и предсказуемости блокирующих ситуаций с помощью трехслойной квазигеострофической модели.

Аннотация

Проведено исследование характеристик устойчивости и предсказуемости блокирующих ситуаций с помощью трехслойной квазигеострофической модели. Показано, что модель адекватно описывает долготное распределение блокингов. Устойчивость и предсказуемость этих ситуаций исследована на основе показателей Ляпунова и ковариантных ляпуновских векторов. Показано, что наименее предсказуемыми являются процессы образования блокингов и их разрушения. Показано также, что ситуации с блокингами глобально менее устойчивы, чем ситуации без блокингов. Численно рассчитаны неустойчивые периодические решения (орбиты), аппроксимирующие ситуации с блокингами.

Научный руководитель работ – академик Дымников В.П.

Разработана вычислительная технология для решения задач, связанных с переносом мелкодисперсной примеси в турбулентной атмосфере городской среды.

Аннотация

При помощи вихреразрешающей модели, содержащей блок лагранжева переноса частиц, выполнены расчеты турбулентности и распространения мелкодисперсных примесей в атмосфере городской среды для условий упрощенной геометрии городских каньонов (периодическая последовательность) и поперечного направления среднего ветра. Проведено тестирование различных лагранжевых методов и их сравнение с эйлеровыми методами переноса концентрации примесей, а также сопоставление результатов расчетов с лабораторными данными. На основе анализа лагранжевых траекторий частиц выявлены закономерности переноса мелкодисперсной примеси турбулентностью и крупными вихрями в городской среде.

Глазунов А.В. Численное моделирование турбулентности и переноса мелкодисперсной примеси в городских каньонах // Принята к печати в журнале «Вычислительные методы и программирование», 2018.

Научный руководитель работ – чл.-корр. РАН Лыкосов В.Н.

Проведены численные эксперименты с моделью климата INMCM48. Показано, что систематические ошибки воспроизведения современного климата для этой модели меньше, чем для предыдущей версии модели INMCM4.0.

Аннотация

С моделью климата INMCM48 проведены следующие численные эксперименты: преиндустриальный продолжительностью 500 лет, исторический, где воспроизводились изменения климата в 1850-2014 гг. согласно протоколу CMIP6, а также несколько методических экспериментов, предусмотренных обязательной частью программы CMIP6. Показано, что при воспроизведении современного климата систематическая ошибка приземной температуры, осадков, поверхностной солености и давления на уровне моря, а также других метеопараметров в модели INMCM48 уменьшилась по сравнению с предыдущей версией модели INMCM4.0

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Володин Е.М.

Усовершенствована совместная модель атмосферы и океана ПЛАВ-ИВМИО. С климатической моделью INMCM50 проведены обязательные эксперименты по программе CMIP6.

Аннотация

Усовершенствована совместная модель океана и атмосферы ПЛАВ-ИВМИО. В атмосферном блоке поднята верхняя граница и увеличено количество вертикальных уровней, что позволило успешно воспроизвести, в частности, статистику стратосферных потеплений и квазидвухлетнее колебание. В океанском блоке включена параметризация подсеточных эффектов Гента-Маквильямса.

С моделью INMCM50 проведены обязательные численные эксперименты по протоколу CMIP6, в том числе преиндустриальный продолжительностью 1200 лет и ансамбль из 5 исторических (с 1850 по 2014г). Показано, в частности, что модель воспроизводит особенности потепления последних десятилетий, такие как ускорение потепления в 1980-2000 гг. и замедление или прекращение потепления в 1950-1975 и 2000-2014 гг., а также некоторые региональные особенности наблюдаемых изменений климата, например, резкое уменьшение площади морского льда в Арктике начиная с 2000 г., перераспределение квазистационарных волн над Евразией летом и зимой, и связанные с этим аномалии температуры.

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Володин Е.М.

Разработан прототип модели мелкой воды на сетке типа “кубическая сфера”.

Аннотация

В.В.Шашкиным разработана модель мелкой воды на сетке “кубическая сфера”. В модели используется полунявная схема интегрирования уравнений по времени и полулагранжев подход к описанию адвекции. Сетка на сфере получена путем центральной проекции сетки на гранях вписанного куба. Отношение максимального расстояния между точками сетки к минимальному – квадратный корень из 3. Модель мелкой воды испытана на стандартных тестах (Williamson, JCP, 1992; Galewski et al., Tellus A, 2004). Точность численного решения соответствует современному мировому уровню. Ошибки типа “отпечатка сетки” имеют приемлемую величину, убывают с разрешением как $O(h^2)$.

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Толстых М.А.

Разработан эффективный численный алгоритм решения к-омега уравнений турбулентности в модели общей циркуляции океана, основанный на методе многокомпонентного расщепления.

Аннотация

Алгоритм использован для параметризации турбулентной вязкости и диффузии в модели общей циркуляции океана и показал высокую экономичность расчетов. Алгоритм позволяет учитывать в уравнениях турбулентности квадрат среднегодовой климатической частоты плавучести и вариации функциональной зависимости числа Прандтля от числа Ричардсона.

Мошонкин С.Н., Залесный В.Б., Гусев А.В. Алгоритм решения к-омега уравнений турбулентности в модели общей циркуляции океана // Изв. РАН, Физика атмосферы и океана (принята к печати, 2018).

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Залесный В.Б.

Построена новая математическая модель микрофизики и кинетики формирования первичных зародышей ледяных частиц и частиц тригидрата азотной кислоты (NAT) в стратосфере при наличии различных типов полярных облаков.

Аннотация

Натурные эксперименты, проведенные в последние годы, показали, что концентрации NAT в стратосфере достигают больших значений. Было высказано мнение, что причиной этого является взаимодействие NAT с ледяными частицами. Ледяные частицы, по существу, являются ядром для NAT, на поверхности которых со временем оседают твердые частицы NAT. Такой процесс и способствует образованию частиц NAT больших размеров в стратосфере при низких температурах.

Разработанная модель формирования ледяных частиц и NAT включена в базовую модель переноса многокомпонентных газовых примесей и аэрозолей в тропосфере и нижней стратосфере с учетом кинетических и химических процессов трансформации.

На основе проведенных численных экспериментов показаны специфические особенности образования этих частиц в атмосфере и их взаимосвязь. Исследована пространственно-временная изменчивость концентрации NAT и различных типов стратосферных полярных облаков и сульфатных аэрозольных частиц в атмосфере.

1. Алоян А.Е., Арутюнян В.О., Ермаков А.Н. Математическое моделирование конвективной облачности в полярных регионах // Оптика атмосферы и океана. 2017. Т. 30. № 3. С. 222–226.
2. Ерёмкина И.Д., Алоян А.Е., Арутюнян В.О., Ларин И.К., Чубарова Н.Е., Ермаков А.Н. Гидрокарбонаты в атмосферных осадках в Москве: данные мониторинга и их анализ // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2017. Т. 53. № 3. С. 379–388.
3. Алоян А.Е., А.Н.Ермаков, В.О.Арутюнян. Механизм и кинетика образования и переноса аэрозольных частиц в нижней стратосфере // Журнал физической химии, 2018, Т. 92. №3 (в печати).
4. Ермаков А.Н., Голобокова Л.П., Нецветаева О.Г., Алоян А.Е., Арутюнян В.О., Ходжер Т.В. О формировании ионного состава частиц аэрозоля в городской атмосфере (на примере Иркутска) // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2018. Т. 54 (в печати).
5. Алоян А.Е., Ермаков А.Н., Арутюнян В.О. Аэрозоль в верхней тропосфере и нижней стратосфере. сульфатные частицы в северных широтах // Оптика атмосферы и океана. 2018. Т. 31. № 2. С. 1221–1228. (в печати).

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Алоян А.Е.

Разработана реакционно-диффузионная модель с запаздыванием для исследования динамики вирусной инфекции и противовирусного иммунного ответа в одномерной пространственной постановке. С помощью модели изучено влияние параметров диффузии вирусов и Т-клеток на формирование пространственно неоднородных структур вирусной инфекции.

Аннотация

Построена и исследована математическая модель, описывающая пространственно-временную динамику распространения вирусной инфекции и развития иммунного ответа в лимфоидной ткани. Модель сформулирована в виде системы из двух дифференциальных уравнений реакционно-диффузионного типа с двумя запаздывающими аргументами и нелинейными зависимостями скоростей деления и гибели иммунных клеток, для концентрации вирусов и Т-лимфоцитов. Получены условия на параметры модели (коэффициенты диффузии, времена запаздываний, скорости размножения), при которых имеют место различные режимы динамики: 1) элиминация вирусов, 2) формирование устойчивого пространственно однородного состояния с различным уровнем вирусной нагрузки и клеток иммунной системы (в том, числе, их полным исчезновением). Показано существование двух новых режимов динамики инфекции – распространения в виде суперпозиции

из двух бегущих волн, обладающих различными скоростями (как положительными, так и отрицательными) и значениями вирусной нагрузки, и неустойчивых нерегулярных режимов пространственно-временной динамики.

Работа основана на методах, развиваемых коллегами из Institut Camille Jordan, University Lyon (проф. Виталий Вольперт) в рамках проекта РФФ 15-11-00029.

1. *Bocharov G., Meyerhans A., Bessonov N., Trofimchuk S. & Volpert V.* Modelling the dynamics of virus infection and immune response in space and time. International journal of parallel, emergent and distributed systems, 2017 Pages 1-15. Published online: 29 Aug 2017 <http://dx.doi.org/10.1080/17445760.2017.1363203>.

2. *Gennady Bocharov, Andreas Meyerhans, Nikolai Bessonov, Sergei Trofimchuk, Vitaly Volpert.* Interplay between reaction and diffusion processes in governing the dynamics of virus infections. Journal of Theoretical Biology, 2017 (в печати).

3. *Bessonov N., Bocharov G., Touaoula T.M., Trofimchuk S., Volpert V.* Delay reaction-diffusion equation for infection dynamics. Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series B, 2017 (в печати).

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Бочаров Г.А.

3. Основные исследования и разработки ИВМ РАН, готовые к практическому применению

Выполнена параллельная реализация с использованием стандартов MPI/OpenMP новой версии модели общей циркуляции океана INMOM (Institute of Numerical Mathematics Ocean Model) для использования на массивно-параллельных вычислительных системах. С помощью параллельной реализации баротропного блока INMOM для глобального океана с разрешением ~4 километра было проведено моделирование цунами 2011 г. в Тихом океане, приведшее к катастрофе в Фукусиме.

Аннотация

Выполнена параллельная реализация новой версии сигма-модели общей циркуляции океана INMOM (Institute of Numerical Mathematics Ocean Model) для использования на массивно-параллельных вычислительных системах. Предыдущая версия модели INMOM используется в качестве океанического блока климатической модели INMCM (Institute of Numerical Mathematics Climate Model), участвующей в программе IPCC по прогнозированию изменений климата. Целью данной работы является повышение вычислительной эффективности физически более полной версии INMOM, которую предполагается использовать в качестве нового

океанического блока модели INMCM и в автономных расчетах циркуляции океана.

С помощью параллельной реализации баротропного блока INMOM для глобального океана с разрешением ~ 4 километра, представляющего собой нелинейные уравнения мелкой воды (УМВ), было проведено моделирование цунами 2011 года в Тихом океане, приведшее к катастрофе в Фукусиме. Было проведено сравнение с экспериментальными данными и сравнение результатов расчетов по нелинейным и линеаризованным УМВ. Показано, что расчет длинных волн практически не отличается для нелинейного и линеаризованного случаев, за исключением прибрежных акваторий.

1. *Чаплыгин А.В., Дианский Н.А., Гусев А.В.* Параллельное моделирование нелинейных уравнений мелкой воды. Тезисы конференции МФТИ. ИВМ РАН. 2017.

2. *Чаплыгин А.В.* Реализация параллельной версии модели циркуляции океана INMOM. Тезисы лучших выпускных работ факультета ВМК МГУ 2017 г.

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Дианский Н.А.

Выполнено моделирование экстремальных нагонов в Таганрогском заливе 24.03.2013 и 24.09.2014 с целью изучения особенностей их формирования и выявления требований к точности воспроизведения атмосферной и морской циркуляции в акватории Азовского моря.

Аннотация

Проведено моделирование экстремальных нагонов в Таганрогском заливе 24.03.2013 и 24.09.2014 с целью изучения особенностей их формирования и выявления требований к точности воспроизведения атмосферной и морской циркуляции в акватории Азовского моря. Для этого использовались две версии модели морской циркуляции INMOM (Institute of Numerical Mathematics Ocean Model) с пространственным разрешением ~ 4 км и ~ 250 м. Для задания атмосферного форсинга над Черноморским регионом использовались также два типа данных: реанализ Era-Interim и результаты расчетов по модели WRF (Weather Research and Forecast Model) с пространственным разрешением $0,75^\circ 80$ и 10 км соответственно. Показано, что качество расчета экстремальных нагонов в Азовском море в большей мере зависит от качества атмосферного воздействия, чем от пространственного разрешения модели морской циркуляции. Расчёт атмосферного воздействия по модели WRF с более высоким пространственным разрешением позволяет воспроизводить экстремальный нагон с более высокой точностью, чем при использовании реанализа Era-Interim. Расчёт еще более экстремального штормового нагона 24.09.2014 показал, что в модельных расчетах наблюдается превышение уровня чуть ли не на 50 см от наблюдаемого, когда в расчетах нагона 2013 было

занижение на 29см. Вероятнее всего, это превышение наблюдаемого максимума связано с учетом затопления береговой зоны в используемой версии модели.

Фомин В.В., Дианский Н.А. Расчет экстремальных нагонов в Таганрогском заливе с использованием моделей циркуляции атмосферы и моря различного пространственного разрешения // Метеорология и гидрология. 2018. (принята к печати).

Научный руководитель работ – д.ф.-м.н. Дианский Н.А.

4. Результаты исследований по актуальным направлениям, полученные сотрудниками ИВМ РАН

В 2017 году в ИВМ РАН проводились исследования по актуальным направлениям вычислительной математики, математического моделирования и их приложениям.

4.1. В области вычислительной математики

Проект “Матричные методы в математике и приложениях”

Исследован вопрос о существовании невырожденных матриц в линейных подпространствах матриц с тривиальным квадратичным ядром. На основе тензорных разложений малого ранга разработаны эффективные алгоритмы для моделирования процессов коагуляции и дробления (академик Е.Е.Тыртышников).

В задаче построения многополосных аналоговых и цифровых фильтров произведено сравнение алгоритмического варианта критерия Колмогорова (разработанного ранее) и обыкновенного алгоритма типа Ремеза; сходимость методов оказывается сравнимой только при наличии хорошего начального приближения. В связи с разрабатываемыми стандартами беспроводной связи 5G изучены подходы к применению алгоритмического варианта критерия Колмогорова (наилучшей аппроксимации в C -норме) в задаче построения способа кодирования, напрямую решающего некоторую оптимизационную задачу о спектре сигнала, удовлетворяющего «коридору» спецификаций.

Построены обобщения быстрого прямого метода (Ю.А.Кузнецова) для несепабельных эллиптических операторов и сеток, позволяющих работать с областями с большим числом «дыр» (сложность получающегося метода в главном члене есть сложность решения вспомогательной эллиптической задачи в объемлющей области простой формы) (к.ф.-м.н. Горейнов С.А.).

Построена параллельная реализация метода мозаично-скелетных аппроксимаций, основанная на принципе мастер-работчие.

Для решения задачи дифракции электромагнитных волн на объектах сложной формы разработан параллельный алгоритм для прямого решателя системы с матрицей, представленной в малоранговом формате (к.ф.-м.н. Ставцев С.Л.).

Полностью решена задача об описании пар комплексных коммутирующих теплицевой и ганкелевой матриц (д.ф.-м.н. Чугунов В.Н.).

В блочной версии метода Ланцоша с масштабируемым по размеру блока числом обменов добавлена возможность использования графических ускорителей для вычислений с плотными блоками; усовершенствованная версия дает 10-кратный прирост ресурса параллельности; доказано, что для любой матрицы существует скелетное приближение ранга r , для которого ошибка приближения в евклидовой (фробениусовой) норме не более чем в $(r + 1)$ раз превосходит наилучшую, даваемую SVD; доказано, что для скелетной аппроксимации, построенной на подматрице максимального объема, средняя ошибка превосходит наилучшую возможную с коэффициентом не более r от того, доказано, что при несущественном увеличении размера подматрицы средняя ошибка становится сколь угодно близкой к оптимальной (к.ф.-м.н. Замарашкин Н.Л. совместно с Осинским А.И.).

Получен ряд результатов в области машинного обучения, в частности, доказана теорема о том, что с вероятностью 1 тензор, представимый в формате тензорного произведения ранга r имеет канонический ранг r . Из этого получены результаты о выразительности рекуррентных нейронных сетей (д.ф.-м.н. Оселедец И.В.). Предложен алгоритм построения небольших возмущений, которые существенно ухудшают качество работы нейронных сетей (д.ф.-м.н. Оселедец И.В. совместно с Новиковым А. и Хрульковым В.).

Предложен подход к минимизации спектрального радиуса матрицы перехода в многосеточном методе, полученные операторы пролонгации и ограничения дают существенно лучшую сходимость (д.ф.-м.н. Оселедец И.В. совместно с Катруцей А. и Даулбаевым Т.).

Предложен и обоснован новый подход к решению задачи топологической оптимизации на основе апостериорной оценки специального вида, которая позволяет получать дизайны с малой ошибкой (д.ф.-м.н. Оселедец И.В. совместно с Пимановым В.).

Предложен и обоснован новый тензорный метод решения многомасштабных задач, основанный на решении двух-масштабного предельного уравнения (д.ф.-м.н. Оселедец И.В. совместно со Швабом К., Казеевым В. и Рахубой М.).

Для решения сверхбольших разреженных систем над большими конечными полями разработаны и реализованы алгоритмы, реализующие плотные операции линейной алгебры на графических ускорителях. Реализации алгоритмов интегрированы в блочный метод Ланцоша, произведено тестирование параллельной эффективности (Желтков Д.А. совместно с Замарашкиным Н. Л.).

В задачах цифровой перекодировки сигналов для модели, использующей каноническое разложение, реализовано быстрое вычисление значения функционала. Исследованы различные методы градиентной и безградиентной оптимизации в применении к задаче. Применены методы глобальной оптимизации для оптимизации параметров модели (Желтков Д.А. совместно с Замарашкиным Н. Л., Матвеевым С. А.).

Проект “Сопряженные уравнения и методы теории управления в нелинейных задачах математической физики”

Предложена новая методология построения алгоритмов разделения области, базирующаяся на теории оптимального управления, результатах теории обратных некорректных задач с применением сопряженных уравнений и современных итерационных процессов, а также на использовании «метода квазирешений В.К. Иванова» с введением регуляризации по А.Н. Тихонову (д.ф.-м.н. Агошков В.И.). Разработан алгоритм вариационной ассимиляции данных наблюдений о температуре и об уровне на «жидкой» (открытой) границе (д.ф.-м.н. Агошков В.И. совместно с Шелопут Т.О.).

Сформулирована и исследована задача вариационной ассимиляции среднесуточных данных о температуре поверхности моря (ТПМ) с учетом ковариационных матриц ошибок данных наблюдений. На основе вариационной ассимиляции данных спутниковых наблюдений предложен алгоритм решения обратной задачи по восстановлению потока тепла на поверхности моря. Проведены численные эксперименты по восстановлению функции потока тепла в задаче вариационной ассимиляции данных наблюдений о ТПМ (д.ф.-м.н. Агошков В.И. совместно с Пармузиным Е.И., Захаровой Н.Б., Шутяевым В.П.).

Разработан алгоритм крупноблочного распараллеливания на основе метода разделения области для модели динамики Балтийского моря (д.ф.-м.н. Агошков В.И. совместно с Лёзиной Н.Р.).

Сформулирован класс обратных задач в теории ионосферы и исследованы методы их решения на основе вариационной ассимиляции данных наблюдений за «полным электронным содержанием» (ПЭС) (д.ф.-м.н. Агошков В.И.).

Реализована одномерная модель ионосферы и проведены численные эксперименты с целью изучения зависимости концентрации ионов в ионосфере от следующих параметров: время, солнечная активность и поток электронов на верхней границе. Результаты работы модели сравнивались с результатами других моделей и с реальными данными и, при определенных параметрах, дали схожие результаты (д.ф.-м.н. Агошков В.И. совместно с Пармузиным Е.И., Балыбердиным Г.А.).

Проведено исследование и решение многомерных обратных задач и задач вариационной ассимиляции данных наблюдений для информационно-вычислительных систем ассимиляции данных на высокопроизводительных вычислительных комплексах.

Проведено исследование класса обратных задач для нелинейных математических моделей на основе методов теории оптимального управления, сопряжённых уравнений и ассимиляции наблюдений геофизических полей. Проведено исследование и численное решение задач об управлении риском загрязнений в морских акваториях с применением теории сопряжённых уравнений и теории рисков (д.ф.-м.н. Агошков В.И.).

Для задачи вариационного усвоения среднесуточных данных о температуре поверхности моря с учетом ковариационных матриц ошибок данных наблюдений проведено исследование устойчивости оптимального решения и проведены численные эксперименты для модели динамики Балтийского моря (д.ф.-м.н. Шутяев В.П. совместно с Пармузиным Е.И.).

Проведено исследование чувствительности функционалов задачи вариационного усвоения данных о температуре поверхности моря к параметрам модели методом сопряженных уравнений второго порядка (д.ф.-м.н. Шутяев В.П.).

Проведено исследование чувствительности оптимальных решений задачи инициализации к погрешностям данных наблюдений (д.ф.-м.н. Шутяев В.П. совместно с Ф.Ле Диме).

Проведено исследование статистических свойств ошибок данных наблюдений о температуре поверхности моря (д.ф.-м.н. Шутяев В.П. совместно с Захаровой Н.Б.).

Разработанные методологии и алгоритмы применены для исследования чувствительности оптимального решения задачи вариационного усвоения данных для модели термодинамики морских течений (д.ф.-м.н. Шутяев В.П. совместно с Пармузиным Е.И.).

Разработаны методы аппроксимации ковариационных матриц ошибок оптимальных решений задач вариационного усвоения данных наблюдений с использованием гессиана функционала стоимости (д.ф.-м.н. Шутяев В.П. совместно с Ф.Ле Диме, И.Геджадзе).

Проведено исследование ошибок оптимального решения в задачах вариационного усвоения данных с учетом погрешности модели (д.ф.-м.н. Шутяев В.П. совместно с Ф.Ле Диме, И.Геджадзе).

Проведена обработка данных о температуре поверхности Балтийского моря и проведено пополнение специализированной базы данных «ИВМ РАН – Балтийское море» новыми данными (оперативные данные за январь - апрель 2017 года, данные за все месяцы 2012-2016 гг.) (к.ф.-м.н. Захарова Н.Б. совместно с А.Э. Зотовым).

Проведен расчет среднестатистических характеристик данных наблюдений (математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение) на основе данных о температуре поверхности Балтийского моря.

Проведены тестирование и оценка эффективности программ, реализованных для решения задач вариационной ассимиляции данных с жидкими границами, на вычислительном сервере. Даны рекомендации по дополнению руководства поль-

зователя по настройке рабочего места и подключения к вычислительному серверу (к.ф.-м.н. Захарова Н.Б.).

Для численной реализации алгоритма вариационной ассимиляции данных наблюдений о температуре на «жидкой» (открытой) границе в модели гидротермодинамики Балтийского моря, разработанной в ИВМ РАН, разработан комплекс программ, проведены численные эксперименты с привлечением данных о профилях температуры на открытой границе в качестве «псевдоданных» данных со спутников, буев, судов и других источников.

Реализован алгоритм разделения области совместно с алгоритмом вариационной ассимиляции данных наблюдений о температуре на «жидкой» (открытой) границе в блоке расчета температуры модели гидротермодинамики Балтийского моря, разработанной в ИВМ РАН; проведен ряд численных экспериментов (асп. Шелопут Т.О. совместно с Лёзиной Н.Р.).

Разработана веб-версия интерфейса ИВС «ИВМ РАН — Балтийское море», а именно: разработан модуль администраторско-пользовательского интерфейса, модуль управления вычислениями, модуль математического моделирования, модуль подготовки данных, введены в эксплуатацию сервер управления и сервер вычислений, создана база данных (асп. Шелопут Т.О.).

Реализован алгоритм разделения области в блоке расчета температуры для модели гидротермодинамики Балтийского моря, разработанной в ИВМ РАН; проведен ряд численных экспериментов (асп. Лёзина Н.Р.).

Разработан алгоритм крупноблочного распараллеливания на основе метода разделения области для модели динамики Балтийского моря (асп. Лёзина Н.Р.).

Проект “Оптимальные методы в задачах вычислительной математики”

Предложен метод ускорения сходимости линейных рядов Пуанкаре в случае одной перетяжки на поверхности (д.ф.-м.н. Богатырев А.Б. совместно с С.Ю.Лямаевым).

Построены и программно реализованы алгоритмы вычисления емкостей шести типов прямоугольных ограниченных областей, основанные на подходе А.Б. Богатырева к вычислению конформных отображений прямоугольных областей. Результаты использованы для сравнения с конечно-элементным подходом к той же задаче, развиваемым группой М. Вуоринена и Х. Хакулы (университет Турку, Финляндия), а также методами В.И. Власова и С.И. Безродных (ВЦ РАН) и С.А. Горейнова (ИВМ РАН) (к.ф.-м.н. Григорьев О.А.).

Найдено аналитическое выражение для предынтегрального множителя в интеграле Кристоффеля-Шварца для инфинитной области, ограниченной прямоугольной семизвенной ломаной, в терминах тэта-функций на римановой поверхности, ассоциированной с данной областью (к.ф.-м.н. Григорьев О.А.).

Разработаны и обоснованы два метода ньютоновского типа для вычисления минимальных инвариантных пар регулярных нелинейных матричных пучков. Первый из них является более универсальным и представляет собой комбинацию метода Ньютона, разработанного авторами ранее для линейных проблем, и метода последовательных линейных проблем, дополненного процедурой исчерпывания. Второй – предназначен для вычисления минимальных инвариантных пар только с показателем минимальности единица, но является более логически простым и эффективным на таких задачах, чем первый метод. Он представляет собой непосредственное обобщение метода Ньютона, разработанного авторами ранее для линейных проблем, на нелинейные проблемы. Выполнены численные эксперименты с типичной нелинейной проблемой собственных значений, возникающей при исследовании пространственной гидродинамической устойчивости. Продемонстрирована высокая эффективность обоих методов (д.ф.-м.н. Нечепуренко Ю.М. совместно с проф. М. Садканом (университет Западной Бретани, Франция) и к.ф.-м.н. Демьянко К.В.).

Рассмотрены продольные симметричные и асимметричные автомоделные течения вязкой несжимаемой жидкости в полубесконечном прямом двухгранном угле с заданным продольным градиентом давления. Выведены уравнения, которым удовлетворяют такие течения в приближении пограничного слоя. Теоретически исследовано асимптотическое поведение решений выведенных уравнений вдали от ребра угла. Развита новая эффективная методика расчета этих решений. Получены решения двух типов асимптотического поведения. Это исследование было продолжено с использованием прямого численного моделирования и экспериментальных данных (д.ф.-м.н. Нечепуренко Ю.М. совместно с член-корр. РАН А.В. Бойко (ИТПМ СО РАН)).

Разработан новый подход к построению мультимодальных воздействий на иммунную систему в хронической фазе вирусной инфекции в рамках математических моделей с запаздывающим аргументом и основанный на оптимальных возмущениях. Работа состояла в перенесении понятия оптимального возмущения на системы с запаздыванием, разработке алгоритма вычисления оптимальных возмущений для таких систем и применении оптимальных возмущений для возмущения стационарных состояний модели экспериментальной инфекции, вызванной вирусами лимфоцитарного хориоменингита, представляющей собой систему из четырех нелинейных дифференциальных уравнений с запаздывающим временем. Эти исследования были продолжены с использованием более адекватных с точки зрения медицины и основанных на фармакокинетических моделях базисных функций и локальных норм соболевского типа (д.ф.-м.н. Нечепуренко Ю.М. совместно с д.ф.-м.н. Г.А. Бочаровым (ИВМ РАН), аспирантом Д.С. Гребенниковым (МФТИ) и студентом М.Ю. Христиненко (МФТИ)).

Продолжена работа по развитию технологии расчёта ламинарно-турбулентного перехода, в частности, был добавлен учет неустойчивости поперечного (относительно направления линии тока на внешней границе пограничного слоя) течения, которая проявляется в экспериментах, например, на

скользящих крыльях, в виде квазистационарных продольных вихрей при ламинарно-турбулентном переходе в пограничном слое при наличии в нем поперечной компоненты скорости. Начато внедрение этой технологии в программный комплекс, предназначенный для оптимизации ламинарно-турбулентного обтекания мотогондолы по заказу ОАО «Авиадвигатель», которая ведется в Институте теоретической и прикладной механики СО РАН совместно с ЦАГИ (к.ф.-м.н. Демьянко К.В.).

Проект “Прямые и обратные задачи моделирования пространственно-временной динамики иммунных и инфекционных процессов”

Разработана реакционно-диффузионная модель с запаздыванием динамики вирусной инфекции и противовирусного иммунного ответа в одномерной пространственной постановке и изучено влияние параметров диффузии вирусов и Т-клеток на формирование пространственно неоднородных структур вирусной инфекции.

Разработана и калибрована математическая модель внутриклеточной репликации ВИЧ, учитывающая действие нескольких противовирусных препаратов. Идентифицированы перспективные мишени (этапы внутриклеточной репликации вирусов) для применения антиретровирусных препаратов.

Проведено исследование чувствительности модели экспериментальной вирусной инфекции с запаздыванием к многокомпонентным возмущениям начального состояния системы.

Исследовано влияние вероятности развития инфекционного процесса при небольшом числе вирусов для простейшей модели ВИЧ инфекции с учетом действия случайных факторов.

Определены структурные и функциональные характеристики лимфатической системы человека и проведен критический анализ состояния исследований по моделированию динамики лимфы.

Проведена калибровка модели пространственной миграции Т-клеток в лимфатическом узле в двумерной постановке (д.ф.-м.н. Бочаров Г.А.).

Проект “Математическое моделирование процесса противoinфекционной защиты: энергетика и адаптация”

Проведены предварительные расчеты модели поддержания гомеостаза организма.

Продолжен анализ эпидемиологических данных по пространственной неоднородности заболеваемости туберкулезом в Москве и роли социально-экономических факторов.

Продолжен анализ данных и разработка модели внутриклеточного транспорта (д.ф.-м.н. Романюха А.А.).

Проведено сравнительное экспериментальное исследование точности и воспроизводимости результатов измерений кожно-жировых складок для различных типов калиперов. Выявлена непригодность оборудования, используемого для этой цели при проведении массового профилактического скрининга населения России в центрах здоровья. Совместно с О.А. Старуновой продолжены исследования по совершенствованию алгоритма оценки качества данных профилактического скрининга, получены оценки эффективности алгоритма фильтрации на тестовых выборках заведомо корректных и некорректных (в том числе искусственно сгенерированных) данных биоимпедансометрии (к.ф.-м.н. Руднев С.Г.).

Продолжена разработка методов анализа эпидемиологических данных по заболеваемости туберкулёзом, ВИЧ-инфекцией и множественной лекарственной устойчивости возбудителя туберкулёза в г. Москве (к.ф.-м.н. Каркач А.С.).

Исследована зависимость между заболеваемостью туберкулезом и социально-экономическими показателями по субъектам РФ, 2000-2015 гг.

Разработана предварительная версия метода для непараметрического выявления нелинейных зависимостей в данных большого объема (к.ф.-м.н. Авилов К.К.).

Получены оценки параметров блока мощностей в модели энергетического бюджета человека для состояния основного метаболизма (к.ф.-м.н. Санникова Т.Е.).

Предложен метод анализа и предсказания степени зрелости эндосом в клетке.

Аналитически показана справедливость принципов максимума для решений уравнений моделей двух- и трехфазной фильтрации (к.ф.-м.н. Новиков К.А.).

Проект “Построение и исследование численных методов решения задач динамики океана и вязкой несжимаемой жидкости”

Продолжены работы по разработке и внедрению виртуальных оценок гемодинамической значимости стенозов (член-корр. Василевский Ю.В. совместно с С.Симаковым, Т.Гамиловым, Р.Прямоносовым).

Верифицирована трехмерная модель ультразвукового исследования фантома биологических тканей (чл.-корр. Василевский Ю.В. совместно с И.Петровым, К.Беклемышевой, А.Васюковым, Н.Кульбергом).

Предложен новый экономичный подход к расчету деформаций мягких биологических тканей (чл.-корр. Василевский Ю.В. совместно с В.Саламатовой и А.Лозовским).

Разработан метод второго порядка для конечно-элементного решения уравнений Навье-Стокса в области с заданной движущейся границей. Метод применен

к моделированию кровотока в левом желудочке пациента (чл.-корр. Василевский Ю.В. совместно с А.Даниловым, А.Лозовским и М.Ольшанским).

Предложена новая схема учета особенностей скважин в нелинейном методе конечных объемов (чл.-корр. Василевский Ю.В. совместно с К.Никитиным и В.Крамаренко).

Разработана и исследована новая технология расчета волновых нагрузок на объекты морской инфраструктуры (чл.-корр. Василевский Ю.В. совместно с К.Никитиным, М.Ольшанским и Р.Янбарисовым).

Разработан гибридный метод конечных объемов-конечных элементов для решения совместных параболических уравнений в объемной области и на поверхностях (чл.-корр. Василевский Ю.В. совместно с А.Чернышенко и М.Ольшанским).

Предложена и исследована разностная схема для системы уравнений, описывающих движение баротропного (вязкого) газа с линейной зависимостью давления от плотности. Особенностью схемы является неявная по плотности аппроксимация уравнения неразрывности, которая обеспечивает неотрицательность плотности (д.ф.-м.н. Кобельков Г.М.).

Разработана математическая и численная модель плотностной конвекции в пористой среде при безнапорных условиях с учетом двойной пористости. Модель была практически использована при оценке влияния плотностной конвекции на процесс распространения загрязнений на полигоне закачки жидких радиоактивных отходов «Северный» (г. Железногорск).

Продолжена разработка расчетного кода GeRa, предназначенного для трехмерного гидрогеологического моделирования. В рамках процедуры государственной аттестации кода в Ростехнадзоре проведена большая работа по созданию модели площадки ОАО «Сибирский химический комбинат» для верификации кода по натурным данным и его кросс-верификации по отношению к стороннему коду MODFLOW. Результаты использованы в обновленном верификационном отчете.

Проведены работы по параллелизации GeRa и анализу его параллельной эффективности на модельных и реальных задачах. В рамках этой работы показана эффективность кода на небольшом числе процессоров (до 64) (к.ф.-м.н. Капырин И.В. совместно с В.К.Крамаренко, И.Н.Коньшиным).

В коде GeRa была реализована модель теплопереноса и тепловой конвекции с учетом объемного тепловыделения вследствие радиоактивного распада. Для модели собрана верификационная база на основе аналитических решений и экспериментальных данных.

Тепловая модель кода GeRa применена для оценки влияния радиогенного разогрева на процесс миграции радионуклидов в предполагаемом пункте глубинного захоронения радиоактивных отходов в Нижнеканском массиве (асп. Григорьев Ф.В.).

Продолжены работы над созданием и верификацией параллельных решателей линейных систем для задач диффузии и переноса, возникающих при геофильтрации и геомиграции радионуклидов. Разработанный параллельный решатель был опробован при решении линейных систем, возникающих для задач диффузии и переноса при стандартной двухточечной дискретизации, использовании O-схемы дискретизации, а также нелинейной монотонной схемы дискретизации. Была исследована работоспособность и параллельная эффективность линейных решателей для широкого круга моделируемых процессов. Разработанный параллельный решатель показал высокую надежность и параллельную эффективность. Расчеты проводились на кластере ИВМ РАН и суперкомпьютере «Ломоносов» суперкомпьютерного комплекса МГУ.

Разработаны модификации линейных решателей в применении к задачам многофазной фильтрации. Была проведена их верификация на линейных системах, возникающих при использовании нефтяного симулятора ИВМ РАН. Была разработана автоматизированная система управления параметрами параллельных линейных решателей с применением неполного треугольного разложения ILU2 с перекрытиями на основе VPLU. При моделировании нестационарных задач фильтрации удалось добиться уменьшения времени расчета за счет контроля параметров порога фильтрации и размера перекрытия подобластей.

Продолжена разработка решателей для незнакоопределенных систем линейных уравнений, возникающих в задачах механики, а также при численном решении уравнений Навье-Стокса. Проведены исследования свойств сходимости параллельных линейных решателей для этого класса задач. Показано, что использование VPLU2 переобуславливания для большинства задач позволяет построить надежный переобуславливатель и получить решение задачи (к.ф.-м.н. Коньшин И.Н.).

Продолжена работа над моделированием электрофизиологических задач. Совместно с Чернышенко А.Ю. ведется развитие электрофизиологической модели с использованием бидоменных уравнений на основе пакета Ani3D. Совместно с Юровой А.С. проведена работа над улучшением модуля прямого моделирования ЭКГ на основе пакета Ani3D (к.ф.-м.н. Данилов А.А.).

Продолжены разработка и исследование методов автоматической сегментации мягких тканей и кровеносных сосудов тела человека на снимках КТ/МРТ. Особое внимание было уделено сегментации сердца и тканей грудной клетки.

Разработана модификация параллельной программной платформой INMOST (к.ф.-м.н. Данилов А.А. совместно с Тереховым К.М., Коньшиным И.Н., Никитиным К.Д. и др.).

Продолжена разработка интерфейса для сегментации коронарных сосудов. Добавлены инструменты для чтения различных протоколов записи медицинских данных. Улучшены алгоритмы поиска ветвей коронарных сосудов, визуализация разных ветвей. Добавлена возможность выбирать участки сосудов,

непросегментированные автоматически. Внесена частичная параллелизация с помощью ОМР. Добавлен интерфейс для работы с патологиями – их можно выделять в ручном режиме на любом сосуде.

Для участия в бенчмарке по расчету Фракционного Резерва Кровотока (ФРК) были в ручном режиме просегментированы 10 наборов данных пациентов. Кроме того, в автоматическом режиме были просегментированы 3 набора данных пациентов. В ручном режиме были просегментированы 3 набора данных церебральных сосудов с извитостями. Кроме того, фильтр сосудистости Франжи был протестирован на извитых участках и дал положительный результат, что говорит о его применимости для патологий типа извитость.

В рамках перехода на новую платформу Inmost переписан код для расчета трехмерной диффузии с использованием нелинейной двухточечной схемы (асп. Прямоносов Р.А.).

Модифицированы геометрические алгоритмы платформы INMOST для учета неплоских граней и граней с «висячими» вершинами в рамках нелинейной схемы конечных объемов для задачи диффузии. На основе алгоритмов автоматического дифференцирования, реализованных в платформе INMOST, была разработана модель двухфазной фильтрации вода-воздух в программном комплексе GeRa (к.ф.-м.н. Никитин К.Д.).

Усовершенствована двухмасштабная 1D-3D модель кровотока в сосудистой сети: существенно улучшен программный код модели, добавлена возможность стабилизации численного метода расчета трехмерного течения крови. Моделирование течения крови в сосудистой бифуркации проводилось различными методами: одномерной моделью, трехмерной моделью, двухмасштабной моделью. Расчеты проводились на задачах с известными референтными данными (данными измерений или известными результатами численных расчетов полной 3D FSI модели). Одномерная модель хорошо воспроизводит референтные данные в бифуркациях с простой геометрией (при отсутствии вихрей, застойных зон). Трехмерная модель с жесткими стенками хорошо воспроизводит референтные данные при условии достаточной жесткости материала стенки (к.ф.-м.н. Добросердова Т.К.).

На основе гибридного метода решения связанных 2D-3D систем уравнений, разработанного совместно с М.А. Ольшанским, разработаны численные методы для моделирования течений в средах с трещиной ГРП.

В расчетном коде GeRa реализован гескаэдральный сеточный генератор на параллельной платформе INMOST, чтобы позволило получить многократное уменьшение скорости работы генератора.

Проведены тестирование и верификация алгоритмов численного решения монодоменной и бидоменной систем уравнений для модели сердца, реализованных на базе программного пакета ani3D (к.ф.-м.н. Чернышенко А.Ю.).

Исследованы вопросы моделирования ультразвуковых исследований церебральных сосудов человека (к.ф.-м.н. Саламатова В.Ю.).

Разработана структурно-анатомическая модель микроциркуляторной сети. Был изменен алгоритм построения сети артериол и венул так, чтобы обеспечить равномерное распределение сосудов в пространстве. Новый способ построения сети позволил получить физиологически корректное распределение сосудов в пространстве. Были проведены различные тесты для данной модели.

Разработана математическая модель микроциркуляции крови с учетом реологических особенностей течения крови. В модели кровотоков в капиллярной сети рассчитывается на основе закона сохранения массы в узлах стыковки микрососудов и закона Пуазейля, связывающего поток в сосуде и перепад давления на его концах, а также учета зависимости гидродинамического сопротивления от потока крови. Были проведены оценки перфузии крови через окружающие ткани. Получены оценки для большого количества генераций сетей с разным количеством сосудов и разными параметрами давления.

Продолжена работа над интеграцией модели микроциркуляции сети и моделью роста опухоли. Были проведены совместные с моделью роста опухоли расчеты перфузии крови и роста новых "ангиогенных" капилляров. Разработанная структурная модель микроциркуляторной сети позволяет получить зависимость изменения потока крови через капилляры от изменения плотности поверхности капиллярной сети, которая используется в качестве переменной в макромоделе опухолевой прогрессии (асп. Городнова Н.О.).

Проведено исследование методами математического моделирования комбинированной противоопухолевой терапии, использующей антиангиогенный (бевацизумаб) препарат.

Исследован эффект возникновения окна нормализации в начале действия антиангиогенной терапии на опухоль. В результате математического моделирования было показано, что основными факторами, определяющими возникновение и длительность окна нормализации, являются скорость разрушения капилляров опухолевыми клетками, а также скорость «взросления/нормализации» (maturation) ангиогенных капилляров в опухоли и окружающей ее ткани.

В модели комбинированной противоопухолевой терапии, включающей антиангиогенный и цитотоксический препараты, рассмотрено значение связывания и переноса низкомолекулярного цитотоксического агента крупными белками (в частности альбуминами). Анализ модели показал, что учет данного экспериментального факта усиливает эффективность протокола комбинированной терапии, когда введение антиангиогенного препарата начинается в конце курса цитотоксической терапии, а не одновременно с ним (к.ф.-м.н. Колобов А.В.).

Разработана математическая модель роста и комбинированной терапии опухоли, учитывающая динамику интерстициальной жидкости в ткани (к.ф.-м.н. Колобов А.В. совместно с М.Кузнецовым и В.Губерновым).

Разработана методика вариационной настройки функциональных параметров сети церебральных сосудов по данным конкретного пациента, основанная на минимизации отклонения линейных скоростей в тех точках сети, в которых проводились прямые измерения с помощью УЗДГ (к.ф.-м.н. Симаков С.С. совместно с Т.М.Гамиловым).

Проведено численное моделирование церебрального кровотока при различных конфигурациях Виллизиева круга (к.ф.-м.н. Симаков С.С.).

Разработана модификация многомасштабной модели роста, прогрессии и терапии ангиогенной опухоли с учетом влияния интерстициальной жидкости (к.ф.-м.н. Симаков С.С. совместно с А.В.Колобовым, Н.О.Городновой и М.Б.Кузнецовым).

Предложена компартмент-модель производства, утилизации и транспорта лактата в крови и транспорта кислорода и углекислого газа в легких и в крови при гипоксии и гиперкапнии с учетом действия центрального и периферического регуляторов (к.ф.-м.н. Симаков С.С. совместно с А.В.Головым).

Предложена новый преобуславливатель для уравнения диффузии в случае сильно гетерогенных сред (Крамаренко В.К. совместно с Ю.А. Кузнецовым).

Разработан и верифицирован метод автоматизированной сегментации КТ-изображений брюшной полости (Юрова А.С.).

Разработана программная реализация технологии моделирования ЭКГ (Юрова А.С. совместно с А.А. Даниловым).

Проведен анализ вариаций Виллизиева круга на кровотоки в артериях шеи и головы при стенозах в сонных и позвоночных артериях (к.ф.-м.н. Гамилов Т.М.).

На основе методологии построения схем для анизотропной гетерогенной диффузии предложен новый конечно-объемный метод дискретизации для уравнений линейной упругости в анизотропной гетерогенной среде с произвольными тензорами 4-го ранга (к.ф.-м.н. Терехов К.М.).

Разработана технология расчета волновых нагрузок на объекты морской инфраструктуры (к.ф.-м.н. Терехов К.М. совместно с К.Никитиным, М.Ольшанским, Ю. Василевским и Р.Янбарисовым).

Выведены упрощённые формулы для численного моделирования механики биологических тканей методом конечных элементов. Разработан вычислительный код для предсказания натяжения мембран любой формы и произвольной анизотропии по заданным внешним воздействиям (к.ф.-м.н. Лозовский А.В. совместно с Ю.В.Василевским, В.Саламатовой).

Установлена скорость сходимости для схем конечных элементов на основе постановки ALE с использованием экстраполяции во времени и заданным законом движения области течения (к.ф.-м.н. Лозовский А.В. совместно с Ю.В.Василевским, М.А.Ольшанским).

Доказана устойчивость метода конечных элементов на основе ALE для уравнений течения вязкой несжимаемой жидкости с учётом заданного закона изменения области течения. На основе этого метода был проведён успешный расчёт динамики крови в левом желудочке сердца с дополнительной стабилизацией по Смагоринскому (к.ф.-м.н. Лозовский А.В. совместно с А.Даниловым, Ю.В.Василевским, М.А.Ольшанским).

Разработана вычислительная технология для моделирования процессов геомиграции в трещиноватых пористых средах (Ольшанский М.А. совместно с А.Чернышенко и Ю. Василевским).

Исследована технология итерационного решения систем Озейна, стабилизированных методом SUPG, на основе неполного разложения второго порядка. Метод применим для трехмерных расчетов коронарного кровотока (Ольшанский М.А. совместно с И.Коньшиным и Ю. Василевским).

В коде Floctree была реализована полная и неполная модели тромбообразования. Были успешно проведены верификационные тесты для неполной модели. Модель течения жидкости со свободной поверхностью в рамках пакета Floctree была успешно провалидирована и в последствии опробована для расчетов нагрузок на погруженную в море нефтяную платформу (асп. Янбарисов Р.М.).

4.2. В области математического моделирования физических процессов

Проект “Математические задачи теории климата”

Сформулирована модель F-слоя ионосферы в сферической системе координат в приближении тонкого сферического слоя. Модель основана на приближении амбиполярной диффузии заряженных частиц вдоль магнитных силовых линий с учетом их переноса нейтральным ветром и внешним электрическим полем. В основу метода решения положен метод расщепления по физическим процессам и геометрическим координатам. Сформулированы конечномерные аппроксимации исходных уравнений, удовлетворяющие априорным требованиям неотрицательности решения, закону сохранения массы при отсутствии источников и стоков и условию согласования характерных времен микро- и макропроцессов. Проведенные численные эксперименты для некоторых упрощенных постановок показали удовлетворительные результаты. (акад. Дымников В.П. совместно с Д.В.Куляминим и П.Останиным).

Исследовано распределение завихренности по площадям, воспроизводимой различными аппроксимациями уравнений динамики двумерной несжимаемой идеальной жидкости, принадлежащих классу систем гидродинамического типа. Проведено исследование квазиравновесных когерентных структур, воспроизводимых этими конечномерными аппроксимациями, и сравнение этих когерентных структур со структурами, генерируемыми вязкой двумерной

жидкостью со случайным форсингом (акад. Дымников В.П. совместно с П.А.Пережогиним).

Исследованы свойства стабилизируемого решения нормального уравнения, связанного с системой Гельмгольца, посредством стартового управления. Главным является оценка нормы стабилизируемого решения, показывающая, что эта норма становится достаточно малой за конечное время, не зависящее от величины нормы стартового управления (д.ф.-м.н. Фурсиков А.В.).

Проведен анализ воспроизведения климатических характеристик циркуляции и состава газа в области стратосферы, мезосферы и нижней термосферы (20-130 км) моделями общей циркуляции атмосферы-ионосферы ИВМ РАН, проведена идентификация основных физических процессов и усовершенствование их параметризаций в моделях. Показана ключевая роль гравитационно-волнового взаимодействия в формировании циркуляции как в стратосфере и мезосфере, так и в нижней термосфере, проведена модификация параметризации для уменьшения вклада волн в нижней термосфере. Проведенное усовершенствование параметризации орографических волн (включение описания эффекта блокирования приповерхностного потока, уточнение расчета амплитуд возмущений у поверхности и в верхних слоях и др.) позволяют добиться правильного согласования в воспроизведения изменчивости циркуляции в стратосфере и у земной поверхности. Показано существенное значение ион-нейтрального взаимодействия в циркуляцию в области МНТ для правильной динамики в термосфере (для высот 110-130 км).

Проведен анализ долгопериодных мод изменчивости циркуляции атмосферы и их связей в нижних и верхних слоях по данным эксперимента по воспроизведению доиндустриального климата в модели INMCM5 на 500 лет, на основе статистического анализа и построения главных ЭОФ выделены ключевые моды структурной зонально-высотной изменчивости циркуляции тропосферы-стратосферы: квазидвухлетние колебания (КДК) ветра на экваторе и изменчивость циркумполярного вихря (в том числе внезапные потепления, ВСП).

Проанализирована и выделена связь изменчивости стратосферных слоев с тихоокеанскими долгопериодными колебаниями температуры и давления на поверхности. Показано, что основная мода изменчивости стратосферы в средних и высоких широтах связана с вариациями циркумполярного вихря и структурно связана с Арктическим колебанием на поверхности, вторая мода изменчивости температуры в средней атмосфере связана с КДК и полностью определена ими, спектральный анализ показал достаточно широкий спектр временных циклов от 2 до 10 лет для высокоширотной изменчивости, были выделены характерные основные периоды долгопериодной стратосферной изменчивости: 12, 22 и 43 года, показана их связь с циклами поверхностного давления (к.ф.-м.н. Кулямин Д.В.).

Проведено исследование параметризаций подсеточной турбулентности для несжимаемой двумерной жидкости на квадрате с периодическими граничными

условиями и внешним стохастическим воздействием заданного пространственно-го масштаба. Показано, что подсеточные силы возвращают часть энергии из неразрешенных масштабов непосредственно в крупные масштабы (backscatter). Были рассмотрены три наиболее распространенные параметризации backscatter'a: стохастическая, модель вихревой вязкости с отрицательным коэффициентом и модель подобия масштабов. Численные эксперименты с параметризациями показали, что они значительно улучшают динамику крупных масштабов, и это следует из анализа следующих статистических характеристик: распределение энергии по спектру волновых чисел, автокорреляционные функции решения, а также средний по времени отклик на малое внешнее постоянное воздействие.

Исследованы свойства систем гидродинамического типа, введенных Обуховым. Такие системы являются конечномерными аппроксимациями уравнений двумерной идеальной жидкости, причем требуется сохранение хотя бы одного квадратичного инварианта и сохранение фазового объема. Показано, что решения таких систем имеют общие особенности с решениями, возникающими в двумерной форсированной турбулентности, исследованы характеристики крупномасштабных когерентных структур (асп. Пережогин П.А.).

Численно и аналитически исследованы различные системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающие стационарные распределения случайных процессов с одной непрерывной и одной дискретной переменной и с фазовым пространством $\mathbf{R}^{1;2;\dots;M}$. Доказано наличие положительного интегрируемого решения одной из систем. Полученный результат интерпретирован как диффузионная стабилизация неустойчивой динамической системы. Вычислительный эксперимент выявил диффузионную стабилизацию более широкого класса систем, для которых чисто математические результаты пока неизвестны (к.ф.-м.н. Ноаров А.И.).

Проект “Моделирование климата и его изменений”

С климатической моделью ИВМ РАН проведены следующие численные эксперименты в рамках международной программы CMIP6: преиндустриальный продолжительностью 1200 лет, 5 исторических с 1850 по 2014г, и некоторые другие (д.ф.-м.н. Володин Е.М.).

Разработана методология оценки предсказуемости климатических моделей на основе метода «аналогий», построения линейных эмпирических моделей, использования флуктуационно-диссипационной теоремы и анализа информационной энтропии. Получена оценка потенциальной и реальной предсказуемости модели INMCM4 и INMCM5.

На примере бароклинной модели атмосферы Маршала-Молтени исследованы динамические характеристики неустойчивости атмосферных блокингов. Показано, что модель реалистически воспроизводит долготное распределение наблюдаемых блокирующих режимов и способна генерировать блокинги со временем

жизни до 40 дней. Для модельных блокингов с помощью построения ковариантных ляпуновских векторов и оценок скорости их роста вдоль траектории оценены характеристики неустойчивости системы. Показано, что блокирующие режимы в среднем более неустойчивы. При этом состояния зарождения и распада блокинга еще более неустойчивы и, соответственно, менее предсказуемы. Полученные результаты проверены с помощью исследования неустойчивых периодических траекторий, аппроксимирующих блокирующие и обычные состояния системы. Показано, что орбиты, соответствующие блокингам, имеют на 20% больше неустойчивых направлений и на 50% большую скорость нарастания ошибки вдоль самого неустойчивого направления, чем траектория системы в среднем (д.ф.-м.н. Грицун А.С.).

Проведены работы по моделированию циркуляции и биохимии вод Белого моря. Уточнена роль бентоса в формировании наблюдаемого распределения хлорофилла. На примере весеннего цветения планктона показана важность учета нескольких групп фито- и зоопланктона. Сделаны предварительные расчеты по совместной модели биохимии океана и морского льда.

Проведена работа по моделированию биохимии Мирового океана. Получены реалистичные результаты по распределениям основных биохимических полей в расчетах на 5 лет, кроме Северного Ледовитого океана, в котором не удается получить наблюдаемые высокие концентрации фитопланктона и бактерий.

Проведены тестовые расчеты с различными схемами параметризации солёностной конвекции под неоднородным морским льдом в рамках модели земной Системы ИВМ РАН. Показано, что использование такого рода параметризаций принципиально важно для воспроизведения полей солёности в Северном Ледовитом океане (СЛО).

Сделан анализ качества воспроизведения морского льда в модели Земной Системы ИВМ РАН. Показано, что, несмотря на относительно простое описание термодинамики морского льда, по ряду количественных критериев модель хорошо воспроизводит положение кромки льда по сравнению с данными наблюдений и результатами других климатических моделей консорциума CMIP (д.ф.-м.н. Яковлев Н.Г.).

Проведен анализ влияния химических процессов на распределение концентрации озона и других малых составляющих атмосферы в отдельных спектральных интервалах, принятых в совместной химико-климатической модели ИВМ РАН и РГГМУ. Показано, что очень часто отдельные спектральные интервалы, зачастую расположенные совсем рядом, влияют на атмосферные газовые компоненты противоположным образом (к.ф.-м.н. Галин В.Я.).

Проект “Математическое моделирование региональных природно-климатических процессов”

Совместно с сотрудниками Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова выполнено научное обоснование и подготовлено техническое задание на выполнение исследований по проблеме взаимодействия атмосферного пограничного слоя умеренных и высоких широт с деятельным слоем суши и водоемами с целью разработки параметризаций для моделей Земной системы.

Проведен анализ микрометеорологических измерений в пограничном слое атмосферы над холмистой поверхностью, покрытой лесной растительностью. Измерения проводились на метеорологической мачте на нескольких уровнях от верхней границы леса до высоты, приблизительно в семь раз превышающей высоту деревьев. Предложен и вычислен полуэмпирический масштаб длины, зависящий от особенностей местной топографии и типа подстилающей поверхности в районе измерений. Показано, что использование этого масштаба позволяет ввести коррекцию универсальных функций теории подобия Монина-Обухова для устойчивого атмосферного пограничного слоя над сложными поверхностями без их существенной модификации по сравнению с универсальными функциями над однородным ландшафтом с малыми элементами шероховатости. Предложенный подход может быть использован для уточнения методов определения турбулентных потоков импульса по данным профильных измерений над пространственно-неоднородными ландшафтами (чл.-корр. Лыкосов В.Н.).

При помощи LES-модели, содержащей блок лагранжева переноса частиц, проведены расчеты турбулентности и распространения мелкодисперсных примесей в городской среде. Рассматривалась упрощенная геометрия периодической последовательности городских каньонов при поперечном направлении среднего ветра. Проведено тестирование различных лагранжевых методов и их сравнение с эйлеровыми методами переноса концентрации примесей, а также сравнение результатов расчетов с лабораторными данными. Выполнены расчеты переноса тяжелых углеродных частиц с размерами до ста микрон в диаметре. На основе анализа лагранжевых траекторий частиц выявлены закономерности переноса мелкодисперсной примеси турбулентностью и крупными вихрями в городской среде.

По данным прямого численного моделирования двумерной турбулентности проведен априорный анализ взаимодействия мелкомасштабных и крупномасштабных компонент течения. На его основе получены спектральные характеристики подсеточных сил для модели с грубым разрешением с учетом выбранной пространственной аппроксимации. Показано, что при помощи крупномасштабного стохастического или детерминистического воздействия, имитирующего взаимодействия между "подсеточными" и разрешаемыми гармониками, можно значительно улучшить динамику грубой модели в интервале обратного каскада энергии (д.ф.-м.н. Глазунов А.В.).

Проект “Создание вычислительного ядра для модели атмосферы нового поколения”

В ранее разработанной оперативной версии глобальной полулагранжевой модели атмосферы ПЛАВ, имеющей горизонтальное разрешение 20-25 км и 51 уровень по вертикали, внедрен ряд усовершенствований, выполненных в 2016-2017г. В результате статистически значимо снизились ошибки среднесрочного прогноза.

Реализована версия глобальной модели атмосферы ПЛАВ с 85 уровнями (верхний уровень на 0.5 гПа). В новой версии заменены параметризации пограничного слоя атмосферы, мелкой конвекции, сделан ряд усовершенствований в параметризации облачности и глубокой конвекции. Выполнены предварительные расчеты модельного климата (д.ф.-м.н. Толстых М.А.).

Для задачи о ветровой циркуляции в тонком слое вязкой вращающейся жидкости с помощью численного моделирования течения кармановского типа показано существование разных стационарных режимов вертикальной циркуляции жидкости в зависимости от параметров течения - чисел Экмана и Россби. Для случая не очень малых чисел Экмана и малых чисел Россби предложена однослойная аналитическая модель, описывающие эти режимы. Проведено сравнение результатов аналитической и численной моделей. Предложена локальная параметризация влияния вторичной вертикальной циркуляции на горизонтальное течение жидкости (к.ф.-м.н. Кострыкин С.В. совместно с Якушкиным И.Г.).

Выполнены опытные расчеты с программным комплексом модели ПЛАВ на многопроцессорной системе на процессорах Intel Xeon Phi (72 ядра), установленной в 2017 г. в МСЦ РАН. Использовались версии модели с сетками размерности 640x500x50 и 1600x866x51. Результаты масштабируемости программного комплекса модели на сетке 640x400x51 вполне удовлетворительны, для сетки большей размерности пока масштабируемость ограничена.

Разработана новая конфигурация модели ПЛАВ с 28 уровнями по вертикали для бесшовного прогноза состояния атмосферы на срок свыше 1 года. В частности, предложена новая формула для расчета температуры морского льда, что позволило устранить сильную неоднородность поля осредненной за год приземной температуры в приполярных регионах. Уточнена предложенная в 2016 г. формула для расчета морских слоисто-кучевых облаков. За счет комплексной настройки параметризаций новая версия модели существенно точнее воспроизводит поле среднегодовых осадков во внутритропической зоне конвергенции в сравнении с данными реанализа. Улучшено качество воспроизведения географии псевдоперистых облаков (anvil clouds). Получен более реалистичный годовой ход амплитуды и направления приземного ветра в Аравийском море (к.ф.-м.н. Фадеев Р.Ю.).

Для воспроизведения динамики стратосферы в глобальной модели атмосферы ПЛАВ подготовлена версия модели ПЛАВ с 85 расчетными уровнями, верхней границей на высоте 55-60 км и вертикальным разрешением в нижней страто-

сфере около 600-700 м. Произведены модификации динамического блока модели для повышения устойчивости расчетов и подавления ложных вычислительных мод: реализована интерполяция физических величин в исходные точки лагранжевых траекторий в координате логарифм давления, реализована конечно-элементная схема вычисления геопотенциала.

Реализована конечно-разностная полулагранжева модель мелкой воды на сетке типа "кубическая сфера" с квазиравномерным разрешением. Предложен подход к построению интерполянтов и вычислению операторов дивергенции и градиента с высоким порядком точности на стыке областей сетки (около ребер вписанного в сферу куба) (к.ф.-м.н. Шашкин В.В.).

Предложен новый многосеточный алгоритм решения уравнений эллиптического типа на редуцированной широтно-долготной сетке. Реализована последовательная версия данного алгоритма и произведено численное исследование его сходимости. Показано, что сходимость алгоритма слабо зависит от разрешения задачи и степени сгрубления сетки (асп. Гойман Г.С.).

Предложены новые версии метода Хаусхолдера для QR-разложения плотных неособенных матриц с уменьшенным критическим путём графа.

Проведена совместная работа с НИВЦ МГУ по наполнению базы знаний параллельных и других вычислительных характеристик классических алгоритмов, работа происходит на сайте .

Проведены совместные работы (в функции редактора и автора задач и тестов) с НИВЦ МГУ над эксплуатацией коллективного банка тестов по различным учебным курсам, работа происходит на сайте <http://sigma.parallel.ru/> (к.ф.-м.н. Фролов А.В.).

Проект “Исследование крупно- и мезомасштабной динамики вод Мирового океана и окраинных морей России на основе моделирования и анализа данных наблюдений”

Проведены работы по развитию системы прогноза состояния Мирового океана сверхвысокого пространственного разрешения с усвоением океанографических данных методом ансамблевой оптимальной интерполяции (EnOI).

Проведены работы по развитию вихререзающей трехмерной модели Каспийского моря, описывающей широкий круг гидродинамических процессов, ненулевой водный баланс моря и соответствующую изменчивость площади его поверхности.

Проведен анализ данных атмосферного форминга ERA 40, ERA Interim.

Разработан и реализован алгоритм переноса большого количества лагранжевых частиц в параллельной модели гидродинамики океана (чл.-корр. Ибраев Р.А.).

Проведены численные эксперименты по расчету циркуляции Северной Атлантики с помощью вихререзающей σ -модели океана INMOM с шагами пространственной сетки $0.16^\circ \times 0.08^\circ$ по долготе и широте. Воспроизведен струйный характер Гольфстрима со скоростями течений, превышающими 1.5 м/с. Продемонстрировано меандрирование Гольфстрима и сопутствующее ему вихреобразование. С помощью метода диагноза–адаптации А.С. Саркисяна смоделирован физический процесс обострения фронта Гольфстрима, начиная с «размытого» поля средней плотности по данным Левитуса. При этом происходит интенсификация Гольфстрима с увеличением скорости от 0.7 м/с до более чем 1.5 м/с и уменьшением его ширины от ~300 км до ~100 км (д.ф.-м.н. Дианский Н.А.).

Реализован вычислительный комплекс, предназначенный для комплексного моделирования морской и атмосферной циркуляции, включая расчет ветрового волнения. Основу этого вычислительного комплекса составляет российская модель INMOM, реализованная для Черного и Азовского морей с пространственным разрешением ~4 км (д.ф.-м.н. Дианский Н.А. совместно с асп. МФТИ Фоминым В.В.).

Разработана система оперативного диагноза и прогноза для гидрометеорологических характеристик западно-арктических морей, включая Баренцево, Белое, Печерское и Карское моря, реализованная в ФГБУ ГОИН. Она включает в себя расчет атмосферного воздействия по модели WRF (Weather Research and Forecasting model), расчет течений, уровня, температуры, солености моря и морского льда по модели INMOM (Institute Numerical Mathematics Ocean Model) (д.ф.-м.н. Дианский Н.А.).

Проведен анализ проявления Атлантической мультидекадной осцилляции (АМО) в изменчивости гидротермодинамических характеристик и потоков тепла на поверхности океана в Северной Атлантике. Показано, что мультидекадные изменения температуры и толщины верхнего квазиоднородного слоя, а также уровня моря статистически значимы и носят согласованный характер (д.ф.-м.н. Дианский Н.А.).

Проект “Математическое моделирование динамики океана и вариационная ассимиляция данных наблюдений”

Изучен вопрос о том, является ли коэффициент диффузии потенциальной завихренности (параметризация мезомасштабных вихрей) положительным для квазигеострофического баротропного течения в зональном канале с переменным рельефом. Найдено аналитическое решение стационарной задачи. Параметризация вихревого потока потенциального вихря включает новые слагаемые в уравнениях баланса среднего зонального момента и баланса кинетической энергии. Эти слагаемые связаны с напряжением трения на рельефе дна и отражают параметризацию вихревой динамики. Для данной модели показано, что коэффициент диффузии потенциальной завихренности – положителен (д.ф.-м.н. Залесный В.Б. совместно с В.О. Ивченко).

Разработан эффективный численный алгоритм решения нелинейной задачи динамики баротропного квазигеострофического течения в двухсвязной области (зональный канал). Исходная задача для потенциальной завихренности переформулируется и решается в терминах сопряженной системы уравнений (для коэффициентов разложения Фурье). Алгоритм позволяет более просто найти значение интегрального расхода течения (д.ф.-м.н. Залесный В.Б.).

Предложено усовершенствование оригинальной параметризации перемешивания вод океана для модели циркуляции океана (ИВМ РАН). Основа - расщепления уравнений характеристик турбулентности на этапы переноса-диффузии и генерации диссипации (условно АРТ – алгоритм расщепления турбулентности). Для тестирования вариантов параметризаций проведена серия из шести численных экспериментов для Атлантики–Арктики–Берингова моря (потoki на поверхности океана за 1948-2009 гг. по данным CORE-2, 40 уровней, шаг 0.250).

На основе результатов численных экспериментов выявлен циркуляционный механизм обратной связи интенсивности антициклонического вращения вод в Норвежской котловине и расхода Атлантического Норвежского течения над континентальным склоном у побережья Норвегии, стабилизирующий перенос вод, тепла и солей Атлантики в Арктику, что является важным элементом формирования климата (д.ф.-м.н. Мошонкин С.Н.).

Проведены расчёты по воспроизведению общей циркуляции Балтийского и Северного морей за период 2001-2015 гг. Получена база данных гидротермодинамических характеристик морей. Полученные результаты сопоставлены с имеющимися данными наблюдений по температуре, солёности, уровню моря и скорости течений, что помогло выполнить настройку параметров модели.

Разработана и реализована новая версия модели циркуляции океанов и морей. Модель рассчитана на три системы координат: декартовая, сферическая с повёрнутой осью и сферическая с произвольно расположенными полюсами (к.ф.-м.н. Гусев А.В.).

Проект “Математическое моделирование газовой и аэрозольной динамики и кинетики в атмосфере в региональном масштабе и задачи окружающей среды”

Построена усовершенствованная математическая модель микрофизики формирования первичных зародышей ледяных частиц и частиц тригидрата азотной кислоты (NAT) в стратосфере при наличии различных типов полярных облаков. На основе численных экспериментов показаны специфические особенности образования этих частиц в атмосфере и их взаимосвязь (д.ф.-м.н. Алоян А.Е.).

С использованием усовершенствованной модели глобального переноса газовых и аэрозольных примесей в нижней стратосфере проведены численные

эксперименты по моделированию формирования сульфатных частиц слоя Юнге и частиц полярных стратосферных облаков. Исследовано также их влияние на газовый и аэрозольный состав атмосферы (к.ф.-м.н. Арутюнян В.О.).

Проект “Определение объёма биомассы растительного покрова по данным аэрокосмического мониторинга”

Проведено сравнение самолетных гиперспектральных (сотни каналов в видимой и ближней инфракрасной области длин волн) и спутниковых многоспектральных (8 каналов в указанной области спектра) данных для выбранной тестовой территории в Тверской области. Сравнились результаты обработки гиперспектральных изображений аппаратуры AV-VD разработки НПО Лептон, г. Зеленоград и многоспектральных изображений WorldView-2 (компания DigitalGlobe) вместе с данными наземных лесотаксационных обследований тестовой территории.

Показано, что данные гиперспектральной самолетной аппаратуры демонстрируют более высокую точность распознавания 7 основных классов объектов (вода, искусственные объекты, открытые почвы, сосняки, березняки, осинники, трава) при разделении указанных объектов лесного покрова на три градации их солнечного освещения: полностью освещенные верхушки крон деревьев, полностью затененное фоновое пространство и наполовину освещенные и затененные фитоэлементы (д.ф.-м.н. Козодёров В.В.).

Проведено усовершенствование методов распознавания типов лесной поверхности по данным многоканального и гиперспектрального дистанционного зондирования.

Осуществлена привязка к местности как самолетных, так и спутниковых фрагментов по сопутствующим данным GPS навигации. Разработаны средства пересчета каждого пиксела спутниковых изображений и самолетных треков в терминах широты и долготы (с точностью до секунды). На этой основе создана база данных для схем распознавания типов подстилающей поверхности по вновь полученным спутниковым данным (к.ф.-м.н. Егоров В.Д.).

Предложена эффективная модификация метода декодирования, которая позволяет совместно использовать базовые классификаторы различной степени сложности. Проведены численные эксперименты, показывающие новые возможности данного метода при обработке мультиспектральных и гиперспектральных изображений ВБИК диапазона. Предложена методика классификации локальных атмосферных метеорологических явлений в прибрежной зоне на основе данных прямых и дистанционных измерений метеопараметров. На основе экспериментов с реальными данными показано, что в более чем 80% случаев алгоритмы машинного обучения позволяют распознать рассматриваемые метеорологические классы (к.ф.-м.н. Дмитриев Е.В.).

5. Премии, награды и почетные звания, полученные сотрудниками ИВМ РАН в 2017 году

1. Грант Президента Российской Федерации присужден *коллективу ведущей научной школы под руководством академика Дымникова Валентина Павловича* в области “Науки о Земле, экологии и рациональном природопользовании”.
2. Почетной грамотой Российской академии наук награжден д.ф.-м.н. *Бочаров Геннадий Алексеевич* за многолетний плодотворный труд на благо отечественной науки в области биоматематики.
3. Грант Президента Российской Федерации молодым кандидатам наук присужден научному сотруднику *Никитину Кириллу Дмитриевичу* (научный руководитель – член-корр. РАН Василевский Ю.В.).
4. Стипендия Президента Российской Федерации присуждена научному сотруднику к.ф.-м.н. *Захаровой Наталье Борисовне* (научный руководитель – д.ф.-м.н. Агошков В.И.)
5. Дипломы победителей конкурса научных работ молодых учёных на 60-й научной конференции МФТИ присуждены студентам кафедры вычислительных технологий и моделирования в геофизике и биоматематике ФУПМ МФТИ *Останину Павлу Антоновичу, Орловой Ольге Георгиевне*.
6. Диплом за лучший научный доклад на международной конференции "Суперкомпьютерные дни в России 2017" получила группа, в составе которой член-корр. РАН *Ибраев Рашид Ахметзиевич* и к.ф.-м.н. *Кауркин Максим Николаевич*.
7. Диплом за лучший научный доклад на международной конференции "Суперкомпьютерные дни в России 2017" получила группа в составе: д.ф.-м.н. *Толстых Михаил Андреевич*, к.ф.-м.н. *Фадеев Ростислав Юрьевич*, к.ф.-м.н. *Шашкин Владимир Валерьевич*, аспирант *Гойман Гордей Сергеевич*.

6. Международные научные связи

6.1. Двусторонние договоры

В 2017 году ИВМ РАН имел договоры и проекты в рамках научно-технического сотрудничества:

- “Разработка и анализ новых методов дискретизации для потока трехфазных флюидов в пористой среде” (руководитель: д.ф.-м.н. Василевский Ю. В.), 2016-2018 гг. ExxonMobil Upstream Research Company, США, г. Хьюстон, США.
- Совместный проект ИВМ РАН, AWI (Германия) и IO PAS (Польша) “Уменьшение ошибок климатических моделей в Северной Атлантике для улучшения прогноза состояния климатической системы в Арктическом регионе” (руководители: д.ф.-м.н. Володин Е.М., Н.Goessling, A.Beszczyńska-Möller) – совместное финансирование 7-ой рамочной программы EU и РФФИ (конкурс ЭРА-НЕТ ПЛЮС), 2016-2018 гг.
- Совместный проект ИВМ РАН и Frankfurt University (Германия) “Флуктуационно-диссипационные соотношения, стохастичность и климатозависимые подсеточные параметризации в задачах моделирования климата” (руководители: д.ф.-м.н. Грицун А.С., U.Achatz) – совместное финансирование РФФИ и DFG (конкурс НННО-а), 2016-2017 гг.
- Договор о культурном и научном сотрудничестве между Университетом Тор Вергата, Италия, Рим и Институтом вычислительной математики Российской академии наук в области численной линейной алгебры и научных вычислений.

6.2. Командирование в зарубежные страны

В 2017 году ученые ИВМ РАН активно сотрудничали со своими иностранными коллегами. В частности, состоялись 38 поездок сотрудников ИВМ РАН в зарубежные страны, в том числе:

Австрия – 4

Великобритания – 1

Германия – 6

Греция – 1

Испания – 1

Италия – 1

Канада – 1

Китай – 3

Норвегия – 2

США – 6

Франция – 4

Финляндия – 2

Швейцария – 6

6.3. Финансирование поездок

В 2017 году третья часть зарубежных поездок осуществлялась за счёт проектов Российского научного фонда, остальная часть финансировалась средствами хоздоговоров, грантов МК и принимающей стороной. За счёт средств научной школы была 1 заграникомандировка.

6.3. Посещение ИВМ РАН иностранными учеными

В 2017 году ИВМ РАН принял 22 иностранных учёных из Англии, США, Франции, Испании, Италии, Индии, Чехии, Бразилии, Португалии, Китая, Германии, Венгрии, Сербии.

В ИВМ РАН 16 мая 2017 г. прошло совещание по биомедицинским исследованиям во главе с чл.-корр. РАН Василевским Ю.В. и китайскими учеными (11 человек) из Сеньженьского института передовых технологий Китайской академии наук.

7. Научно-организационная деятельность ИВМ РАН

7.1. Сведения о тематике исследований

Основными направлениями научной деятельности ИВМ РАН являются: вычислительная математика, математическое моделирование и их приложения.

В рамках этих направлений была определена тематика исследований:

- фундаментальные исследования в области вычислительной математики; разработка эффективных методов решения задач математической физики, разработка теории численных методов линейной алгебры, теории сопряженных уравнений, теории параллельных вычислений;
- создание математической теории климата, численное моделирование циркуляции атмосферы и океана, построение глобальных климатических моделей; анализ и моделирование сложных систем (окружающая среда, экология, медицина).

7.2. План НИР ИВМ

Фактически план НИР ИВМ в 2017 году состоял из 60 проектов, в том числе 22 проекта – по бюджету (госзадание, из них 7 проектов выполнялись по программам Президиума и отделений РАН), 4 – как договоры с различными организациями, 4 международных проекта, 8 проектов РНФ, 22 проекта РФФИ.

ИВМ РАН имел также гранты Президента РФ по поддержке ведущей научной школы академика Дымникова В.П., по поддержке молодых российских учёных (к.ф.-м.н. Никитин К.Д.) и стипендию Президента РФ (к.ф.-м.н. Захарова Н.Б.).

7.3. Научные кадры

Всего научных сотрудников – 71 (в т.ч. 14 вне бюджета; совместители: д.ф.-м.н. Оселедец И.В., д.ф.-м.н. Кобельков Г.М., д.ф.-м.н. Фурсиков А.В., д.ф.-м.н. Корнев А.А., д.ф.-м.н. Козодёров В.В., д.ф.-м.н. Дианский Н.А., к.ф.-м.н. Новиков К.А.), 2 внутренних совместителя и 8 совместителей вне бюджета.

Среди научных сотрудников:
докторов наук – 27 (в т.ч. 5 членов РАН: академики Дымников В.П., Тыртышников Е.Е., чл.-корр. Лыкосов В.Н., чл.-корр. Василевский Ю.В., чл.-корр. Ибраев Р.А.),
кандидатов наук – 29,
научных сотрудников без степени – 14,
аспирантов – 12.

Движение кадров: принято на работу 13 научных сотрудников вне бюджета, 5 по бюджету, уволено 4.

Защитили кандидатские диссертации: Кауркин М.В. (научный руководитель чл.-корр. Ибраев Р.А.), Новиков К.А. (научный руководитель д.ф.-м.н. Романюха А.А.), Сушникова Д.А. (научный руководитель д.ф.-м.н. Оселедец И.В.), Рахуба М.В. (научный руководитель д.ф.-м.н. Оселедец И.В.), Гамилов Т.М. (научный руководитель д.ф.-м.н. Оселедец И.В.).

7.4. Подготовка научных кадров

ИВМ РАН имеет лицензию Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки на ведение образовательной деятельности № 0083 от 29.05.2012 серия 90ЛО1 № 0000088, а также Свидетельство о гос.аккредитации № 0550 от 01.04.3013 серия 90А01 № 0000554.

В 2015 году в институте был сформирован Отдел аспирантуры как структурное подразделение во главе с к.ф.-м.н. Добросердовой Т.К. Институт получил государственную аккредитацию по программе подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению 02.06.01 Компьютерные и информационные науки – Приложение № 2 к Свидетельству об аккредитации, утверждённое приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 09 октября 2015 г. № 1798, серия 90А01 № 0009153.

На начало года в аспирантуре числилось 11 аспирантов. Окончили аспирантуру 3 человека, двое из них с успешным прохождением государственной аттестации. Вновь принято 4, из них на бюджетные места по плану – 4. На конец 2017 года в аспирантуре ИВМ числится 12 аспирантов, в т.ч. 9 на бюджетной основе, 3 вне бюджета.

В ИВМ базируется кафедра вычислительных технологий и моделирования в геофизике и биоматематике ФУПМ МФТИ (зав.кафедрой чл.-корр. Василевский Ю.В.). Практику в ИВМ проходили 13 студентов 1-2 курсов и 25 студентов 3-6 курсов МФТИ, а также 3 аспиранта.

Кроме того, практику в ИВМ проходили 25 студентов 3-5 курсов и 10 аспирантов кафедры вычислительных технологий и моделирования факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ им.М.В.Ломоносова (зав.кафедрой академик Тыртышников Е.Е.).

При ИВМ РАН действует диссертационный совет по защите диссертаций на соискание учёной степени доктора и кандидата наук. Совет Д.002.045.01 был утвержден приказом Рособнадзора № 1925-1261 от 08.09.2009 по трём специальностям: 01.01.07, 25.00.29, 05.13.18. Председатель совета – академик Тыртышников Е.Е., учёный секретарь – д.ф.-м.н. Г.А.Бочаров.

В 2017 году состоялось 5 защит кандидатской диссертации, среди них – 2 аспиранта ИВМ РАН (выпускники 2016 года), 1 аспирант МФТИ и 1 аспирант МГУ им. М.В. Ломоносова.

7.5. Ученый совет ИВМ

Ученый совет ИВМ избран и утверждён на Общем собрании ИВМ РАН 8 сентября 2015 г.

В 2017 г. проведено 21 заседаний Учёного совета.

На заседаниях:

- утверждался план НИР, основные научные результаты,
- уточнялись направления научных исследований,

- заслушивались и утверждались отчёты научных сотрудников,
- проводилась аттестация аспирантов,
- утверждался отчёт о работе института,
- рассматривались вопросы работы аспирантуры и докторантуры,
- утверждались индивидуальные планы и темы диссертационных работ аспирантов,
- принимались решения о проведении конференций,
- рассматривались вопросы о работе кафедр и др.

8. Семинары

8.1. Межинститутские семинары

Межинститутский семинар “Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования”

(руководители: академики В.П.Дымников и Е.Е.Тыртышников)

В 2017 году было проведено 2 заседания семинара:

“Теория звездной эволюции и пульсации звезд”, *Фадеев Ю.А.* (Институт астрономии РАН).

“Прикладные задачи акустики”, *Руденко О.В.* (Физический ф-т МГУ им. М.В.Ломоносова).

8.2. Институтские семинары

В 2017 году работало 5 регулярных институтских семинаров:

1) Семинар “Математическое моделирование геофизических процессов” (рук. академик Дымников В.П.).

2) Семинар “Методы решения задач вариационной ассимиляции данных наблюдений и управление сложными системами” (рук. д.ф.-м.н. Агошков В.И., д.ф.-м.н. Залесный В.Б.).

3) Семинар “Вычислительная математика и приложения” (академик Тыртышников Е.Е., д.ф.-м.н. Агошков В.И., д.ф.-м.н. Богатырёв А.Б., чл.-корр. РАН. Василевский Ю.В., д.ф.-м.н. Нечепуренко Ю.М.).

4) Семинар “Вычислительная математика, математическая физика, управление” (рук. д.ф.-м.н. Кобельков Г.М., д.ф.-м.н. Фурсиков А.В.).

5) Семинар “Математическое моделирование в иммунологии и медицине” (рук. д.ф.-м.н. Романюха А.А.).

9. Публикации сотрудников в 2017 году

Сотрудниками ИВМ РАН опубликовано в 2017 году 198 работ, в том числе:

6 монографий;

48 статей в центральных научных журналах России;

61 статья в иностранных журналах.

В 2017 году вышли из печати следующие книги:

1. *Тыртышников Е.Е.* Основы алгебры. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 464 с. ISBN 978-5-9221-1728-9.

2. *Агошков В.И.* Методы разделения области в задачах гидротермодинамики океанов и морей. – М.: ИВМ РАН, 2017. – 187 с.

3. *Барабанчиков А.В., Гамилов Т.М., Демченко В.В., Пастушков Р.С., Симаков С.С.* Упражнения и задачи контрольных работ по вычислительной математике. Часть I под ред. Демченко В.В. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 204 с., ISBN 978-5-7417-0631-2 (Ч.1).

4. *Толстых М.А., Шашкин В.В., Фадеев Р.Ю., Шляева А.В., Мизяк В.Г., Рогутов В.С., Богословский Н.Н., Гойман Г.С., Махнорылова С.В., Юрова А.Ю.* Система моделирования атмосферы для бесшовного прогноза. – М.: Триада лтд., 166 с. ISBN 978-5-9908623-3-3.

5. *Чугунов В.Н.* Нормальные и перестановочные теплицевы и ганкелевы матрицы. – М.: Наука, 2017. – 272 с. – ISBN 978-5-02-040055-9.

6. *Andrzej Cichocki, Anh-Huy Phan, Qibin Zhao, Namgil Lee, Ivan Oseledets, Masashi Sugiyama, Danilo Mandic.* Tensor networks for dimensionality reduction and large-scale optimization: Part 2 applications and future perspectives. Foundations and Trends in Machine Learning, 9(6):431–673, 2017. NOW Publishers: Boston – Delft, 2017/ ISBN: 978-1-G8083-276-1.

В 2017 году опубликованы следующие научные работы:

Проект “Матричные методы в математике и приложениях”

1. Tretyakov A., Tyrtysnikov E., Ustimenko A. The triviality condition for the kernels of quadratic mappings and its application in optimization methods. *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*, 2017, VSP (Netherlands), 32 (4), pp. 267-274.
2. Sulimov A.V., Zheltkov D.A., Oferkina I.V., Kutov D.C., Katkova E.V., Tyrtysnikov E.E., Sulimov V.B. Evaluation of the novel algorithm of flexible ligand docking with moveable target protein atoms. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 2017, 15, pp. 275-285.
3. Загидулин Р.Р., Смирнов А.П., Матвеев С.А., Тыртышников Е.Е. Эффективный численный метод численного решения математической модели переноса коагулирующих частиц. *Вестник Московского университета. Серия 15: Вычислительная математика и кибернетика*, 2017, том 41 (4), с. 28-34.
4. Zagidullin R.R., Smirnov A.P., Matveev S.A., Tyrtysnikov E.E. An efficient numerical method for a mathematical model of a transport of coagulating particles. *Moscow University Computational Mathematics and Cybernetics*, 2017, 41 (4), pp. 179-186.
5. Zheltkova V.V., Zheltkov D.A., Grossman Z., Bocharov G.A., Tyrtysnikov E.E. Tensor based approach to the numerical treatment of the parameter estimation problems in mathematical immunology, *Journal of Inverse and Ill-Posed Problems*, VSP, 2017, published online 2017-05-25, DOI: 10.1515/jiip-2016-0083.
6. А.Б.Богатырев, С.А.Горейнов, С.Ю.Лямаев. Аналитический подход к синтезу многополосных фильтров и его сравнение с другими подходами, *Пробл. передачи информ.*, 2017, 53(3): 64-77.
7. A.B.Bogatyrev, S.A.Goreinov, S.Yu.Lyamaev. Efficient synthesis of optimal multiband filter, *Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling*, 2017, 32(4): 1-7.
8. Stavtsev S.L. H2 Matrix and Integral Equation for Electromagnetic Scattering by a Perfectly Conducting Object. “Integral Methods in Science and Engineering: Practical Applications“, 2017, p. 235-243.

9. Aparinov A., Setukha A., Stavtsev S. Supercomputer modelling of electromagnetic wave scattering with boundary integral equation method. *Communications in Computer and Information Science*, 2017, V. 793. pp. 325-336.
10. Ставцев С.Л. Применение малоранговых аппроксимаций к решению интегральных уравнений в задачах аэродинамики и электродинамики. В сборнике “Современные проблемы физико-математических наук. Материалы III международной научно-практической конференции”, Орел: ОГУ, 2017, с. 186-190.
11. В.Н.Чугунов, Х.Д.Икрамов. Об описании пар квазикоммутирующих теплицевых и ганкелевых матриц // *СибЖВМ*. 2017. Т. 20, N 4. С. 439-444.
12. В.Н.Чугунов, Х.Д.Икрамов. О классификации пар антиперестановочных теплицевой и ганкелевой матриц // *Доклады РАН*. 2017. Т. 476, N 3. С. 272-275.
13. Х.Д.Икрамов, В.Н.Чугунов. Об описании пар антикоммутирующих теплицевой и ганкелевой матриц // *Записки научных семинаров ПОМИ*. 2017. Т. 463. С. 160-223.
14. A.I. Osinsky, N.L. Zamarashkin, Pseudo-skeleton approximations with better accuracy estimates, *Linear Algebra and its Applications*, 2018, v. 537, pp. 221-249.
15. N.L. Zamarashkin, D.A. Zeltkov, Block Lanczos-Montgomery method with reduced data exchanges, *Communications in Computer and Information Science*, 2017, 687.
16. N.L. Zamarashkin, D.A. Zheltkov, GPU Acceleration of Dense Matrix And Block Operations for Lanczos Method for Systems over Large Prime Finite Field, *CCIS*, 2017, 793.
17. Grigory Drozdov, Igor Ostanin, Ivan Oseledets. Time-and memory-efficient representation of complex mesoscale potentials. *J. Comp. Phys.*, 2017, 343:110–114.
18. Alexander Fonarev, Oleksii Hrinchuk, Gleb Gusev, Pavel Serdyukov, Ivan Oseledets. Riemannian optimization for skip-Gram negative sampling. arXiv preprint 1704.08059, 2017.
19. E.Frolov, I.Oseledets. Tensor methods and recommender systems. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2017, 7(3).

20. V. Khruikov, I. Oseledets. Art of singular vectors and universal adversarial perturbations. arXiv preprint 1709.03582, 2017. 1.
21. Valentin Khruikov, Maxim Rakhuba, Ivan Oseledets. Vico-Greengard-Ferrando quadratures in the tensor solver for integral equations. arXiv preprint 1704.01669, 2017.
22. I. V. Oseledets, G. V. Ovchinnikov, A. M. Katrutsa. Fast, memory efficient low-rank approximation of SimRank. *Journal of Complex Networks*, 5(1):111–126, 2017. doi:10.1093/comnet/cnw008.
23. I. Oseledets, M. Rakhuba, A. Uschmajew. Alternating least squares as moving subspace correction. arXiv preprint 1709.07286, 2017.
24. I. Ostanin, I. Tsybulin, M. Litsarev, I. Oseledets, D. Zorin. Scalable topology optimization with the kernel-independent fast multipole method. *Engineering Analysis with Boundary Elements*, 2017, 83:123–132.
25. I. Ostanin, D. Zorin, I. Oseledets. Fast topological-shape optimization with boundary elements in two dimensions. *Russian J. Numer. Anal. Math. Modell.*, 2017, 32(2):127–133.
26. I. Ostanin, D. Zorin, I. Oseledets. Parallel optimization with boundary elements and kernel independent fast multipole method. *International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements*, 2017, 5(2):154–162.
27. G. Ovchinnikov, D. Zorin, I. Oseledets. Robust regularization of topology optimization problems with a posteriori error estimators. arXiv preprint 1705.07316, 2017.
28. V. Pimanov, I. Oseledets. Regularization of topology optimization problem by the FEM a posteriori error estimator. arXiv preprint 1706.03516, 2017.
29. M. Rakhuba, I. Oseledets. Jacobi-Davidson method on low-rank matrix manifolds. arXiv preprint 1605.03795, 2017.
30. D. Sushnikova, I. Oseledets. Simple non-extensive sparsification of the hierarchical matrices. arXiv preprint 1705.04601, 2017.

Проект “Сопряженные уравнения и методы теории управления в нелинейных задачах математической физики”

1. Agoshkov V.I. Statement and study of some inverse problems in modelling of hydrophysical fields for water areas with ‘liquid’ boundaries // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling, 2017, vol.32, No.2. Pp. 73–90.
2. Parmuzin E.I., Agoshkov V.I., Zakharova N.B., and Shutyaev V.P. Variational assimilation of mean daily observation data for the problem of sea hydrothermodynamics // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling, 2017, vol.32, No.3, pp. 187-195.
3. Agoshkov V.I., Sheloput T.O. The study and numerical solution of some inverse problems in simulation of hydrophysical fields in water areas with ‘liquid’ boundaries // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling, V. 32, No. 3, 2017, P. 147-164.
4. Agoshkov V.I. Formulation and study of some inverse problems in modeling of hydrophysical fields in water areas with “liquid” boundaries // Geophysical Research Abstracts, EGU General Assembly 2017. V. 19, EGU2017-7707, 2017.
5. Agoshkov V.I., Sheloput T.O. Variational data assimilation for limited-area models: solution of the open boundary control problem and its application for the Gulf of Finland // Geophysical Research Abstracts, EGU General Assembly 2017. V. 19, EGU2017-765, 2017.
6. Захарова Н.Б., Агошков В.И., Асеев Н.А., Пармузин Е.И., Шелопут Т.О., Шутяев В.П. Simulation of a class of hazardous situations in the ICS «INM RAS – Baltic Sea» // Geophysical Research Abstracts Vol. 19, EGU2017-2486, 2017. EGU General Assembly 2017.
7. E.Parmuzin, V.Agoshkov, and N.Zakharova Variational data assimilation problem for the thermodynamics model with displaced pole // Geophysical Research Abstracts. Vol. 19, EGU2017-6656, 201. EGU General Assembly 2017.
8. N. Lezina, V. Agoshkov. Domain decomposition method for the Baltic Sea based on theory of adjoint equation and inverse problem // Geophysical Research Abstracts, Vol. 19, EGU2017-766, 2017.

9. Aseev N.A., Agoshkov V.I., Sheloput T.O. Application of oil spill model to marine pollution and risk control problems // Geophysical Research Abstracts, EGU General Assembly 2017. V. 19, EGU2017-10585-1, 2017.
10. Агошков В.И., Асеев Н.А., Лёзина Н.Р., Захарова Н.Б., Пармузин Е.И., Шелопут Т.О., Шутяев В.П. Моделирование класса опасных явлений в информационно-вычислительной системе «ИВМ РАН – Балтийское море» // Сборник тезисов пятнадцатой Всероссийской открытой конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса", прошедшей 13-17 ноября 2017, ИКИ РАН, Москва.
11. Агошков В.И., Лёзина Н.Р. Применение метода разделения области для задачи о распространении тепла в Балтийском море // Ломоносовские чтения: Научная конференция, Москва, факультет ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова: Тезисы докладов. – М.: МАКС Пресс, 2017. – С. 102-103.
12. Агошков В.И., Шелопут Т.О. Ассимиляция данных о температуре в сигма-модели Балтийского моря для восстановления граничных функций на открытых границах акватории // Ломоносовские чтения: Научная конференция, Москва, факультет ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова, 17-26 апреля 2017 г.: Тезисы докладов. – М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ; МАКС Пресс, 2017. С. 101-102.
13. Агошков В.И., Лёзина Н. Р. Новые подходы к формулировке метода разделения области и алгоритм крупноблочного распараллеливания для задач математического моделирования // Сборник трудов Международной научной конференции «Современные проблемы математического моделирования, обработки изображений и параллельных вычислений» - Ростов-на-Дону: Издательский Центр ДГТУ, 2017. -С.6-13.
14. Агошков В.И., Шелопут Т.О. Вариационная ассимиляция данных о температуре для модели гидротермодинамики Балтийского моря: решение задачи открытых границ // Сборник трудов конференции «Современные проблемы математического моделирования, обработки изображений и параллельных вычислений 2017». – Ростов-на-Дону: Издательский Центр ДГТУ, 2017. С. 14-22.
15. Лёзина Н.Р., Шелопут Т.О., Агошков В.И. Численное решение задачи о восстановлении граничных функций на «внешних и внутренних жидких границах» // Труды 60-й научной конференции МФТИ. - М.: МФТИ, 2017.
16. E.I. Parmuzin, N.B. Zakharova, V.P. Shutyaev and V.I. Agoshkov “Variational data assimilation problem for the Baltic Sea thermodynamics model” // Abstracts book of the IMA Conference on Inverse Problems from Theory to Ap-

plication hold on the 19 – 21 of September 2017 in the Centre for Mathematical Sciences, University of Cambridge. P. 21.

17. N. Lezina, V. Agoshkov. New approaches to formulation of domain decomposition algorithms based on theory of inverse problems and variational data assimilation // Abstracts book IMA Conference on Inverse Problems from Theory to Application - Centre for Mathematical Sciences, University of Cambridge, 2017 - p. 20-21.
18. Zalesny V., Agoshkov V., Aps R., Shutyaev V., Zayachkovskiy A., Goerlandt F., and Kujala P. Numerical modeling of marine circulation, pollution assessment and optimal ship routes. *J. Mar. Sci. Eng.*, 2017, 5(3), 27, pp.1-20. doi:10.3390/jmse5030027.
19. Агошков В.И., Лёзина Н.Р. Численное решение методом разделения области задачи о распространении тепла в акватории Балтийского моря // глава в книге Агошков В.И. Методы разделения области в задачах гидротермодинамики океанов и морей. - М.: ИВМ РАН, 2017. - с. 173-181.
20. Gejadze, H. Oubanas and V. Shutyaev. Implicit treatment of model error using inflated observation-error covariance. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 2017, v.143, pp.2496–2508. DOI:10.1002/qj.3102.
21. Shutyaev, V., Gejadze, I., Vidard, A., and Le Dimet, F.-X. Optimal solution error quantification in variational data assimilation involving imperfect models // *Int. J. Numer. Meth. Fluids*, 2017, v.83, no.3, pp.276-290.
22. Shutyaev V., Le Dimet F.-X, Shubina E. Sensitivity with respect to observations in variational data assimilation // *Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling*, 2017, v.32, no.1, pp.61-71. DOI: 10.1515/rnam-2017-0006.
23. Шутяев В.П., Пармузин Е.И. Исследование чувствительности оптимального решения задачи вариационного усвоения данных для модели термодинамики моря // Сборник трудов Международной научной конференции «Современные проблемы математического моделирования, обработки изображений и параллельных вычислений» - Ростов-на-Дону: Издательский Центр ДГТУ, 2017, с.311-319.
24. Захарова Н.Б., Пармузин Е.И., Шутяев В.П. Исследование статистических свойств ошибок данных спутниковых наблюдений и их использование в задачах вариационной ассимиляции данных // Сборник тезисов пятнадцатой Всероссийской открытой конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса", 13-17 ноября 2017, ИКИ РАН, Москва.

25. N.B. Zakharova, E.I. Parmuzin and V.P. Shutyaev. Investigation of the statistical properties of observation data errors // Abstracts book of the IMA Conference on Inverse Problems from Theory to Application hold on the 19 – 21 of September 2017 in the Centre for Mathematical Sciences, University of Cambridge. P. 20.
26. Захарова Н.Б. Проблемы обработки данных наблюдений в задачах математического моделирования морских сред. Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Часть 1. – Майкоп: Изд-во «ИП Кучеренко В.О.», 2017. С. 211-219. ISBN 978-5-906696-84-7, ISBN 978-5-906696-85-4 – Ч.1.
27. Шелопут Т.О. Вариационная ассимиляция данных о температуре для модели гидротермодинамики Балтийского моря: решение проблемы открытых границ // Современные проблемы математического моделирования: тезисы XVII Всероссийской Конференции-школы молодых исследователей / Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. С. 74.
28. Шелопут Т.О. Вариационная ассимиляция данных наблюдений о температуре на открытой границе в модели гидротермодинамики Балтийского моря // Сборник трудов Пятнадцатой Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 2017. С. 1.
29. Лёзина Н.Р. Алгоритм крупноблочного распараллеливания на основе метода разделения области для модели динамики моря // Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Часть 2. – Майкоп: Изд-во «ИП Кучеренко В.О.», 2017. – С. 42-46.

Проект “Оптимальные методы в задачах вычислительной математики”

1. Bogatyrev A. How many Zolotarev fractions are there? // Constructive Approximation, 46, 2017, стр.37-45.
2. Богатырёв А.Б. Вещественные мероморфные дифференциалы: язык для описания меронных конфигураций в планарных магнитных нанозементах // Теоретическая и математическая физика, Том 193, No 1 октябрь, 2017, 162-176.

3. Bogatyrev A.B., Metlov K.L. Topological constraints on positions of magnetic solitons in multiply-connected planar magnetic nano-elements // *Physical Review B*, 95(2), 95(2) с. 024403-1-5.
4. Богатырев А.Б., Григорьев О.А. Замкнутая формула для емкости нескольких отрезков на прямой // *Труды Математического института им. В.А. Стеклова*, 2017, т. 298, с. 67–74.
5. Andrei B. Bogatyrev, Sergei A. Goreinov, and Sergei Yu. Lyamaev. Efficient synthesis of optimal multiband filter // *Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling* 2017; 32 (4):1–7.
6. Bogatyrev, Grigoriev O. Conformal mapping of rectangular heptagons II // *Comp. Methods and Function Theory*, 2017 (published online DOI: 10.1007/s40315-017-0217-z).
7. Богатырев А. Б., Горейнов С. А., Лямаев С. Ю. Аналитический подход к синтезу многополосных фильтров и его сравнение с другими подходами // *Проблемы передачи информ.*, 53:3, 2017, 64–77.
8. Nechepurenko Yu.M., Sadkane M. Computing humps of the matrix exponential // *J. of Comput. and Appl. Math.* 2017. V.319. P.87-96.
9. Boiko A.V., Nechepurenko Yu.M., Ivanov A.V., Kachanov Y.S., Mischenko D.A. Excitation of unsteady Goertler vortices by localized surface nonuniformities // *Theoretical and Computational Fluid Dynamics*, 2017, V.31, P.67–88.
10. Boiko A.V., Demyanko K.V., Nechepurenko Yu.M. On computing the location of laminar-turbulent transition in compressible boundary layers // *Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling*. 2017, V.32, N.1, P. 1-12.
11. Bocharov G.A., Nechepurenko Y.M., Khristichenko M.Y., Grebennikov D.S. Maximum response perturbation-based control of virus infection model with time-delays // *Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling*, 2017. V. 32, N. 5, P.275-291.
12. Demyanko K.V., Nechepurenko Yu.M., Sadkane M. A Newton-type method for non-linear eigenproblems // *Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling*, 2017, V.32, N.4, P.237-244.
13. Boiko A.V., Kirilovskiy S.V., Nechepurenko Y.M., Poplavskaya T.V. On non-symmetric axial corner-layer flow // *MPCMEP IOP Publishing IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 894 (2017) 012011 (P.1-6).

14. Бочаров Г.А., Нечепуренко Ю.М., Христиченко М.Ю., Гребенников Д.С. Управление моделями вирусных инфекций с запаздывающими переменными на основе оптимальных возмущений // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2017, № 52, 28 с.

Проект “Прямые и обратные задачи моделирования пространственно-временной динамики иммунных и инфекционных процессов”

1. Sazonov I., Grebennikov D., Kelbert M., Bocharov G. Modelling Stochastic and Deterministic Behaviours in Virus Infection Dynamics. *Math. Model. Nat. Phenom.* Vol. 12, No. 5, 2017, pp. 63-77 DOI <https://doi.org/10.1051/mmnp/201712505>.
2. Ratushny A.V., De Leenheer P., Bazhan S.I., Bocharov G.A., Khlebodarova T.M., Likhoshvai V.A. On the Potential for Multiscale Oscillatory Behavior in HIV. *Global Virology II-HIV and NeuroAIDS*, 897-924 Springer, New York, NY.
3. Bocharov G.A., Nечepurenko Yu.M., Khristichenko M. Yu., Grebennikov D.S. Maximum response perturbation-based control of virus infection model with time-delays. *Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling* 2017; 32 (5):275–291 DOI 10.1515/rnam-2017-00.
4. Bocharov G., Meyerhans A., Bessonov N., Trofimchuk S., Volpert V. Modelling the dynamics of virus infection and immune response in space and time. *International journal of parallel, emergent and distributed systems*, 2017 Pages 1-15. Published online: 29 Aug 2017 <http://dx.doi.org/10.1080/17445760.2017.1363203>.
5. Novkovic M, Onder L, Bocharov G, Ludewig B. Graph Theory-Based Analysis of the Lymph Node Fibroblastic Reticular Cell Network. *Methods Mol Biol.* 2017;1591:43-57.
6. Valeriya V. Zheltkova, Dmitry A. Zheltkov, Zvi Grossman, Gennady A. Bocharov, Eugene E. Tyrtysnikov. Tensor based approach to the numerical treatment of the parameter estimation problems in mathematical immunology. *Journal of Inverse and Ill-posed Problems*. Published Online: 2017-05-25. DOI: <https://doi.org/10.1515/jiip-2016-0083>.
7. Bouchnita A., Bocharov G., Meyerhans A., Volpert V. (2016) Hybrid approach to model the spatial regulation of T cell responses. *BMC Immunology*. 2017, 18(Suppl 1):29 DOI 10.1186/s12865-017-0205-0.

8. Savinkov R., Kislitsyn A., Watson D.J., van Loon R., Sazonov I., Novkovic M., Onder L., Bocharov G. Data-driven modelling of the FRC network for studying the fluid flow in the conduit system. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2017, 62: 341-349.
9. Bouchnita A., Bocharov G., Meyerhans A, Volpert V. Towards a Multiscale Model of Acute HIV Infection. *Computation*. 2017, 5 (1), 6.
10. Grebennikov D., van Loon R., Novkovic M., Onder L., Savinkov R., Sazonov I., Tretyakova R., Watson D.J., Bocharov G. Critical Issues in Modelling Lymph Node Physiology. *Computation* 2017, 5(1), 3; doi:10.3390/computation5010003
11. Grebennikov D., Bocharov G. Modelling the structural organization of lymph nodes, 2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2017 – Proceedings, pp. 2653–2655, 2017.
12. Бочаров Г.А., Нечепуренко Ю.М., Христинченко М.Ю., Гребенников Д.С. Управление моделями вирусных инфекций с запаздывающими переменными на основе оптимальных возмущений // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2017, 052.

Проект “Математическое моделирование процесса против-инфекционной защиты: энергетика и адаптация”

1. Sannikova T.E., Romanyukha A.A., Barbi E., Caselli G., Franceschi C., Yashin A.I. Modeling of Immunosenescence and Risk of Death from Respiratory Infections: Evaluation of the Role of Antigenic Load and Population Heterogeneity *Math. Model. Nat. Phenom.*, 12 5 (2017) 48-62.
2. Каркач А.С., Романюха А.А., Борисов С.Е., Белиловский Е.М., Санникова Т.Е., Авилов К.К. Анализ факторов, связанных с заболеваемостью туберкулезом постоянного населения г. Москвы в 2010–2014 гг.. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. Том 22, № 3, 2017 стр. 121-127.
3. Руднев С.Г., Анисимова А.В., Синдеева Л.В., Задорожная Л.В., Лукина С.С., Малахина А.В., Вашура А.Ю., Цейтлин Г.Я., Година Е.З. Методические вопросы изучения вариаций подкожного жира: сравнение различных типов калиперов // *Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология*. 2017. №3. С.4-26.
4. Руднев С.Г., Цейтлин Г.Я., Вашура А.Ю., Лукина С.С., Румянцев А.Г. Соматотип детей и подростков с онкологическими заболеваниями в со-

стоянии ремиссии и возможности его биоимпедансной оценки // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2017. Т.96, №1. С.186-193.

5. Стародубов В.И., Мельников А.А., Руднев С.Г. О половом диморфизме роста-весовых показателей и состава тела российских детей и подростков в возрасте 5-18 лет: результаты массового популяционного скрининга // Вестник РАМН. 2017. Т.72, №2. С.134-142.
6. Starunova O.A., Rudnev S.G., Starodubov V.I. HCViewer: software and technology for quality control and processing raw mass data of preventive screening // Russ. J. Numer. Anal. Math. Model. 2017. V.32, N5. P.315-326.
7. Мачарадзе Д.Ш., Янаева Х.А., Авилов К.К. Амброзийная аллергия на юге России – в Чеченской республике // Georgian Medical News. 2017. Т.266, №5, С.93-99.
8. Новиков К.А. Принцип максимума для моделей многофазной фильтрации Вычислительные методы и программирование. 2017. Т. 18, вып. 2. С. 138—145.
9. Новиков К.А. Принципы максимума в моделях многофазной фильтрации. В: Современные проблемы математического моделирования. Тезисы XVII Всероссийской конференции-школы молодых исследователей, Абрау-Дюрсо, Россия, 11–16 сентября 2017, с. 52.

Проект “Построение и исследование численных методов решения задач динамики океана и вязкой несжимаемой жидкости”

1. Danilov A., Lozovskiy A., Olshanskii M., Vassilevski Yu. A finite element method for the Navier-Stokes equations in moving domain with application to hemodynamics of the left ventricle. Russian J. Numer. Anal. Math. Modelling, V.32, No.4, 225-236, 2017.
2. Nikitin K., Olshanskii M., Terekhov K., Vassilevski Yu., Yanbarisov R. An adaptive numerical method for free surface flows passing rigidly mounted obstacles. Computers & fluids, V.148, 56-68, 2017.
3. Kramarenko V., Nikitin K., Vassilevski Yu. A finite volume scheme with improved well modeling in subsurface flow simulation. Comp.Geosciences, V.21, 2017, published online <http://rdcu.be/uxFD>.
4. Konshin I., Olshanskii M., Vassilevski Yu. LU factorizations and ILU preconditioning for stabilized discretizations of incompressible Navier–Stokes equations. Numer. Linear Algebra Appl., V.24, No.3, DOI:10.1002/nla.2085, 2017.

5. Vassilevski Yu., Beklemysheva K., Grigoriev G., Kulberg N., Petrov I., Vasyukov A. Numerical modelling of medical ultrasound: phantom-based verification. *Russian J. Numer. Anal. Math. Modelling*, V.32, No.5, 339-346, 2017.
6. Копылов Ф.Ю., Быкова А.А., Щекочихин Д.Ю., Елманаа Х.Э., Дзюндзя А.Н., Василевский Ю.В., Симаков С.С. Бессимптомный атеросклероз брахиоцефальных артерий — современные подходы к диагностике и лечению. *Терапевтический архив*. V.89, No.4, 95-100, 2017.
7. Danilov A., Yurova A., Stark M., Mynbaev O., Vassilevski Y. Towards a unified evidence-based cesarean section in the african continent the introduction of the all-african surgical database. *Clin Obstet Gynecol Reprod Med*, V.3, No.3, 1-4, 2017.
8. Буренчев Д.В., Копылов Ф.Ю., Быкова А.А., Гамилов Т.М., Гогниева Д.Г., Симаков С.С., Василевский Ю.В. Математическая модель прогнозирования кровотока в экстракраниальных отделах брахиоцефальных артерий на предоперационном этапе каторидной эндартерэктомии. *Российский кардиологический журнал*, No.4, 88-92, 2017.
9. Василевский Ю.В., Саламатова В.Ю., Лозовский А.В. О компактных формулах расчета деформаций мягких биологических тканей. *Дифференциальные уравнения*, том 53, No.7, 935–942, 2017.
10. Кобельков Г.М., Ложников М.А., Шайтан К.В. Динамика формирований коллективных конформационных степеней свободы при фолдинге макромолекулярной цепи в вязкой среде. *Биофизика*, 2017, т.62, №2.
11. Кобельков Г.М., Соколов А.Г. Об одной неявной разностной схеме для уравнений баротропного газа. *Чебышевский сборник*, 2017, №3.
12. Капырин И.В., Сускин В.В., Расторгуев А.В., Никитин К.Д. Верификация моделей ненасыщенной фильтрации и переноса в зоне аэрации на примере расчетного кода GeRa. *Вопросы атомной науки и техники, серия «Математическое моделирование физических процессов»*, – 2017 – №1 – С. 60-75.
13. Konshin I., Kapurin I. Scalable Computations of GeRa Code on the Base of Software Platform INMOST. *Lecture notes in computer science*. Vol 10421. V. Malyshkin (Ed.): PaCT 2017, pp. 433–445, 2017.

14. Konshin I. Parallel computational models to estimate an actual speedup of analyzed algorithm. In: Vol. 687 of Communications in Computer and Information Science (Ed. Vl. Voevodin), Springer, 2017, 304-317.
15. Bagaev D.V., Konshin I.N., Nikitin K.D. Dynamic optimization of linear solver parameters in mathematical modelling of unsteady processes, RuSCDays 2017, Springer, Communications in Computer and Information Science, Vol. 793, 54-66.
16. Kramarenko V., Konshin I., Vassilevski Y. Ani3D-extension of parallel platform INMOST and hydrodynamic applications. RuSCDays 2017, Springer, Communications in Computer and Information Science, Vol. 793, 219-228.
17. Tinelli A., Mynbaev O.A., Vergara D., Di Tommaso S., Gerli S., Favilli A., Mazzon I., Sparic R., Eliseeva M., Simakov S.S., Danilov A.A., Malvasi A. Uterine-preserving operative therapy of uterus myomatosis // Hysterectomy, 2017, P. 429–466.
18. Добросердова Т.К. Двухмасштабное 1D-3D моделирование течения крови для медицинских приложений. Международная конференция по математической теории управления и механике. Тезисы докладов. Суздаль, 7-11 июля 2017, 15 Международная конференция по математической теории управления и механике. — Владимир ООО "Аркаим" Суздаль, 2017. — с.64.
19. Добросердова Т.К. 1D-3D моделирование течения крови для медицинских приложений. Современные проблемы математического моделирования: тезисы XVII Всероссийской конференции-школы молодых исследователей/ Южный федеральный университет; отв. ред. Г.В.Муратова, И.Н.Шабас. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017.
20. Dobroserdova T. Geometrical multiscale 1D-3D modelling of blood flow in cerebral arteries. 5th International Conference on Computational and Mathematical Biomedical Engineering - CMBE2017, 10–12 April 2017, United States. P. Nithiarasu, A.M. Robertson (Eds.). Vol.1, 2017, pp.344-347.
21. Chernyshenko A.Y., Olshanskii M.A., Vassilevski Y.V. A hybrid finite volume – finite element method for bulk–surface coupled problems // Journal of Computational Physics, 2017. V. 352, pp. 516 – 533.
22. Chernyshenko A., Olshanskii M., Vassilevski Y. A Hybrid Finite Volume—Finite Element Method for Modeling Flows in Fractured Media. In: Cancès C., Omnes P. (eds) Finite Volumes for Complex Applications VIII - Hyperbolic,

Elliptic and Parabolic Problems. FVCA 2017. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, 2017, vol 200. Springer.

23. Vassilevski Y.V., Salamatova V.Y., Lozovskiy A.V. Concise formulas for strain analysis of soft biological tissues. *Differential Equations*, 2017, 53(7), 908-915.
24. Городнова Н.О. «Математическое моделирование кровеносных капилляров и потока крови через них. Современные проблемы математического моделирования. Тезисы XVII Всероссийской конференции-школы молодых исследователей, Абрау-Дюрсо, Россия, 11– 16 сентября 2017, с. 52.
25. Саламатова В.Ю., Василевский Ю.В., Об эллиптичности гиперупругих моделей, восстанавливаемых по экспериментальным данным. *Современная математика. Фундаментальные направления*, 2017. Том 63, №3.
26. Kuznetsov M.B., Kolobov A.V. Mathematical modelling of chemotherapy combined with bevacizumab. *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*, V.32(5), pp.293–304, 2017.
27. Kuznetsov M., Kolobov A., Polezhaev A. Pattern formation in a reaction-diffusion system of Fitzhugh-Nagumo type before the onset of subcritical Turing bifurcation. *Physical Review E*, V.95(5), 052208, 2017.
28. Gubernov V.V., Kudryumov V.N., Kolobov A.V. Propagation of combustion waves in the shell-core energetic materials with external heat losses. *Proceedings of the Royal Society A-Mathematical Physical and Engineering Sciences*, V.473(2199), 20160937, 2017.
29. Golov A., Simakov S., Soe Y.N., Mynbaev O.A., Pryamonosov R., Kholodov A.S. Multiscale CT-Based Computational Modeling of Alveolar Gas Exchange during Artificial Lung Ventilation, Cluster (Biot) and Periodic (Cheyne-Stokes) Breathing and Bronchial Asthma Attack. *Computation*, 5(1), 11, 2017, DOI: 10.3390/computation5010011.
30. Golov A.V., Simakov S.S. Mathematical model of respiratory regulation during hypoxia and hypercapnia. *Computer research and modeling*, 9(2), 297-310, 2017.
31. Mynbaev O.A., Ivanov A.A., Simakov S.S., Roubilova X.I., Eliseeva M.Yu., Benhidjeb T., Stark M. Work of separation — A method to assess intraperitoneal adhesion and healing of parietal peritoneum in an animal model. *Clinical biomechanics*, 42, 97-98, 2017.

32. Mynbaev O.A., Malvasi A., Simakov S.S., Tinelli A. Comment on "Oestrogen-induced angiogenesis and implantation contribute to the development of parasitic myomas after laparoscopic morcellation". *Reproductive Biology and Endocrinology*, 15:54, 2017, DOI 10.1186/s12958-017-0268-z.
33. Kuznetsov Yu.A., Kramarenko V. Preconditioners with projectors for mixed hybrid finite element methods. *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*, 32(1), pp. 39-45. Retrieved 17 Nov. 2017, from doi:10.1515/rnam-2017-0004.
34. Terekhov K., Tchelepi H., Bradley M. Cell-centered nonlinear finite-volume methods for the heterogeneous anisotropic diffusion problem, *Journal of Computational Physics*, 2017, V.330, pp. 245–267.
35. Danilov A., Terekhov K., Konshin I., Vassilevski Yu. Parallel software platform INMOST: a framework for numerical modeling. *Supercomputing frontiers and innovations*, 2017, V. 2 (4), pp. 55-66.
36. Konshin I., Kapyrin I., Nikitin K., Terekhov K. Application of the Parallel INMOST Platform to Subsurface Flow and Transport Modelling. *Parallel Processing and Applied Mathematics. Lecture Notes in Computer Science*, 2017, vol 9574. Springer, Cham.
37. Lozovskiy A., Farthing M., Kees Ch. Evaluation of Galerkin and Petrov-Galerkin model reduction for finite element approximations of the shallow water equations. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, V.318, 537-571, 2017.
38. Takhirov A., Lozovskiy A. Computationally efficient modular nonlinear filter stabilization for high Reynolds number flows. *Advances in Computational Mathematics*, p.1-31, 2017.

Проект “Математические задачи теории климата”

1. Пережогин П.А., Дымников В.П. Равновесные состояния конечномерных аппроксимаций уравнений двумерной идеальной жидкости // *Нелинейная динамика*, 2017, т.13, №1, стр. 55-79.
2. Пережогин П.А., Дымников В.П. Моделирование квазиравновесных состояний двумерной идеальной жидкости // *Доклады РАН*, 2017, т.274, № 1, стр.36-40.
3. Perezhogin P.A., Glazunov A.V., Mortikov E.V., Dymnikov V.P. Comparison of numerical advection schemes in two-dimensional turbulence simulation // *Russ. Journ. Numer. Anal. Math. Modelling*, 2017, 32, 1, pp.47-60.

4. Кулямин Д.В., Дымников В.П. Моделирование характеристик радиосвязи в нижней ионосфере на основе совместной модели общей циркуляции атмосферы и плазмохимии // Известия ВУЗ-ов, Физика, 2016, т.59, № 12/3, стр.135-139.
5. Fursikov A.V., Shatina L.S. Nonlocal stabilization by starting control of the normal equation generated by Helmholtz system // Discrete and Continuous Dynamical Systems, v.38, №3, 2018. Doi: 10.3934/dcds.2018050.
6. Kulyamin D.V., Makarova A.S. Modelling of middle atmosphere global response to anthropogenic climate change: impact on general circulation and air composition in mesosphere and lower ionosphere // SGEM2017 Conference Proceedings, ISSN 1314-2704, 27 - 30 November, 2017, Vol. 17.
7. Kulyamin D. V., Volodin E. M., Dymnikov V. P. Global circulation formation in the mesosphere and lower thermosphere based on results of the new inm ras atmospheric model (tsmti-gcm, 0-130 km) // International symposium “Atmospheric radiation and dynamics” (ISARD – 2017) 27 – 30 June 2017, Saint-Petersburg-Petrodvorets. Theses. — Saint-Petersburg-Petrodvorets, 2017. — P. 214–215.
8. Kulyamin D. V., Ostanin P. A., Dymnikov V. P. On specific features of numerical modelling of the ionosphere f region within the coupled earth ionosphere and thermosphere dynamical model // International symposium Atmospheric radiation and dynamics (ISARD – 2017) 27 – 30 June 2017, Saint-Petersburg-Petrodvorets. Theses. — Saint-Petersburg-Petrodvorets, 2017. — P. 241–242.
9. Корнев А.А. Численное моделирование процесса стабилизации по краевым условиям квазидвумерного течения четырехвихревой структуры // Математическое моделирование, 2017, т.11, №11, с.99-110.
10. Kornev A.A. The structure and stabilization by boundary conditions of an annular flow of Kolmogorov type // Russ. Journ. Numer. Anal. Math. Modelling, 2017, 32, 4, pp.245-251.
11. Корнев А.А. Численное решение задач стабилизации // В сб. Нелинейные волны 2016. – Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2017, с.172-193.
12. Klimenko M. V., Klimenko V. V., Bessarab F. S., Kulyamin D. V. et al. Current understanding of the thermosphere-ionosphere system response to sudden stratospheric warmings international symposium atmospheric radiation and dynamics // International symposium Atmospheric radiation and dynamics

(ISARD – 2017) 27 – 30 June 2017, Saint-Petersburg- Petrodvorets. Theses. — Saint-Petersburg-Petrodvorets, 2017. — P. 12-13.

13. Ostanin P. A., Kulyamin D. V., Dymnikov V. P. Numerical modelling of the earth ionosphere F region // International Young Scientists School and Conference on Computational Information Technologies for Environmental Sciences CITES '2017. — Издательство Томского ЦНТИ Томск, 2017. — P. 121–124.
14. Kulyamin D. V., Volodin E. M., Dymnikov V. P. Numerical modeling of earth climate and its changes: Methodology and recent advances of inm ras climate model // Abstracts of 7th International IUPAC conference on Green Chemistry. — Moscow, 2017. — P. 37–38.

Проект “Моделирование климата и его изменений”

1. Володин Е.М. Представление потоков тепла, влаги и импульса в климатических моделях. Конвекция и конденсация. Фундаментальная и прикладная климатология, N2, С.27-42.
2. Володин Е.М. Представление потоков тепла, влаги и импульса в климатических моделях. Радиационные потоки. Фундаментальная и прикладная климатология, N3, С.5-15.
3. Мохов И.И., Семенов А.И., Володин Е.М., Дембицкая М.А. Выхолаживание в области мезопаузы при глобальном потеплении по данным измерений и модельным расчетам. Известия РАН. Физика атмосферы и океана, T53, N4, С.435-444.
4. Gritsun, V. Lucarini, Fluctuations, response, and resonances in a simple atmospheric model, Physica D, 2017, doi:10.1016/j.physd.2017.02.015.
5. Володин Е.М., Мортиков Е.В., Кострыкин С.В., Галин В.Я., Лыкосов В.Н., Грицун А.С., Дианский Н.А., Гусев А.В., Яковлев Н.Г. Воспроизведение современного климата в новой версии модели климатической системы ИВМ РАН, Известия РАН. Физика атмосферы и океана, т.53, № 2, с. 164-178.
6. Volodin E.M., Mortikov E.V., Kostrykin S.V., Galin V.Ya., Lykossov V.N., Gritsun A.S., Diansky N.A., Gusev A.V., Iakovlev N.G. Simulation of the present-day climate with the climate model INMCM5 // Climate Dynamics, N 2, 2017.

7. Национальный Атлас Арктики. Раздел 7 «Океан. Моря» / Национальный Атлас Арктики. Под ред. Н.С. Касимова. — АО «Роскартография» Москва, 2017. — 496 с. ISBN: 978-5-9523-0386-7.
8. Chernov, A.Tolstikov, N. Iakovlev. Modelling of tracer transport in the White Sea // Environment. Technology. Resources, Rezekne, Latvia. Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference. Volume I, Rezekne Academy of Technologies, Rezekne 2017. ISSN 1691-5402 Doi: 10.17770/etr2017vol1.2594.
9. Толстикова А.В., И. А. Чернов, С. А. Мурзина, Д. М. Мартынова, Н. Г. Яковлев. Разработка комплекса Green JASMINE для изучения и прогнозирования состояния экосистем Белого моря // Труды Карельского научного центра РАН, № 5, 2017.
10. С.П. Смышляев, В.Я. Галин. Исследование влияния изменений стратосферного озона на химию тропосферы. Ученые записки РГГМУ, вып. 44, 2017.
11. Рябошапка А.Г., Кострыкин С.В., Бушмелев И.О., Ревокатова А.П. О возможности совместного решения проблем сохранения климата арктики и понижения уровня загрязнения атмосферы в Норильске, Фундаментальная и прикладная климатология. 2017, Том 1, с.89-106.

Проект “Математическое моделирование региональных природно-климатических процессов”

1. Володин Е.М., Мортиков Е.В., Кострыкин С.В., Галин В.Я., Лыкосов В.Н., Грицун А.С., Дианский Н.А., Гусев А.В., Яковлев Н.Г. Воспроизведение современного климата в новой версии модели климатической системы ИВМ РАН // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2017, т. 53, № 2, с. 164–178.
2. Volodin E.M., Mortikov E.V., Kostykin S.V., Galin V.Ya, Lykosov V.N., Gritsun A.S., Diansky N.A., Gusev A.V., Yakovlev N.G. Simulation of Modern Climate with the New Version of the INM RAS Climate Model. – Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics, 2017, v. 53, No. 2, p. 142 – 155.
3. Глазунов А.В., Мортиков Е.В., Лыкосов В.Н. Суперкомпьютерные технологии математического моделирования геофизической турбулентности. – Труды Международной конференции «Вычислительная и прикладная математика (ВПМ'17)», Новосибирск, Россия, 25 – 30 июня 2017 г., <http://conf.nsc.ru/cam17/ru/proceedings>.

4. Volodin E.M., Mortikov E.V., Kostykin S.V., Galin V.Ya, Lykossov V.N., Gritsun A.S., Diansky N.A., Gusev A.V., Iakovlev N.G. Simulation of the present-day climate with climate model INMCM5. – Climate Dynamics, 2017, doi: [10.1007/s00382-017-3539-7](https://doi.org/10.1007/s00382-017-3539-7).
5. Perezhogin P.A., Glazunov A.V., Mortikov E.V., Dymnikov V.P. Comparison of numerical advection schemes in two-dimensional turbulence simulation // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling , 32(1), 2017.
6. Glazunov A.V., Mortikov E.V. 2017 LES and DNS modelling of stably stratified boundary layer turbulence. Proceedings of the International Symposium "Topical Problems of Nonlinear Wave Physics", NWP-2017, Nizhny Novgorod, с. 130-130, 2017.
7. Глазунов А.В., Мортиков Е.В. Численное моделирование геофизической турбулентности. Тезисы докладов XXI Всероссийской школы-конференции молодых ученых "Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы", ГО "Борок" ИФЗ РАН, с. 25-26, 2017.

Проект “Создание вычислительного ядра для модели атмосферы нового поколения”

1. Шашкин В.В., Толстых М.А., Иванова А.Р., Скриптунова Е.Н. Версия модели атмосферы ПЛАВ в гибридной системе координат по вертикали, Метеорология и Гидрология, 2017, N9, стр. 24-35.
2. Махнорылова С.В., Толстых М.А. Усвоение влагосодержания почвы методом упрощенного расширенного фильтра Калмана в модели среднесрочного прогноза погоды ПЛАВ, Метеорология и Гидрология, 2017, N6, стр. 55-67.
3. Tolstykh M., Shashkin V., Fadeev R., Goyman, G. Vorticity-divergence semi-Lagrangian global atmospheric model SL-AV20: dynamical core, Geosci. Model Dev., 10, 1961-1983, <https://doi.org/10.5194/gmd-10-1961-2017>, 2017.
4. Tolstykh M., Fadeev R., Goyman G., Shashkin V. Further Development of the Parallel Program Complex of SL-AV Atmosphere Model. In: Communications in Computer and Informational Science (Russian Supercomputer days 2017). 2017. Springer. V. 793. P.290-298. ISBN 978-3-319-71254-3.

5. Рогутов В.С., Толстых М.А., Мизяк В.Г. Система ансамблевого прогноза на основе локального ансамблевого фильтра Калмана. Труды Гидрометцентра России, 2017, вып. 364, с. 5-19.
6. Толстых М.А., Фадеев Р.Ю., Володин Е.М., Шашкин В.В. Воспроизведение современного климата полулагранжевой моделью атмосферы ПЛАВ. Труды «Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES 2017. 28.08-06.09.2017.» ISBN 978-5-89702-389-9 С. 83-85.
7. Шашкин В.В., Толстых М.А. Прогноз динамики полярного стратосферного вихря глобальной моделью атмосферы ПЛАВ. Труды «Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES 2017. 28.08-06.09.2017». ISBN 978-5-89702-389-9 С. 39-42.
8. Рогутов В.С., Толстых М.А., Мизяк В.Г. Система ансамблевого прогноза на основе локального ансамблевого фильтра Калмана и модели ПЛАВ. Труды «Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES 2017. 28.08-06.09.2017». ISBN 978-5-89702-389-9 С. 142-144.
9. Мизяк В.Г., Шляева А.В., Толстых М.А. Использование коррелированных ошибок спутниковых данных наблюдений AMV в ансамблевой системе усвоения данных на основе LETKF. Труды «Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES 2017. 28.08-06.09.2017». ISBN 978-5-89702-389-9. С. 156-159.
10. Гойман Г.С., Толстых М.А. Реализация параллельного алгоритма решения эллиптических уравнений в глобальной модели атмосферы ПЛАВ. Труды «Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES 2017. 28.08-06.09.2017». ISBN 978-5-89702-389-9. С, 149-152.
11. Махнорылова С.В., Толстых М.А. Усвоение данных приземных характеристик воздуха для инициализации полей влажности в глубоком слое почвы глобальной модели атмосферы ПЛАВ20. Труды «Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES 2017». 28.08-06.09.2017. ISBN 978-5-89702-389-9. С. 80-83.
12. Володин Е.М., Мортиков Е.В., Кострыкин С.В., Галин В.Я., Лыкосов В.Н., Грицун А.С., Дианский Н.А., Гусев А.В., Яковлев Н.Г. Воспроизведение современного климата с помощью модели климатической системы

INMCM5.0, Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2017, том 53, № 2, с. 164–178.

13. Volodin E. M., Mortikov E. V., Kostykin S. V., Galin V. Ya., Lykossov V. N., Gritsun A.S., Diansky N. A., Gusev A. V., Yakovlev N.G. Simulation of the present-day climate with the climate model INMCM5, *Climate Dynamics*. 2017, doi:10.1007/s00382-017-3539-7.
14. Гойман Г.С., Толстых М.А. Разработка параллельного многосеточного алгоритма решения уравнения Гельмгольца для глобальной модели атмосферы. Труды международной научной конференции СРТ1617. ISBN: 978-5-88835-049-2 С, 182-185.
15. Фролов А.В., Теплов А.М. АлгоВики: некоторые аспекты исследований свойств алгоритмов на примере метода Хаусхолдера // Суперкомпьютерные дни в России: Труды международной конференции (25-26 сентября 2017 г., г. Москва). – М.: Изд-во МГУ, 2017. – с.500-510.

Проект “Исследование крупно- и мезомасштабной динамики вод Мирового океана и окраинных морей России на основе моделирования и анализа данных наблюдений”

1. Koromyslov A., Ibrayev R., Kaurkin M. The Technology of Nesting a Regional Ocean Model into a Global One Using a Computational Platform for Massively Parallel Computers CMF. In: V. Voevodin and S. Sobolev (Eds.): *RuSCDays 2017, CCIS 793*, pp. 241–250, 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71255-0_19.
2. Ushakov K.V., Ibrayev R.A. Simulation of the global ocean thermohaline circulation with an eddy-resolving INMIO model configuration. 2017. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 96 012007. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/96/1/012007>.
3. Ушаков К.В., Ибраев Р.А., Громов И.В. Численное моделирование вихревого переноса тепла в бассейнах Мирового океана. Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES '2017. 28 августа – 7 сентября 2017. Таруса, Звенигород, Россия. С. 102-105.
4. Володин Е.М., Гусев А.В., Дианский Н.А., Ибраев Р.А., Ушаков К.В. Воспроизведение циркуляции Мирового океана по сценарию CORE-II с помощью моделей INMOM и INMIO. *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*, 2017, Т. 53, № 6.

5. Володин Е.М., Мортиков Е.В., Кострыкин С.В., Галин В.Я., Лыкосов В.Н., Грицун А.С., Дианский Н.А., Гусев А.В., Яковлев Н.Г. Воспроизведение современного климата в новой версии модели климатической системы ИВМ РАН. Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2017. Т. 53. № 2. С. 164-178.
6. Volodin E.M., Mortikov E.V., Kostykin S.V., Galin V.Ya., Lykosov V.N., Gritsun A.S., Diansky N.A., Gusev A.V., Yakovlev N.G. Simulation of modern climate with the new version of the INM RAS climate model. Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics, 2017, V. 53, № 2, P. 142–155.
7. Панин Г.Н., Дианский Н.А., Соломонова И.В., Гусев А.В., Выручалкина Т.Ю. Оценка климатических изменений в Арктике в XXI столетии на основе комбинированного прогностического сценария. Арктика: экология и экономика. 2017. № 2 (26). С. 35-52.
8. Volodin E.M., Mortikov E.V., Kostykin S.V., Galin V.Ya., Lykosov V.N., Gritsun A.S., Diansky N.A., Gusev A.V., Iakovlev N.G. Simulation of the present-day climate with the climate model INMCM5 // Clim. Dyn. 2017. P. 1–20.
9. Дианский Н.А., Фомин В.В., Чумаков М.М, Степанов Д.В. Ретроспективные расчеты циркуляции и ледяного покрова Охотского моря на основе современных технологий численного моделирования. Вести газовой науки. 2017. № 4(24).

Проект “Математическое моделирование динамики океана и вариационная ассимиляция данных наблюдений”

1. Мошонкин С.Н., Багно А.В., Гусев А.В., Филюшкин Б.Н., Залесный В.Б. Физические особенности формирования обмена водами Атлантического и Северного Ледовитого океанов. Изв. РАН, Физика атм. и океана. 2017. Т. 53. № 2. С. 242-253.
2. Zalesny V., Agoshkov V., Aps R., Shutyaev V., Zayachkovskiy A., Goerlandt F., Kujala P. Numerical Modeling of Marine Circulation, Pollution Assessment and Optimal Ship Routes // J. Mar. Sci. Eng. 2017, 5(3), 27; doi:10.3390/jmse5030027.
3. Гусев А.В., Залесный В.Б., Фомин В.В. Методика расчета циркуляции Черного моря с улучшенным разрешением в районе полигона ИО РАН // Океанология. 2017. Т. 57. № 6. С. 978-989.

4. Лукьянова А.Н., Багаев А.В., Иванов В.А., Залесный В.Б. Субинерционные колебания в Черном море, порождаемые полусуточным приливным потенциалом, по результатам численного моделирования // Изв. РАН, Физика атм. и океана. 2017. Т.53. №6. С.710-717.
5. Володин Е.М., Гусев А.В., Дианский Н.А., Ибраев Р.А., Ушаков К.В. Воспроизведение циркуляции Мирового океана по сценарию CORE-II с помощью моделей INMOM и INMIO // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2017, Т. 53, № 6.
6. Byshev V.I., Neiman V.G., Anisimov M.V., Gusev A.V., Serykh I.V., Sidorova A.N., Figurkin A.L., Anisimov I.M. Multi-decadal oscillations of the ocean active upper-layer heat content. Pure Appl. Geophys. 174 (2017), 2863–2878.
7. Володин Е.М., Мортиков Е.В., Кострыкин С.В., Галин В.Я., Лыкосов В.Н., Грицун А.С., Дианский Н.А., Гусев А.В., Яковлев Н.Г. Воспроизведение современного климата в новой версии модели климатической системы ИВМ РАН // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2017. Т. 53. № 2. С. 164-178.
8. Volodin E.M., Mortikov E.V., Kostrykin S.V., Galin V.Ya., Lykosov V.N., Gritsun A.S., Diansky N.A., Gusev A.V., Yakovlev N.G. Simulation of modern climate with the new version of the INM RAS climate model. Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics, 2017, V. 53, № 2, P. 142–155.
9. Панин Г.Н., Дианский Н.А., Соломонова И.В., Гусев А.В., Выручалкина Т.Ю. Оценка климатических изменений в Арктике в XXI столетии на основе комбинированного прогностического сценария. Арктика: экология и экономика. 2017. № 2 (26). С. 35-52.
10. Volodin E.M., Mortikov E.V., Kostrykin S.V., Galin V.Ya., Lykosov V.N., Gritsun A.S., Diansky N.A., Gusev A.V., Yakovlev N.G. Simulation of the present-day climate with the climate model INMCM5 // Clim. Dyn. 2017. P. 1–20.

Проект “Математическое моделирование газовой и аэрозольной динамики и кинетики в атмосфере в региональном масштабе и задачи окружающей среды”

1. Алоян А.Е., Арутюнян В.О., Ермаков А.Н. Математическое моделирование конвективной облачности в полярных регионах // Оптика атмосферы и океана. 2017. Т. 30. № 3. С. 222–226.

2. Ерёмина И.Д., Алоян А.Е., Арутюнян В.О., Ларин И.К., Чубарова Н.Е., Ермаков А.Н. Гидрокарбонаты в атмосферных осадках в Москве: данные мониторинга и их анализ // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2017. Т. 53. № 3. С. 379–388.
3. Алоян А.Е., Ермаков А.Н., Арутюнян В.О. Аэрозоль в верхней тропосфере и нижней стратосфере. Сульфатные частицы в северных широтах // Оптика атмосферы и океана. 2017. Т. 30. № 12. С. 1221–1228.

Проект “Определение объёма биомассы растительного покрова по данным аэрокосмического мониторинга”

1. Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V. Hyperspectral remote sensing imagery processing focused on forest applications // International Review of Air-space Engineering. 2017. No. 10.
2. Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V. Comparative analysis of recognition algorithms for forest cover objects on hyperspectral air-space images // Izvestija, Atmospheric and Oceanic Physics. 2017. Vol. 9. Iss. 53.
3. Dementiev A.O., Dmitriev E.V., Kozoderov V.V., Egorov V.D. Peculiarities of use of ECOC and AdaBoost based classifiers for thematic processing of hyperspectral data // Proceedings of SPIE-2017 Conference, Warsaw. 2017.
4. Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V. Hyperspectral remote sensing imagery processing: an overview // Climate&Nature. 2017. No. 1(4). P. 2–18.
5. Козодеров В.В., Дмитриев Е.В. Модели распознавания и оценки состояния лесной растительности по гиперспектральным данным дистанционного зондирования // Исследование Земли из космоса. 2017. №6. С. 75-88.
6. Дмитриев Е.В., Козодеров В.В., Дементьев А.О., Соколов А.А. Методика классификации гиперспектральных изображений с использованием адаптивной оптимизации спектральных каналов // Сборник «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли». Изд. Сибирского Федерального Университета, г. Красноярск.. 2017. С. 18-23.
7. Дмитриев Е.В., Дементьев А.О., Козодеров В.В. Комплексование классификаторов в задаче тематической обработки гиперспектральных аэрокосмических изображений // Сборник трудов Всероссийской конференции «Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов». Г. Бердск Новосибирской области. 2017. С. 82-87.

8. Dmitriev E.V., Kozoderov V.V., Dementiev A.O., Sokolov A.A. Recognition of forest species and ages using algorithms based on error-correcting output codes // J. of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2017. 10(6). P. 794-804.
9. Dementiev A.O., Dmitriev E.V., Kozoderov V.V., Egorov V.D. Peculiarities of use of ECOC and AdaBoost based classifiers for thematic processing of hyperspectral data // Proceedings of SPIE-2017 Conference, Warsaw. 2017. P.
10. Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Мельник П.Г. Гиперспектральное дистанционное зондирование: распознавание образов и анализ сцен // International Symposium "Atmospheric Radiation and Dynamics" (ISARD-2017). Изд. Санкт-Петербургского Университета. 2017. С. 54-55.
11. Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Мельник П.Г., Кулешов А.А., Смирнов И.Н., Дементьев А.О., Донской С.А. Особенности реализации технологии обработки гиперспектральных самолетных изображений и многоспектральных космических изображений высокого пространственного разрешения и их сравнение с данными наземных лесотаксационных обследований // XV Всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Г. Москва, Институт космических исследований РАН. 2017. С. 24.
12. Petukhov V.I., Dmitriev E.V., Baumann L.Kh., Skalny A.V. and Lobanova Yu.N. Electrogenic metals in epidermis and the synchronous operation of membrane ATPases // 5th European Conference on Clinical and Medical Case Reports, September 07-08, 2017 Paris, France. V. 7, Iss. 8. P. 35. DOI: 10.4172/2165-7920-C1-011.
13. Козодеров В.В. Проблемы распознавания объектов лесного покрова при обработке гиперспектральных аэрокосмических изображений высокого пространственного разрешения // XVII Международная конференция молодых ученых «Леса Евразии – Леса Поволжья». Г. Казань. 2017. С.12.
14. Кондранин Т.В., Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Дементьев А.О. Об эффективности использования ансамблевых методов классификации в задаче тематической обработки гиперспектральных изображений XV Всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Г. Москва, Институт космических исследований РАН. 2017. С. 25.
15. Sokolov A., Delbarre H., Dmitriev E., Maksimovich E., Gengembre C., Saïd F. Campistron B. Analysis of wind profile variations in Mediterranean using UHF wind profiler RADAR and AROME-WMED reanalysis data // Symposi-

um Numerical Modeling, Predictability and Data Assimilation in Weather, Ocean and Climate – A Symposium honouring the legacy of Anna Trevisan, Bologna, 17-20 October 2017. P. 77.

16. Sokolov A., Gengembre C., Dmitriev E., Delbarre H. Machine learning algorithms for meteorological event classification in the coastal area using in-situ data // International European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 23–28 April 2017. Geophysical Research Abstracts Vol. 19, EGU2017-18447, 2017.

10. Конференции: организация и участие

Сотрудники института приняли участие в 107 конференциях:

конференции в России – 80,

международные конференции за рубежом – 27.

Всего докладов – 232.

Проект “Матричные методы в математике и приложениях”

III-я Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы физико-математических наук» (СПФМН-2017). Орловский государственный университет им. И.С.Тургенева, Россия, 23–26 ноября 2017.
Тыртышников Е.Е. Матрицы и оптимизация.

Совместный с Хуавэй международный научный семинар "Интеллектуальная обработка изображений и видео", МГУ, факультет ВМК, Россия, 22 ноября 2017.

Tyrtyshnikov E. Optimization methods using matrix and tensor structures.

Семинар “Optimization at work”, Долгопрудный, Россия, 27 октября 2017.
Tyrtyshnikov E.E. Matrices and Optimization.

Тихоновские Чтения, 23–27 октября 2017 года, факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова.

Загидуллин Р.Р., Смирнов А.П., Матвеев С.А., Тыртышников Е.Е. Анализ рангов численных решений пространственно-неоднородной коагуляции.

International Conference on Computer Simulation in Physics and beyond, Москва, Россия, 9–12 октября 2017.

Tyrtysnikov E. Advances in Theory and Practice of Tensor Decompositions Using Low Rank Matrices.

Russian Supercomputing Days, Москва, Россия, 25–26 сентября 2017.

Sulimov A.V., Zheltkov D.A., Oferkin I.V., Kutov D.C., Katkova E.V., Tyrtysnikov E.E., Sulimov V.B. Tensor Train Global Optimization: Application to Docking in the Configuration Space with a Large Number of Dimensions.

Апарин А.А., Сетуха А.В., Ставцев С.Л., докладчик Сетуха А.В. Fast parallel algorithms for solving integral equations in boundary value problems of diffraction.

Д.А. Желтков, Н.Л. Замарашкин. GPU Acceleration of Dense Matrix and Block Operations for Lanczos Method for Systems over Large Prime Finite Field.

Sulimov A. V. Tensor Train Global Optimization: Application to Docking in the Configuration Space with a Large Number of Dimensions.

30th Marian Smoluchowski Symposium on Statistical Physics, Jagiellonian University, Польша, 4–8 сентября 2017.

Vasilyeva A.K., Matveev S.A., Smirnov A.P., Vladimirov A., Tyrtysnikov E.E. Fast numerical method for Smoluchowski aggregation model with fragmentation terms.

Structured Matrices in Numerical Linear Algebra: Analysis, Algorithms and Applications, Cortona, Италия, 4–8 сентября 2017.

Tretyakov A., Ustimenko A., Tyrtysnikov E. Multidimensional matrices, optimization and quadratic kernels.

Международная конференция "Вычислительная и прикладная математика 2017" (ВПМ'17), Академгородок, Новосибирск, Россия, 25–30 июня 2017.

Тыртышников Е.Е. Advances in Theory and Practice of Tensor Decompositions Using Low Rank Matrices.

The Second German-Russian-USA Workshop "Numerical Methods and Mathematical Modelling in Geophysical and Biomedical Sciences", Москва, Россия, 13–14 июня 2017.

Tyrtysnikov E.E. Quadratic kernels for matrix subspaces with applications to non-linear analysis and optimization.

Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-30, Санкт-Петербург, Россия, 29 мая – 2 июня 2017.

Тыртышников Е.Е. Как решать задачи, которые не решаются на суперкомпьютерах?

**Совместный семинар ВМК МГУ – Самсунг “Современные методы пре-
добработки и анализа изображений”, факультет вычислительной матема-
тики и кибернетики, Россия, 26 апреля 2017.**

Tyrtysnikov E.E., Zheltkov D.A., Lebedeva O.S. Tensor train based methods in ap-
plied image analysis.

**European Geosciences Union General Assembly 2017, Vienna, Австрия, 23–28
апреля 2017.**

Artem Vladimirov, Nadezda Vasilyeva, Sergey Matveev, Smirnov A.P., Eugene Tyr-
tyshnikov, Evgeny Shein. Microbially-driven soil aggregate structure formation.

**Ломоносовские чтения - 2017, МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия, 17–26
апреля 2017.**

Желтков Д. А., Сулимов А. В., Кутов Д. К., Тыртышников Е. Е., Сулимов В. Б.
Обобщенный докинг: программы и результаты тестирования.

**Национальный суперкомпьютерный форум (НСКФ-2017), г. Переславль-
Залесский, 28 ноября –1 декабря 2016.**

Горейнов С.А. Обобщения быстрого прямого метода для дискретных эллипти-
ческих задач.

Горейнов С.А., Богатырев А.Б., Лямаев С.Ю. Эффективный синтез многопо-
лосных фильтров с использованием суперкомпьютера и без него.

**The Sixth China-Russia Conference on Numerical Algebra with Applications
(CRCNAА 2017), Москва, 28-30 августа 2017.**

Ставцев С.Л. A direct solver of the system with H2-matrix.

**III-я Международная научно-практическая конференция «Современные
проблемы физико-математических наук», 23–26 ноября 2017, Орел, Рос-
сия.**

Ставцев С.Л. Модификация метода минимальных невязок для решения дина-
мических задач.

**Проект “Сопряженные уравнения и методы теории управления в
нелинейных задачах математической физики”**

EGU General Assembly 2017, Austria, Vienna. 24–28 April 2017.

Agoshkov V.I. Formulation and study of some inverse problemse in modeling of hy-
drophysical fields in water areas with “liquid” boundaries.

Захарова Н.Б., Агошков В.И., Асеев Н.А., Пармузин Е.И., Шелопут Т.О., Шутья-
ев В.П. Simulation of a class of hazardous situations in the ICS «INM RAS – Baltic
Sea».

Parmuzin E.I., Agoshkov V.I., Zakharova N.B. Variational data assimilation problem
for the thermodynamics model with displaced pole.

Aseev N.A., Agoshkov V.I., Sheloput T.O. Application of oil spill model to marine pollution and risk control problems.

Sheloput T.O., Agoshkov V.I. Variational data assimilation for limited-area models: solution of the open boundary control problem and its application for the Gulf of Finland.

Lezina N., Agoshkov V.I. Domain decomposition method for the Baltic Sea based on theory of adjoint equation and inverse problem.

Ломоносовские чтения, Москва, факультет ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова, 17–26 апреля 2017.

Агошков В.И., Лёзина Н.Р. Применение метода разделения области для задачи о распространении тепла в Балтийском море.

Агошков В.И., Шелопут Т.О. Ассимиляция данных о температуре в сигма-модели Балтийского моря для восстановления граничных функций на открытых границах акватории.

Международная научная конференция «Современные проблемы математического моделирования, обработки изображений и параллельных вычислений 2017» (СПММОИиПВ-2017), пос. Дивноморское, г. Геленджик, Краснодарский край, 4–11 сентября 2017.

Агошков В.И., Лёзина Н. Р. Новые подходы к формулировке метода разделения области и алгоритм крупноблочного распараллеливания для задач математического моделирования.

Агошков В.И., Шелопут Т.О. Вариационная ассимиляция данных о температуре для модели гидротермодинамики Балтийского моря: решение задачи открытых границ.

Шутяев В.П., Пармузин Е.И. Исследование чувствительности оптимального решения задачи вариационного усвоения данных для модели термодинамики моря.

IMA Conference on Inverse Problems from Theory to Application, г. Кембридж, Великобритания, 19–21 сентября 2017.

N. Lezina, V. Agoshkov. New approaches to formulation of domain decomposition algorithms based on theory of inverse problems and variational data assimilation.

E.I. Parmuzin, V. P. Shutyaev, V. I. Agoshkov, N.B. Zakharova. Variational data assimilation problem for the Baltic Sea thermodynamics model.

V.P. Shutyaev, F.-X. Le Dimet, E.I. Parmuzin. Sensitivity of the optimal solution of variational data assimilation problems.

N.B. Zakharova, E.I. Parmuzin, V P. Shutyaev. Investigation of the statistical properties of observation data errors.

Научная конференция «Тихоновские чтения», г. Москва, ВМК МГУ, 23–27 октября 2017.

Агошков В.И., Шелопут Т.О., Лёзина Н.Р. Задача о восстановлении граничных функций на “внешних и внутренних жидких границах.”

Балыбердин Г. А., Агошков В. И., Пармузин Е.И. Численное решение задачи прогнозирования концентрации ионов в ионосфере.

60-я научная конференция МФТИ, г. Долгопрудный, Московская обл., 2017.

Лёзина Н.Р., Шелопут Т.О., Агошков В.И. Численное решение задачи о восстановлении граничных функций на «внешних и внутренних жидких границах».

Numerical Modeling, Predictability and Data Assimilation in Weather, Ocean and Climate A Symposium Honoring the Legacy of Anna Trevisan, Болонья, Италия, 17-20 октября 2017г.

V.Shutyaev, F.-X.Le Dimet, E.Parmuzin. Sensitivity of the optimal solution of variational data assimilation problem.

ESA Baltic from Space Workshop, 29-31 March 2017, Finish Meteorological Institute, Helsinki, Finland.

Agoshkov V.I., Aseev N.A., Lezina N.R., Parmuzin E.I., Sheloput T.O., Shutyaev V.P., Zakharova N.B. Baltic Sea Processes and Extreme Events Modeling in the ICS «INM RAS – Baltic Sea».

Sheloput T.O. Risk Control Problem Solution with the Application of the Oil Spill Model in the Baltic Sea.

Пятнадцатая Всероссийская открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса", Москва, ИКИ РАН, 13–17 ноября 2017.

Захарова Н. Б., Пармузин Е. И., Шутяев В. П. Исследование статистических свойств ошибок данных спутниковых наблюдений и их использование в задачах вариационной ассимиляции данных.

Пармузин Е.И., Агошков В.И., Асеев Н.А., Лёзина Н.Р., Захарова Н.Б., Шелопут Т.О., Шутяев В.П. Мониторинг состояния моря и моделирование класса опасных явлений в информационно-вычислительной системе «ИВМ РАН – Балтийское море».

Шелопут Т.О. Вариационная ассимиляция данных наблюдений о температуре на открытой границе в модели гидротермодинамики Балтийского моря.

Школа молодых ученых и специалистов по оперативной океанологии, 20–25 ноября 2017, ФГБУН МГИ, г. Севастополь, Крым.

Шутяев В.П. Методы и подходы ассимиляции данных наблюдений в задачах геофизической гидродинамики.

XVII Всероссийская Конференция-школа молодых исследователей "Современные проблемы математического моделирования", Россия, Краснодарский край, пос. Абрау-Дюрсо, 11–16 сентября 2017 г.

Шелопут Т.О. Вариационная ассимиляция данных о температуре для модели гидротермодинамики Балтийского моря: решение проблемы открытых границ.

Асеев Н.А., Шелопут Т.О. Применение модели нефтяного разлива в задаче управления риском загрязнения охраняемых акваторий.

IV Международная научно-практическая конференция «Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий», г. Майкоп, 15-18 мая 2017.

Лёзина Н.Р. Алгоритм крупноблочного распараллеливания на основе метода разделения области для модели динамики моря.

Захарова Н.Б. Модуль обработки оперативных данных наблюдений в Информационно-вычислительной системе «ИВМ РАН – Балтийское море.

Проект “Оптимальные методы в задачах вычислительной математики”

Школа молодых ученых в МГТУ им. Баумана "Студенческая весна", 5 апреля 2017.

Богатырев А.Б. Синтез наилучших многополосных БИХ фильтров.

Международная конференция «Conference on approximation and optimization: Algorithms, Complexity and Applications», Афинский университет, Греция, 29 июня 2017.

Богатырев А.Б. Optimal multiband electrical filters: an approach of analytical Ansatz.

Российско-германско-американский воркшоп, 13 июня 2017, ИВМ РАН.

Богатырев А.Б. Novel analytical approach to the synthesis of optimal multiband electrical filters.

17-й международный симпозиум по математической и вычислительной биологии «БИОМАТ 2017», Россия, Москва, 30 октября – 3 ноября, 2017.

Нечепуренко Ю.М., Бочаров Г.А., Гребенников Д.С. The optimal disturbance approach to control of virus infection model with time delays.

Всероссийская конференция с международным участием «Современные проблемы механики сплошной среды и физики взрыва», Россия, Новосибирск, 4 – 8 сентября 2017.

Нечепуренко Ю.М., Бойко А.В., Кириловский С.В., Поплавская Т.В. Особенности развития пристенного течения и перехода к турбулентности при продольном несимметричном обтекании прямого двугранного угла.

Проект “Прямые и обратные задачи моделирования пространственно-временной динамики иммунных и инфекционных процессов”

Рабочее совещание «Биомеханика-2017», 2–3 марта 2017. Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН (г. Санкт-Петербург).

Бочаров Г.А. Задача математического моделирования структуры и функции лимфатического узла.

Ломоносовские чтения - 2017, МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия, 17–26 апреля 2017.

Р.С. Савинков, Г.А. Бочаров. Разработка агентной модели миграции и взаимодействия клеточных популяций и ВИЧ в замкнутой области лимфатического узла.

А.А. Янович, Б.А. Бахметьев, Г.А. Бочаров. Моделирование динамики гормональной регуляции иммунного ответа при ВИЧ-инфекции.

Д.С. Гребенников, И.А. Сазонов, М. Кельберт, Г.А. Бочаров. Моделирование стохастической динамики вирусной инфекции.

4th Lymphoid Tissue Meeting of the Annual Congress of the Swiss Society of Allergology and Immunology, 31 May - 4 June 2017, St. Gallen, Switzerland.

Bocharov G., Grebennikov D. Mathematical modelling of the impact of fibrosis on the immune responses.

Novkovic M, Onder L, Cupovic J, Abe J, Bomze D, Cremasco V, Scandella E, Stein J V, Bocharov G, Turley S J, Ludewig B. Topological Small-World Organization of the Fibroblastic Reticular Cell Network Determines Lymph Node Functionality.

IEEE Congress on Evolutionary Computation 2017, June 5–8, 2017, Donostia – San Sebastián, Spain.

Grebennikov D., Bocharov G. Modelling the structural organization of lymph nodes.

Международная конференция «Вычислительная и прикладная математика 2017» (ВПМ 2017) в рамках «Марчуковских чтений-2017», Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (г. Новосибирск, Академгородок), 25 июня – 30 июня 2017.

Бочаров Г.А. Современные проблемы математического моделирования иммунных процессов.

The 8th International Conference on Differential and Functional Differential Equations, August 13–20, 2017, Moscow. The RUDN, the Steklov Mathematical Institute and the Lomonosov Moscow State University.

G.A.Bocharov. Current challenges in mathematical modelling of immune processes.

Тихоновские чтения - 2017, МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия, 23–27 октября 2017.

Гребенников Д.С., Бочаров Г.А. Двумерное Моделирование движения клеток иммунной системы в лимфоузле.

Орлова О.Г., Бочаров Г.А. Математическая модель внутриклеточной репликации ВИЧ.

Желткова В.В., Майерханс, А.Ф. Бочаров Г.А. Математическое моделирование влияния блокады рецептора pd-11 при различных вариантах развития ВИЧ-инфекции.

Проект “Математическое моделирование процесса противoinфекционной защиты: энергетика и адаптация”

VIII Межрегиональное совещание НОДГО, 25–28 мая 2017, Москва.

Руднев С.Г., Г.Я. Цейтлин, А.Ю. Вашура, С.С. Лукина. Особенности соматотипа детей и подростков с онкологическими заболеваниями в состоянии ремиссии и возможности его биоимпедансной оценки.

III Международный конгресс «Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина», 23–24 октября 2017, Москва.

Руднев С.Г., Г.Я. Цейтлин, А.Ю. Вашура, С.С. Лукина. Состав тела и соматотип детей и подростков, излеченных от онкологических заболеваний: возможности биоимпедансной диагностики.

17-й международный симпозиум по математической и вычислительной биологии (БИОМАТ-2017, 29 октября – 3 ноября 2017, Москва.

Руднев С.Г., О.А. Старунова. Benford’s law and health statistics: application to Russian preventive screening data.

Семинар «Антропологические среды», 29 ноября 2017, Москва, НИИ и Музей антропологии МГУ им. М.В. Ломоносова.

Руднев С.Г., Анисимова А.В., Синдеева Л.В., Задорожная Л.В., Лукина С.С., Малахина А.В., Вашура А.Ю., Цейтлин Г.Я., Година Е.З. Методические вопросы изучения вариаций подкожного жира: сравнение различных типов калипиров.

60-я научная конференция МФТИ, Москва, ноябрь, 2017.

Киселевская-Бабинина В.Я., Санникова Т.Е. Моделирование влияний гендерных различий на заболеваемость туберкулезом.

XVII Всероссийская конференция-школа молодых исследователей, 12 сентября, Абрау-Дюрсо.

Новиков К.А. Принципы максимума в моделях многофазной фильтрации.

Российско-Германская конференция «Численные методы и математическое моделирование в геофизике и биомедицине», 15 февраля 2017, Сьон, Швейцария.

Новиков К.А. Live cell identification of molecular motors in endosome trafficking.

Международный воршоп по численным методам и моделированию, 14 июня, Москва, Россия.

Новиков К.А. Overshoots and maximum principles in porous media flow models.

Проект “Построение и исследование численных методов решения задач динамики океана и вязкой несжимаемой жидкости”

Германо-российский воркшоп «Supercomputing in scientific and industrial problems», 27 марта 2017, Штутгарт, ФРГ.

Василевский Ю.В. INMOST: Integrated Numerical Modelling and Object-oriented Supercomputing Technologies.

11th Oriental Congress of Cardiology, 26 мая 2017, Шанхай, Китай.

Василевский Ю.В. Personalized computation of fractional flow reserve.

Международная конференция «Ginzburg Centennial Conference on Physics», ФИАН, 30 мая 2017.

Василевский Ю.В. A finite element method for incompressible Navier-Stokes equations in a time-dependent domain.

5-й российско-китайский воркшоп по вычислительной математике и научным вычислениям (The Fifth Russian-Chinese Workshop on Numerical Mathematics and Scientific Computing), 29 июня 2017, Новосибирск.

Василевский Ю.В. An unconditionally stable semi-implicit FSI finite element method.

Международная конференция «Вычислительная и прикладная математика 2017», 30 июня 2017, Новосибирск.

Василевский Ю.В. The semi-implicit arbitrary Lagrangian-Eulerian finite element scheme for fluid-structure interaction.

Международная конференция «Многомасштабные методы и крупномасштабные научные вычисления», 30 июля 2017, Якутск.

Василевский Ю.В. Nonlinear Discretizations on Polyhedral Meshes for Subsurface Multi-Phase Flows: Approximation, Monotonicity and Near-well Correction.

8-я международная конференция «Дифференциальные и функционально дифференциальные уравнения», 14 августа 2017, Москва, РУДН.

Василевский Ю.В. Differential equations and personalised computation of fractional flow reserve.

Конференция «Современные проблемы математического моделирования, обработки изображений и параллельные вычисления 2017», 4-11 сентября 2017, Дивноморское.

Василевский Ю.В. A stable scheme for simulation of incompressible flows in time-dependent domains and hemodynamic applications.

Международная конференция «SIAM Conference on Mathematical and Computational Issues in the Geosciences», 10-15 сентября 2017, г.Эрланген, ФРГ.

Василевский Ю.В. An adaptive numerical method for free surface flows passing rigidly mounted obstacles.

Никитин К.Д. A finite volume scheme with improved well modelling in subsurface flow simulation.

Чернышенко А.Ю. A hybrid finite volume -- finite element method for transport modeling in fractured media.

I.Kapryin, F.Grigoriev. Modeling variable density flow with heat generation caused by radioactive decay.

17-я Всероссийская конференция-школа молодых исследователей «Современные проблемы математического моделирования», 11-16 сентября 2017, Дюрсо.

Василевский Ю.В. A stable scheme for simulation of incompressible flows in time-dependent domains and hemodynamic applications (Устойчивая схема расчета течений несжимаемой жидкости в зависящих от времени областях и гемодинамические приложения).

Добросердова Т.К. 1D-3D моделирование течения крови для медицинских приложений.

Городнова Н.О. Математическое моделирование кровеносных капилляров и потока крови через них.

Крамаренко В.К. Предобуславливатель с проекторами для смешанных методов конечных элементов.

В. Саламатова, А. Лозовский, М. Ольшанский, Ю. Василевский Использование малосжимаемых и несжимаемых моделей для упругого тела при решении задач гемодинамики.

Юрова А.С. Сегментация органов брюшной полости методом текстурного анализа.

Школа-семинар "Моделирование гидрогеологических процессов: от теоретических представлений до решения практических задач", посвященная 90-летию со дня рождения В.М.Шестакова. Москва, сентябрь 2017.

Ф.В.Григорьев. Численное моделирование в коде GeRa тепловой конвекции в геологических средах с учетом объемного тепловыделения вследствие радиоактивного распада.

XVIII Школа молодых учёных ИБРАЭ РАН. Москва, ноябрь 2017.

Ф.В.Григорьев. Моделирование в коде GeRa тепловой конвекции в пористых средах с учетом переменной вязкости и объемного тепловыделения.

VII научно-практическая конференция «Суперкомпьютерные технологии в нефтегазовой отрасли. Математические методы, программное и аппаратное обеспечение» (HPC-OilGas-2017), 16-17 февраля 2017, МГУ, Москва.

Д. В. Багаев, И. Н. Коньшин, К. Д. Никитин. Решение линейных систем для задач многофазной фильтрации в рамках программной платформы INMOST.

И. В. Капырин, И. Н. Коньшин, Ф. В. Григорьев. Трехмерное гидрогеологическое моделирование в расчетном коде GeRa.

Parallel Computing Technologies, 14th International Conference, PaCT-2017, September 4–8, 2017, Nizhnij Novgorod, Russia.

I. Konshin, I. Kapurin. Scalable computations of GeRa code on the base of software platform INMOST.

Russian Supercomputing Days, September 25–26, 2017, Moscow, Russia.

D.V.Bagaev, I.N.Konshin, K.D.Nikitin. Dynamic optimization of linear solver parameters in mathematical modelling of unsteady processes.

V. Kramarenko, I. Konshin, Y. Vassilevski. Ani3D-extension of parallel platform INMOST and hydrodynamic applications.

The Second German-Russian-USA Workshop «Numerical Methods and Mathematical Modelling in Geophysical and Biomedical Sciences», June 12-15, 2017, INM RAS, Moscow, Russia.

D.V.Bagaev, I.N.Konshin, K.D.Nikitin. Dynamic optimization of linear solver parameters in modelling of unsteady filtration processes.

Василевский Ю.В. An unconditionally stable scheme for simulation of incompressible flows in time-dependent domains.

Добросердова Т.К. 1D-3D моделирование течения крови.

Лозовский А.В. Numerical simulation of incompressible flows in time-dependent domains.

I.Kapurin. Modeling unconfined flow of variable density solutions in dual porosity media using the GeRa code.

Совместный научный семинар ИВМ РАН и Университета Аугсбурга «Численные методы и приложения в науках о Земле и жизни», 10–18 февраля 2017г., Университет Аугсбурга, г. Сьон, Швейцария.

A. Danilov. Image segmentation and mesh generation for cardiovascular biomedical applications.

Городнова Н.О. Mathematical model of tumor angiogenesis.
Чернышенко А.Ю. A numerical scheme for flow modeling in fractured media.
Никитин К.Д. A nonlinear correction FV scheme for near-well regions.
V.Salamatova, K.Beklemysheva, A.Vasukov, Yu.Vassilevski. Numerical modeling of transcranial ultrasound.
Василевский Ю.В. Personalized computation of fractional flow reserve.

5-я международная конференция «Вычислительные и математические биомедицинские технологии (5th International Conference on Computational & Mathematical Biomedical Engineering, CMBE17)», 10–12 апреля 2017, Университет Питтсбурга, Питтсбург, США.

Василевский Ю.В. Personalized computation of fractional flow reserve.
A.A.Danilov, R.A.Pryamonosov, A.S.Yurova. Image segmentation techniques for cardiovascular biomedical applications.
Гамилов Т.М. Pre-surgical evaluation of changes in blood flow velocity after carotid endarterectomy with the help of 1D haemodynamic model.
Симаков С.С. Effective implementation of boundary conditions at vessel's junctions in the 1D models of hemodynamics.

V Междисциплинарный конгресс по заболеваниям органов головы и шеи, 29–31 мая 2017г., ННПЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева, Москва.

А.А.Данилов, Ю.В.Василевский. Вычислительные технологии в биоимпедансных измерениях и электрофизиологии.

17-й международный симпозиум по математической и вычислительной биологии (17th International Symposium on Mathematical Biology/Biological Physics, BIOMAT 2017), 30 октября – 3 ноября 2017, ИВМ РАН, Москва.

A. Danilov, R. Pryamonosov, A.Yurova. Segmentation techniques for cardiovascular modeling.

Василевский Ю.В. A stable scheme for simulation of incompressible flows in time-dependent domains and hemodynamic applications.

Добросердова Т.К. Blood flows in vascular networks: numerical results vs. experimental data.

Городнова Н.О., Кузнецов М.А., Симаков С.С. Numerical simulations of the microcirculatory blood flow variations due to angiogenesis.

Колобов А.В. Mathematical modeling of angiogenic tumor growth with account of oxygen and glucose balance in tissue.

Лозовский А.В. A stable scheme for simulation of incompressible flows in time-dependent domain and hemodynamics applications.

Симаков С.С. Computational modeling of the regulatory effects to the transport of respiratory gases in the body.

Гамилов Т.М. Computational modelling of multiple stenoses in carotid and vertebral arteries.

Международная конференция по методам конечных объемов в сложных приложениях (FVCA8 – Finite Volumes for Complex Applications), Лилль, Франция, 10.06.2017–17.06.2017.

Никитин К.Д. A nonlinear correction FV scheme for near-well regions.

Чернышенко А.Ю. A hybrid finite volume – finite element method for modeling flows in fractured media.

Международная конференция по математической теории управления и механике, Суздаль Владимирской области, 7-11 июля 2017.

Добросердова Т.К. Двухмасштабное 1D-3D моделирование течения крови для медицинских приложений.

Международная конференция «Осенние математические чтения в Адыгее», Майкоп, 20 – 24 октября 2017.

Чернышенко А.Ю. Численные методы для моделирования течений в средах с трещинами.

XXIV-ая Международная конференция «МАТЕМАТИКА. КОМПЬЮТЕР. ОБРАЗОВАНИЕ», 23–28 января 2017, г. Пущино, Россия.

Колобов А.В. Влияние динамики интерстициальной жидкости на рост и терапию ангиогенной опухоли.

3-nd International Conference “Innovative Concepts and Technologies for Biomedical Applications” in the scope of “V Interdisciplinary Congress on Head and Neck Diseases” 29–31 May 2017, Moscow, Russia.

Колобов А.В. Mathematical Modeling of Chemotherapy Combined with Bevacizumab.

European Ginzburg Centennial Conference on Physics (GC-100), 29 May -3 June 2017, Moscow, Russia.

Колобов А.В. Dynamics of interstitial fluid with tumor growth.

14-th International Conference on Flow Dynamics (ICFD2017), 1–3 November 2017, Sendai, Japan.

Колобов А.В. Influence of Interstitial Fluid Dynamics on Tumor Growth and Therapy.

Колобов А.В. Mathematical Modeling of Combustion Waves in Thin Solid Fuel Samples.

Nuclear Cardiology & Cardiac CT, Sunday 07 – Tuesday 09 May 2017 Vienna – Austria.

Симаков С.С. The first experience of patient-specific geometry extraction from CT images for non-invasive assessment of FFR using 1D mathematical model with fully automated algorithm.

International Workshop “Differential Equations and Interdisciplinary Investigations” Moscow, Russia, August 17–19, 2017.

Симаков С.С. Integrated mathematical model of the heart, heart valves and large vessels.

Коференция «Гидравлика», 28 ноября 2017, МГТУ им. Баумана, Москва.

Гамилов Т.М. Оценка гемодинамической значимости стеноза в коронарных артериях при множественном поражении.

Международная конференция «34-th annual SUPRI-B meeting», 1 мая 2017, Стэнфорд, США.

Терехов К.М. Discretization toolkit for AD-GPRS.

Семинар компании «Total SA», 10 января 2017, Стэнфорд, США.

Терехов К.М. Cell-centered nonlinear finite-volume methods.

Проект “Математические задачи теории климата”

Международная конференция «Марчуковские чтения -2017», 25-30 июня 2017, Новосибирск.

Дымников В.П., Лыкосов В.Н., Володин Е.М. Моделирование динамики Земной системы.

Международный симпозиум по атмосферной радиации и динамике (ISARD -2017), 27-30 июля 2017, Санкт-Петербург.

Kulyamin D.V., Volodin E.M., Dymnikov V.P. Global circulation formation in the mesosphere and lower thermosphere based on results of the new INM RAS atmospheric model.

Kulyamin D.V., Ostanin P.A., Dymnikov V.P. On the specific features of numerical modelling of the ionosphere F-region within coupled Earth ionosphere and thermosphere dynamical model.

Кулямин Д.В., Клименко М.В., Клименко В.В., Бессараб Ф.С. и др. Current understanding of the thermosphere-ionosphere system response to sudden stratospheric warmings international symposium atmospheric radiation and dynamic.

Конференция-семинар «Актуальные проблемы геофизической гидродинамики», посвященная 80-летию профессора Ф.В.Должанского, 23 ноября 2017, Москва.

В.П.Дымников. Сопряженные уравнения в нелинейных задачах математической физики.

International Conference on Partial Differential Equations – Silkroad Mathematics Center Series International Conferences, April 10-21, 2017, Beijing.

Фурсиков А.В. Parabolic equation of normal type connected with 3D Helmholtz system.

Международная конференция “Современные методы и проблемы математической гидродинамики”, 4 – 8 мая 2017, Воронеж.

Фурсиков А.В. Параболическое уравнение нормального типа, связанное с трехмерной системой Гельмгольца, и его нелокальная стабилизация.

Международная конференция "Теоретические и прикладные проблемы математики", 23–27 мая 2017, Сумгаит, Азербайджан.

Фурсиков А.В. Parabolic equation of normal type connected with 3D Helmholtz system and its nonlocal stabilization.

Международная конференция «Математическая теория оптимального управления», посвящённая 90-летию академика Р.В. Гамкрелидзе, 1–2 июня 2017, Москва, МИ им. В.А. Стеклова РАН.

Фурсиков А.В. Нелокальная стабилизация около нуля уравнений гидродинамического типа посредством импульсного управления с обратной связью.

International conference "Control Theory, Integral Geometry and Inverse Problems", June 12–18, 2017, St-Petersburg, the Euler International Mathematical Institute.

Фурсиков А.В. Parabolic equation of normal type connected with 3D Helmholtz system and its nonlocal stabilization.

VIII Международная конференция по математическому моделированию, Якутск, 4–8 июля 2017.

Фурсиков А.В. Нелокальная стабилизация решений некоторых систем гидродинамики посредством управления с обратной связью.

Eighth International Conference on Differential and Functional Differential Equations, August 13–20, 2017, Peoples’ Friendship University of Russia, Moscow.

Фурсиков А.В. Parabolic equations of normal type connected with 3D Helmholtz system and its nonlocal stabilization.

International conference “The Last 60 Years of Mathematical Fluid Mechanics: Longstanding Problems and New Perspectives”, Vilnius, Lithuania, 21–25 August, 2017.

Фурсиков А.В. Parabolic equations of normal type connected with 3D Helmholtz system and its nonlocal stabilization.

Международная конференция 7th International IUPAC Conference on Green Chemistry, 2–5 октября, 2017, Москва, Россия.

Кулямин Д.В., Володин Е.М., Дымников В.П. Numerical modeling of Earth climate and its changes: methodology and recent advances of INM RAS climate model.

Международный семинар SPARC SOLARIS-HEPPA working group meeting 2017, 6–9 ноября, 2017, Париж, Франция.

Кулямин Д.В. Modeling of the lower and middle atmosphere global coupling based on INM RAS atmospheric general circulation models.

Всероссийская научная школа для молодых ученых "Оценка планетарных границ для химических загрязнений", 2–4 октября, 2017, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия.

Кулямин Д.В. Численное моделирование Земного климата, роль атмосферной химии, верхней атмосферы и ионосферы.

Всероссийская конференция "Ломоносовские чтения - 2017", 17–26 апреля 2017, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

Кулямин Д.В., Степаненко В.М., Репина И.А., Артамонов А.Ю., Горин С.Л., Лыкосов В.Н. Математическое моделирование заглублённого максимума температуры в солёном озере.

Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде: "CITES-2017", 28 августа – 7 сентября, 2017, Таруса, Звенигород, Россия.

Дымников В.П., Лыкосов В.Н., Володин Е.М. Проблемы моделирования Земной системы.

Кулямин Д.В., Останин П.А., Дымников В.П. Численное моделирование F-слоя Земной ионосферы.

Пережогин П.А. Стохастическая параметризация двумерной турбулентности.

21-я Всероссийская школа-конференция молодых ученых «Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы» (СатЭП-2017), 6-10 июня 2017, Борок, Россия.

Пережогин П.А. Исследование влияния численных схем и подсеточных параметризаций на статистические характеристики моделируемой двумерной турбулентности.

International Symposium Topical Problems of Nonlinear Wave Physics (NWP-2017), 22-28 July 2017, Москва, Санкт-Петербург, Russia.

Пережогин П.А. Stochastic parametrization for 2-D turbulence simulation.

60-я научная конференция МФТИ, 24 ноября 2017, МФТИ.

Пережогин П.А. Анализ параметризаций двумерной турбулентности в задаче моделирования неустойчивой баротропной струи.

Проект “Моделирование климата и его изменений”

Международная конференция CITES-2017. Таруса, 28 августа – 2 сентября 2017.

Володин Е.М. Модель Земной системы ИВМ РАН. Радиационные процессы в атмосфере и их описание в моделях. Практические занятия: Моделирование климата с помощью модели Земной системы ИВМ РАН.

Марчуковские научные чтения. Вычислительная и прикладная математика. Новосибирск, 25-30 июня 2017.

Дымников В.П., Лыкосов В.Н., Володин Е.М. Математическое моделирование динамики земной системы.

Климатический форум стран СНГ по сезонным прогнозам. Москва ГМЦ, 14–17 ноября 2017.

Володин Е.М., Грицун А.С. Развитие системы прогнозирования на межгодовом масштабе с помощью совместных моделей ИВМ РАН.

Научный совет по теории климата Земли при ОНЗ РАН. Москва, ИФА, 6 декабря 2017.

Володин Е.М. Основные результаты по моделированию климата с помощью моделей климатической системы, разработанных в ИВМ РАН.

Конгресс EGU, 23-28.04, 2017, Вена, Австрия.

W.Iqbal, A.Hannachi, C.Franzke, A.Gritsun. Lyapunov vectors and attractor dimension exploration in a three layer quasi geostrophic model.

S.Moshonkin, A.Bagno, A.Gritsun, A.Gusev. Baroclinic stabilization effect of the Atlantic-Arctic water exchange simulated by the eddy-permitting ocean model and global atmosphere-ocean model.

N.Chubarova, A.Pastukhova, E.Zhdanova, J.Khlestova, A.Poliukhov, S.Smyshlyaev, V.Galin.

Long-term variability of UV irradiance over Northern Eurasia according to satellite measurements, ERA-INTERIM dataset and INM-RSHU chemical climate model.

XXI Всероссийская школа-конференция молодых ученых “Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы” (САТЭП-2017), 06–10.06.2017, Борок, Россия.

А.Грицун. Предсказуемость и чувствительность климатических моделей.

Володин Е.М. Современные проблемы моделирования климата и его изменений.

Международная конференция “Topical problems of nonlinear wave physics” (NWP-2017), 22–28.07.2017, Москва-Санкт-Петербург, Россия.

A.Gritsun, V.Lucarini. Instability characteristics of blocking regimes in a simple quasi-geostrophic atmospheric model.

P.A.Perezhogin, A.V.Glazunov, A.S.Gritsun. Stochastic parametrization for 2-D turbulence simulation.

Международная конференция CliMathNet-2017, Реддинг, Великобритания, 29.08.–01.09.2017.

A.Gritsun. Instability characteristics of blocking regimes in a simple quasi-geostrophic atmospheric model.

Perezhogin P., Glazunov A., Gritsun A. Stochastic and deterministic kinetic energy backscatter parameterizations for the two-dimensional turbulence modeling.

Международная конференция “Numerical Modeling, Predictability and Data Assimilation in Weather, Ocean and Climate”, Болонья, Италия, 17–20.10.2017.

A.Gritsun. Instability characteristics of blocking regimes in a simple quasi-geostrophic atmospheric model.

Всероссийская научная конференция «Фундаментальные проблемы экологии России». 25 июня-1 июля 2017, г. Иркутск.

Яковлев Н.Г., Володин Е.М., Кострыкин С.В., Чернов И.А. Математические модели глобальных и региональных изменений состояния компонент Земной Системы в условиях меняющегося климата.

VI Международная научно-практическая конференция «Морские исследования и образование: MARESEDU - 2017», 30 октября-2 ноября 2017, Москва.

Чернов И.А., Толстиков А.В., Яковлев Н.Г. Моделирование пелагической экосистемы в Белом море.

Всероссийская конференция с международным участием «Гидрометеорология и экология: Научные и образовательные достижения и перспективы развития». 19–20 декабря 2017, Санкт-Петербург.

Яковлев Н.Г., Володин Е.М., Грицун А.С. Солёностная конвекция подо льдом и её влияние на климат океана.

МСАРД-2017, Санкт-Петербург, 27–30 июня, 2017.

Пастухова А.С., Чубарова Н.Е., С.П.Смышляев, В.Я.Галин. Тренды УФ радиации в Северной Евразии по данным химико-климатической модели ИВМ-РГГМИ, спутниковым измерениям и по данным реанализа ERA-INTERIM.

3rd Pan-Eurasian Experiment (PEEX). Conference and the 7th PEEX Meeting, 19–22 сентября 2017, Москва.

Chubarova N.E., Pastukhova A.S., Zhdanova Y.Y., Khlestova J.O., Poliukhov A.A., Smyshlyaev S.P., Galin V.Ya. Interannual changes and trends in biologically active UV irradiance over Northern Eurasia during 1979–2015: main drivers and consequences for human health.

Володин Е.М. Моделирование изменений климата последних десятилетий в Арктике и северной Евразии с помощью климатической модели INM-CM5-0.

Проект “Математическое моделирование региональных природно-климатических процессов”

Ломоносовские чтения 2017, Москва, 17 – 26 апреля 2017.

Степаненко В.М., Репина И.А., Артамонов А.Ю., Горин С.Л., Лыкосов В.Н., Кулямин Д.В. Математическое моделирование заглублённого максимума температуры в солёном озере.

Круглый стол РусГидро «Гидроэнергетика в контексте глобальных изменений климата», Москва, 17 мая 2017.

Степаненко В.М., Богомоллов В.Ю., Mammarella I., Лыкосов В.Н., Vesala T., Репина И.А., Гусева С.П. Математическое моделирование парниковых газов в водоёмах суши.

Международная конференция «Вычислительная и прикладная математика (ВПМ’17)», Новосибирск, Россия, 25 – 30 июня 2017.

Глазунов А.В., Мортиков Е.В., Лыкосов В.Н. Суперкомпьютерные технологии математического моделирования геофизической турбулентности.

Дымников В.П., Лыкосов В.Н., Володин Е.М. Математическое моделирование динамики Земной системы.

Климатический форум городов России, Москва, 21 – 22 августа 2017.

Лыкосов В.Н. Математическое моделирование климата и его изменений.

Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде: “CITES-2017”, Таруса, Звенигород, Россия, 28 августа – 7 сентября 2017.

Дымников В.П., Лыкосов В.Н., Володин Е.М. Математическое моделирование динамики Земной системы.

Лыкосов В.Н. Моделирование процессов взаимодействия атмосферного пограничного слоя с неоднородной подстилающей поверхностью.

Конференция-семинар «Актуальные проблемы геофизической гидродинамики», посвященная 80-летию профессора Ф.В.Должанского, 23 ноября 2017, Москва. Лыкосов В.Н., Глазунов А.В., Мортиков Е.В., Репина И.А., Степаненко В.М. Пограничный слой атмосферы над неоднородной подстилающей поверхностью: моделирование и параметризация.

International Symposium «Topical Problems of Nonlinear Wave Physics» (NWP-2017), Москва, Санкт-Петербург, Россия, 22–28 июля 2017.

Мортиков Е.В., Глазунов А.В. LES and DNS modelling of stably stratified boundary layer turbulence.

XXI Всероссийская школа-конференция молодых учёных «Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы», Борок, Россия, 6 июня - 10 июля 2017.

Глазунов А.В., Мортиков Е.В. Численное моделирование геофизической турбулентности.

Проект “Создание вычислительного ядра для модели атмосферы нового поколения”

Международная конференция «Суперкомпьютерные дни России 2017», Москва 25–26.09.2017.

М.А.Толстых, Р.Ю.Фадеев, Г.С.Гойман, В.В.Шашкин. Дальнейшее развитие программного комплекса модели ПЛАВ.

Фролов А.В. АлгоВики: некоторые аспекты исследований свойств алгоритмов на примере метода Хаусхолдера.

Международная конференция «Математика погоды 2017», 03-05 октября 2017, Эрки, Франция.

М.А.Толстых, В.В.Шашкин, Р.Ю.Фадеев, Г.С.Гойман. Global Hydrostatic semi-Lagrangian Atmospheric Model on the Reduced Latitude-Longitude Grid Using Vorticity-Divergence Formulation.

Pan-WCRP Modelling WMO Meeting, 19th session of the WCRP/WMO. Working group for subseasonal to interannual prediction. Exeter (UK), 09–13.10.2017.

М.Tolstykh. Update on seasonal prediction at Hydrometcentre of Russia and Institute of Numerical Mathematics RAS.

М.Tolstykh. YOPP developments relevant to WGSIP.

The 3rd Pan–Eurasian Experiment (PEEX) Science Conference, Москва, 19–22.09.2017.

М.Tolstykh, R.Fadeev, V.Shashkin, V.Rogutov, V.Mizyak, G.Goyman. The global SL-AV atmosphere model: application to seamless prediction.

Тринадцатая сессия Климатического форума стран СНГ по сезонным прогнозам (СЕАКОФ-13). Москва, 15.11.2017.

М.А.Толстых, Д.Б.Киктев. Новая версия технологии ДПП в Гидрометцентре России на основе модели ПЛАВ.

Международная конференция IXPUG/RU (Intel Xeon Phi Users Group), 1-2 июня 2017, Москва, Россия.

Толстых М.А., Фадеев Р.Ю. Численный прогноз погоды и моделирование изменений климата.

5th WGNE workshop on systematic errors in weather and climate models, June 19–23, 2017, Montréal, Québec, Canada.

R.Yu. Fadeev, K.V. Ushakov, M.A. Tolstykh, R.A. Ibrayev. Coupled atmosphere-ocean model SLAV-INMIO: implementation and first results of verification.

Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям ПВВ-2017. 10–12 октября 2017, Томск, Россия.

Толстых М.А., Фадеев Р.Ю., Шашкин В.В. Глобальная модель атмосферы ПЛАВ: развитие и результаты численных экспериментов.

Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES 2017. 28.08–06.09.2017.

Рогутов В.С., Толстых М.А., Мизяк В.Г. Система ансамблевого прогноза на основе локального ансамблевого фильтра Калмана и модели ПЛАВ.

Гойман Г.С., Толстых М.А. Реализация параллельного алгоритма решения эллиптических уравнений в глобальной модели атмосферы ПЛАВ.

Махнорылова С.В., Толстых М.А. Усвоение данных приземных характеристик воздуха для инициализации полей влажности в глубоком слое почвы глобальной модели атмосферы ПЛАВ20.

Мизяк В.Г., Шляева А.В., Толстых М.А. Использование коррелированных ошибок спутниковых данных наблюдений AMV в ансамблевой системе усвоения данных на основе LETKF.

Толстых М.А., Фадеев Р.Ю., Володин Е.М., Шашкин В.В. Воспроизведение современного климата полулагранжевой моделью атмосферы ПЛАВ.

Шашкин В.В., Толстых М.А. Прогноз динамики полярного стратосферного вихря глобальной моделью атмосферы ПЛАВ.

Семинар «Суперкомпьютерные вычисления для развития российской науки», Москва, 26 апреля 2017.

М.А. Толстых, Р.Ю. Фадеев, В.В. Шашкин, А.В. Шляева, А.Ю. Юрова, В.Г.Мизяк, В.С.Рогутов, Г.С.Гойман, Н.Н. Богословский, Р.Б.Зарипов, С.В.Кострыкин, И.Н.Эзау, А.В.Лобанова, Т.В.Красюк. Численный прогноз погоды и моделирование изменений климата.

Всероссийская школа-конференция молодых ученых «Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы», Борок, 6 – 10 июня 2017.

Гойман Г.С. Реализация параллельного алгоритма решения эллиптических уравнений в глобальной модели атмосферы.

International Conference on Computing for Physics and Technology (CPT2017). Ларнака, Республика Кипр, 07–14 мая 2017.

Гойман Г.С., Толстых М.А. Разработка параллельного многосеточного алгоритма решения уравнения Гельмгольца для глобальной модели атмосферы.

60-я научная конференция МФТИ, 24 ноября, МФТИ.

Гойман Г.С. Исследование алгоритмов численного решения линейных уравнений мелкой воды на редуцированной широтно-долготной сетке.

Проект “Исследование крупно- и мезомасштабной динамики вод Мирового океана и окраинных морей России на основе моделирования и анализа данных наблюдений”

Семинар Секции океанологии, физики атмосферы и географии Отделения наук о Земле Российской академии наук. ФГБУН МГИ, г. Севастополь, 6.10.2017.

Ибраев Р.А., Кауркин М.Н., Беляев К.П., Ушаков К.В. Усвоение данных наблюдений в модели динамики океана с высоким пространственным разрешением методом ансамблевой оптимальной интерполяции (EnOI).

II Всероссийская конференция молодых ученых «Комплексные исследования Мирового океана». Москва, ИО РАН, 10-15 апреля 2017.

Громов И.В., Ибраев Р.А., Ушаков К.В. Совместная модель внутритродовой изменчивости циркуляции вод и льда Северного Ледовитого океана.

Ушаков К.В. Численное моделирование характеристик меридионального переноса тепла в Мировом океане.

Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде CITES '2017. 28 августа – 7 сентября 2017. Таруса, Звенигород, Россия.

Ушаков К.В., Ибраев Р.А., Громов И.В. Численное моделирование вихревого переноса тепла в бассейнах Мирового океана.

Суперкомпьютерные дни в России. г.Москва, 25–26 сентября 2017.

Коромыслов А.Ю., Ибраев Р.А., Кауркин М.Н. Технология нестинга региональной модели океана в глобальную с использованием вычислительной платформы для массивно-параллельных компьютеров СМФ.

Школа молодых ученых и специалистов по оперативной океанологии, 20–25 ноября 2017, ФГБУН МГИ, г. Севастополь.

Ибраев Р. А. Численная гидродинамическая модель Мирового океана.

Всероссийская научная конференция «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития», Москва, ИГКЭ, 20–22 марта 2017.

Панин Г.Н., Дианский Н.А., Соломонова И.В., Гусев А.В., Выручалкина Т.Ю. Оценка климатических изменений в Арктике в XXI столетии на основе комбинированного прогностического сценария.

EGU-2017. Вена, Австрия. 23-29 апреля 2017.

S. Moshonkin, A. Gusev, V. Zalesny, and N. Diansky. Splitting turbulence algorithm for mixing parameterization embedded in the ocean climate model. Examples of data assimilation and Prandtl number variations.

Panasenkova I, A. Gusev, V. Fomin, N. Diansky, E. Korshenko, and A. Marchenko. Iceberg drift modelling in the Barents Sea.

V. Fomin, N. Diansky, A. Gusev, I. Kabatchenko, and I. Panasenкова. The diagnosis and forecast system of hydrometeorological characteristics for the White, Barents, Kara and Pechora Seas.

Совещание начальников подразделений Гидрометеорологической службы Вооруженных Сил РФ, Мурманск, 11 мая 2017.

Дианский Н.А., Кабатченко И.М., Панасенкова И.И., Сычев Ю.Ф., Фомин В.В. Расчет циркуляции западных морей Российской Арктики на основе современных технологий численного моделирования.

XV Всероссийская науднотехническая конференция «Современные методы и средства океанологических исследований» (МСОИ2017). Москва, ИО РАН, 1618 мая 2017.

Дианский Н.А. Вихреразрешающее моделирование циркуляции Северной Атлантики и оценка влияния бароклинной стратификации плотности на ширину Гольфстрима.

Панасенкова И.И., Фомин В.В., Дианский Н.А. Моделирование дрейфа айсбергов в западных морях российской Арктики.

Фомин В.В., Дианский Н.А. Воспроизведение экстремальных нагонов Азовского моря с помощью системы оперативного моделирования.

International Symposium “Topical Problems of Nonlinear Wave Physics”, Moscow – St. Petersburg, 22 – 28 July 2017.

N.A. Diansky, I.V. Solomonova, A.V. Gusev and T.Yu. Vyruchalkina. Effects of the North Atlantic thermohaline circulation on climate variability and arctic climate change projections based on the combined scenario.

PICES 2017 Annual Meeting "Environmental changes in the North Pacific and impacts on biological resources and ecosystem services". Vladivostok, Russia, September 22 – October 01, 2017.

D.V. Stepanov, A. Gusev and N. Diansky. On the effect of atmospheric forcing on the upper heat content variability in the Japan/East Sea from 1948 to 2009.

VI международная научно-практическая конференция «Морские исследования и образование: MARESEDU - 2017», 30 октября – 2 ноября 2017, Москва.

Дианский Н.А., Соломонова И.В., Гусев А.В. Влияние североатлантической термохалинной циркуляции на климатическую изменчивость и прогностическая оценка климатических изменений в Арктике на основе комбинированного сценария.

V Всероссийская конференция по прикладной океанографии. Москва, ГОИН, 25–26 октября 2017.

Дианский Н.А., Соломонова И.В., Гусев А.В. Оценка климатических изменений в Арктике в XXI столетии на основе комбинированного прогностического сценария.

3-я Международная научная школа молодых ученых "Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах", Москва, 01 – 03 ноября 2017.

Дианский Н.А. Модель морской циркуляции INMOM. Исследование климата и решение прикладных задач.

Панасенкова И.И., Фомин В.В., Дианский Н.А., Марченко А.В. Моделирование траектории дрейфа айсберга в Баренцевом море по данным попутных судовых наблюдений.

Рабочее совещание по вопросам изучения Черного моря, Роснефть, Сочи, 16 ноября 2017.

Дианский Н.А. Применение численного моделирования для решения практических задач в морских акваториях на примере Черного и Азовского морей.

60-ая конференция МФТИ. ИВМ РАН. 24 ноября 2017.

Чаплыгин А.В., Дианский Н.А., Гусев А.В. Параллельное моделирование нелинейных уравнений мелкой воды.

Проект “Математическое моделирование динамики океана и вариационная ассимиляция данных наблюдений”

Международная школа CITES-2017, 28–08.2017.

Залесный В.Б. Вариационное усвоение данных наблюдений в моделях геофизической гидродинамики.

Современные проблемы математического моделирования, обработки изображений и параллельных вычислений 2017, пос. Дивноморское, г. Геленджик, 4–11 сентября 2017.

Соловьев А.В., Головизнин В.М., Залесный В.Б. Новый алгоритм решения уравнений мелкой воды на сфере на основе схемы КАБАРЕ.

Международная школа молодых ученых и специалистов по оперативной океанологии, 20 – 25 ноября 2017, Севастополь.

Залесный В.Б. Решение прямых и обратных задач динамики океана с помощью методов расщепления и сопряженных уравнений.

Международная конференция EGU-2017. Вена, Австрия. 23–29 апреля 2017.

S.Moshonkin, A.Gusev, V.Zalesny, and N.Diansky. Splitting turbulence algorithm for mixing parameterization embedded in the ocean climate model. Examples of data assimilation and Prandtl number variations.

S.Moshonkin, A.Bagno, A.Gritsun, and A.Gusev. Baroclinic stabilization effect of the Atlantic-Arctic water exchange simulated by the eddy-permitting ocean model and global atmosphere-ocean model.

I.Panasenkova, A.Gusev, V.Fomin, N.Diansky, E.Korshenko, and A.Marchenko. Iceberg drift modelling in the Barents Sea.

V.Fomin, N.Diansky, A.Gusev, I.Kabatchenko, and I.Panasenkova. The diagnosis and forecast system of hydrometeorological characteristics for the White, Barents, Kara and Pechora Seas.

PICES 2017 Annual Meeting "Environmental changes in the North Pacific and impacts on biological resources and ecosystem services". Vladivostok, Russia, 22 September – 01 October, 2017.

D.V. Stepanov, A. Gusev and N. Diansky. On the effect of atmospheric forcing on the upper heat content variability in the Japan/East Sea from 1948 to 2009.

VI международная научно-практическая конференция «Морские исследования и образование: MARESEDU - 2017», 30 октября–2 ноября 2017, Москва.

Дианский Н.А., Соломонова И.В., Гусев А.В. Влияние североатлантической термохалинной циркуляции на климатическую изменчивость и прогностическая оценка климатических изменений в Арктике на основе комбинированного сценария.

V Всероссийская конференция по прикладной океанографии. Москва, ГОИН 25–26 октября 2017.

Тихонова Н.А., Гусев А.В., Захарчук Е.А., Сухачев В.Н. Моделирование больших балтийских затоков.

International Symposium «Topical problems of nonlinear wave physics», 22–28 July, 2017, Moscow – St. Petersburg, Russia.

N.A.Diansky, I.V.Solomonova, A.V.Gusev and T.Yu.Vyruchalkina. Effects of the North Atlantic thermohaline circulation on climate variability and arctic climate change projections based on the combined scenario.

Всероссийская научная конференция «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития» Москва, ИГКЭ, 20–22 марта 2017.

Панин Г.Н., Дианский Н.А., Соломонова И.В., Гусев А.В., Выручалкина Т.Ю. Оценка климатических изменений в Арктике в XXI столетии на основе комбинированного прогностического сценария.

Проект “Математическое моделирование газовой и аэрозольной динамики и кинетики в атмосфере в региональном масштабе и задачи окружающей среды”

Одиннадцатые Петряновские и Вторые Фуксовские чтения, НИФХИ им. Л.Я.Карпова, 19–21 апреля 2017.

Арутюнян В.О., Алоян А.Е., Ермаков А.Н. Химические превращения частиц аэрозоля в городской атмосфере.

Алоян А.Е., Ермаков А.Н., Арутюнян В.О. Физическая химия и микрофизика аэрозольных частиц в атмосфере.

Проект “Определение объёма биомассы растительного покрова по данным аэрокосмического мониторинга”

International Symposium “Atmospheric Radiation and Dynamics” (ISARD-2017). Санкт-Петербургский Университет, июнь 2017.

Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Мельник П.Г. Гиперспектральное дистанционное зондирование: распознавание образов и анализ сцен.

Конференция «Ломоносовские чтения», секция музееведения. М., МГУ, апрель 2017.

Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Кулешов А.А. Космическое землеведение: распознавание образов природно-техногенных объектов по данным дистанционного гиперспектрального зондирования.

Всероссийская конференция «Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов», г.Бердск Новосибирской области, август 2017.

Дмитриев Е.В., Дементьев А.О., Козодеров В.В. Комплексирование классификаторов в задаче тематической обработки гиперспектральных аэрокосмических изображений.

Четвертая международная конференция «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли», г.Красноярск, Сибирский Федеральный Университет, сентябрь 2017.

Дмитриев Е.В., Козодеров В.В., Дементьев А.О., Соколов А.А. Методика классификации гиперспектральных изображений с использованием адаптивной оптимизации спектральных каналов.

SPIE-2017 Conference, Warsaw. September 2017.

Dementiev A.O., Dmitriev E.V., Kozoderov V.V., Egorov V.D. Peculiarities of use of ECOC and AdaBoost based classifiers for thematic processing of hyperspectral data.

XVII Международная конференция молодых ученых «Леса Евразии – Леса Поволжья», г. Казань, Казанский государственный аграрный университет, октябрь 2017.

Козодеров В.В. Проблемы распознавания объектов лесного покрова при обработке гиперспектральных аэрокосмических изображений высокого пространственного разрешения.

XV Всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, Институт космических исследований РАН, ноябрь 2017.

Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Мельник П.Г., Кулешов А.А., Смирнов И.Н., Дементьев А.О., Донской С.А. Особенности реализации технологии обработки гиперспектральных самолетных изображений и многоспектральных космических изображений высокого пространственного разрешения и их сравнение с данными наземных лесотаксационных обследований.

Кондранин Т.В., Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Дементьев А.О. Об эффективности использования ансамблевых методов классификации в задаче тематической обработки гиперспектральных изображений.

5th European Conference on Clinical and Medical Case Reports, September 07–08, 2017 Paris, France.

Petukhov V.I., Dmitriev E.V., Bauman L.Kh., Skalny A.V. and Lobanova Yu.N. Electrogenic metals in epidermis and the synchronous operation of membrane ATPases.

Symposium «Numerical Modeling, Predictability and Data Assimilation in Weather, Ocean and Climate» – A Symposium honouring the legacy of Anna Trevisan, Bologna, 17-20 October 2017.

Sokolov A., Delbarre H., Dmitriev E., Maksimovich E., Gengembre C., Saïd F. Campistron B. Analysis of wind profile variations in Mediterranean using UHF wind profiler RADAR and AROME-WMED reanalysis data.

International European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 23–28 April 2017.

Sokolov A., Gengembre C., Dmitriev E., Delbarre H. Machine learning algorithms for meteorological event classification in the coastal area using in-situ data.

11. Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, полученные сотрудниками ИВМ РАН в 2017 году

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017617552 от 6 июля 2017 г. Информационно-вычислительная система вариационной ассимиляции данных "ИВМ РАН - Балтийское море", авторы: *Агошков В.И., Асеев Н.А., Ассовский М.В., Пармузин Е.И., Захарова Н.Б., Гусев А.В., Шелопут Т.О.* Правообладатель ИВМ РАН.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017613073 Верификация фибрилляции желудочка как причины смерти при инфаркте миокарда или постинфарктном кардиосклерозе. Авторы: *Ю.С. Корнева, А.Е.Доросевич, Т.К.Добросердова.* Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 09 марта 2017 г. Правообладатель ФГБОУВО «Смоленский государственный медицинский университет».
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017610805 Программа усвоения данных наблюдений методом EnOI для модели океана высокого пространственного разрешения на базе SMF3.0 для моделирования на массивно-параллельных вычислительных системах. Авторы: *Кауркин М.Н., Ибраев Р.А.* Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 18 января 2017 г. Правообладатель ФГБУ Гидрометцентр РФ.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017610785 Компактная вычислительная платформа SMF3.0 для моделирования Земной системы на массивно-параллельных компьютерах. Авторы: *Калмыков В.В., Ибраев Р.А., Ушаков К.В.* Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 18 января 2017 г. Правообладатель ФГБУ Гидрометцентр РФ.

Отчёт Института вычислительной математики РАН утвержден Учёным советом ИВМ РАН 22 декабря 2017 года (Протокол № 21).

Учёный секретарь ИВМ РАН, д.ф.-м.н.

В.П.Шутяев