

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука
Российской академии наук

“Утверждаю”

Директор ИВМ РАН
академик Тиртышников Е.Е.

_____ 2022 г.

О Т Ч Е Т

**Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука
Российской академии наук**

(ИВМ РАН)

о научной и научно-организационной деятельности

в 2022 году

Москва-2022

Содержание

1. Результаты фундаментальных и прикладных исследований ИВМ РАН, имеющие первостепенное значение	3
2. Крупные результаты научных исследований ИВМ РАН	3
3. Основные исследования и разработки ИВМ РАН, готовые к практическому применению	11
4. Результаты исследований по актуальным направлениям, полученные сотрудниками ИВМ РАН	11
5. Премии, награды и почётные звания, полученные сотрудниками ИВМ РАН в 2022 году	28
6. Международные научные связи	29
7. Научно-организационная деятельность ИВМ РАН	29
8. Семинары	32
9. Математический центр	32
10. Публикации сотрудников в 2022 году	33
11. Конференции: организация и участие	45
12. Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, полученные сотрудниками ИВМ РАН в 2022 году	60

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

Создана первая в России система прогнозирования климатических аномалий на срок от 1 до 5 лет.

Аннотация

На основе модели климата ИВМ РАН создана первая в России система прогнозирования аномалий климата на срок от 1 до 5 лет. Система учитывает как начальное состояние атмосферы, океана, криосферы и почвы, так и изменение внешних воздействий на климатическую систему. Тестирование системы показало адекватное воспроизведение аномалий 1980–2021 гг., по качеству сопоставимое с зарубежными аналогами. Система создана для оперативного ежегодного формирования прогнозов на срок от 1 до 5 лет для использования в Гидрометцентре РФ.

Воробьева В.В., Володин Е.М., Грицун А.С., Тарасевич М.А. Ретроспективный прогноз состояния Земной системы на срок до 5 лет с помощью модели климата INMCM5 // Метеорология и гидрология, 2023.

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

2. Крупные результаты научных исследований ИВМ РАН

Создан новый метод персонализированного расчета коронарного кровотока, основанный на анализе мультимодальных медицинских изображений и учитывающий остаточную миокардиальную ишемию после лечения стенозов коронарных артерий.

Аннотация

При оценке гемодинамической значимости стенозов коронарных артерий необходимо учитывать состояние микроциркуляторного русла. Это необходимо для повышения точности персонализированных оценок и построения моделей прогнозирования и идентификации ключевых факторов повторных ишемических событий в отдаленной (несколько месяцев) перспективе после проведения стентирования.

В ИВМ РАН был разработан новый подход к постановке в гемодинамической модели граничных условий в терминальных артериях. Новизна метода связана с совместным анализом медицинских изображений разной модальности: коронарной КТ ангиографии для определения геометрии эпикардиальных коронарных артерий и тяжести остаточного стеноза и/или невылеченной ишемической болезни сердца, эхокардиографии, которая измеряет сердечный выброс и функцию сердечных клапанов, а также перфузионной компьютерной томографии, которая позволяет выявить ишемические участки миокарда.

Предложенный метод был протестирован на данных 20 пациентов Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова.

Исследование поддержано двумя грантами РНФ.

Научные руководители работ – чл.-корр. РАН Василевский Ю.В.,
д.ф.-м.н. Симаков С.С.

Разработан метод глобальной оптимизации на основе тензорных поездов, проведено теоретическое обоснование метода, разработаны параллельные алгоритмы, дано применение метода к прикладным задачам.

Аннотация

Основные результаты работы состоят в следующем:

- 1) разработан и реализован метод глобальной оптимизации на основе тензорных разложений;
- 2) получено обоснование метода глобальной оптимизации на основе тензорных разложений;
- 3) ТТ-метод глобальной оптимизации применён к ряду прикладных задач, в которых он показал высокую эффективность;
- 4) разработаны параллельные алгоритмы крестовой интерполяции;
- 5) предложена стратегия адаптивного поиска ранга для ТТ-крестового метода;
- 6) проведены численные эксперименты, подтверждающие высокую надёжность и эффективность реализованных методов.

Представлена и защищена кандидатская диссертация по специальности 1.1.2 «Методы аппроксимации и оптимизации на основе тензорных поездов и их приложения».

Научный руководитель работ – академик Тыртышников Е.Е.

Разработаны и исследованы итерационные алгоритмы разделения области, основанные на теории обратных задач и сопряженных уравнений, дано их применение к задачам вариационной ассимиляции данных, создан комплекс программ для реализации алгоритмов в модели гидротермодинамики в реальной акватории.

Аннотация

Основные результаты работы состоят в следующем:

- 1) разработана модификация алгоритма разделения области для задачи конвекции-диффузии, проведено его сравнение с известным методом разделения области и представлены результаты численных экспериментов;
- 2) предложен метод разделения области для линеаризованной системы уравнений мелкой воды, проведено его сравнение и представлены результаты численных экспериментов;
- 3) проведено численное исследование совместного применения методов разделения области и вариационной ассимиляции данных;
- 4) разработан комплекс программ для использования метода разделения области в модели гидротермодинамики Балтийского моря.

Представлена и защищена кандидатская диссертация по специальности 1.1.2 «Методы разделения области для задач геофизической гидротермодинамики в морях и океанах».

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

Разработаны эффективные алгоритмы решения задач вариационного усвоения данных для восстановления начального состояния и потоков тепла для модели гидротермодинамики моря.

Аннотация

Методология четырехмерного (4D) вариационного усвоения данных для моделирования задач динамики моря, разработанная в ИВМ РАН, основана на методе многокомпонентного расщепления математической модели и минимизации функционалов стоимости, связанных с данными наблюдений, путем решения системы оптимальности, включающей сопряженные уравнения и ковариационные операторы ошибок наблюдений и ошибок первого приближения (бэкграунда). Разработаны эффективные алгоритмы решения вариационных задач усвоения данных на основе итерационных процессов со специальным выбором итерационных параметров. Алгоритмы применены для моделей динамики Черного и Балтийского морей с вариационным усвоением данных для восстановления начального состояния и потоков тепла на поверхности моря.

Научные руководители работ – д.ф.-м.н. Агошков В.И.,
д.ф.-м.н. Шутяев В.П.

Выполнен численный параметрический анализ зависимости времени установления вынужденных колебаний вязкоупругого покрытия от его характеристик и внешней нагрузки.

Аннотация

Сформулирована задача о нахождении отклика плоского слоя однородного вязкоупругого покрытия на бегущие волны давления и сдвига. Разработана и реализована соответствующая численная модель и проведены расчеты для параметров покрытий, характерных для физических экспериментов по снижению вязкого турбулентного трения в несжимаемых пограничных слоях. Определены параметры покрытий, при которых время установления колебаний не превышает одного периода вынуждающих колебаний. В частности, показано, что время установления вынуждающих колебаний давления и сдвига практически одинаково и растет с уменьшением относительной толщины покрытий, а также увеличением частоты нагрузки, причем особенно сильно при частоте нагрузки выше частоты первого резонанса покрытия. Полученные результаты опубликованы в работе [1]. Хотя они не предсказывают величину снижения турбулентного трения, они позволяют определить диапазон параметров материала покрытия, при которых оно может влиять на турбулентное трение. Поэтому эти результаты полезны при предварительном выборе параметров материала покрытия в физических экспериментах или прямом численном моделировании, направленных на изучение возможностей снижения вязкого турбулентного трения с помощью податливых покрытий.

A.V. Boiko, K.V. Demyanko, V.M. Kulik. Setting of forced oscillations of viscoelastic coating // Continuum Mech. Thermodyn. (2022). <https://doi.org/10.1007/s00161-022-01133-4> (WoS, Scopus, Q1)

Научный руководитель — д.ф.-м.н. Нечепуренко Ю.М.

Предложены эффективные методы вычисления периодических решений систем с запаздыванием и их оптимальных возмущений. Предложенные методы примене-

ны к моделям динамики инфекций, вызванных вирусами лимфоцитарного хориоменингита и гепатита В.

Аннотация

Был предложен новый эффективный метод вычисления периодических решений систем с запаздыванием [1]. Для таких решений было введено понятие возмущения, оптимального в заданный момент времени, и был предложен метод его вычисления [2]. Предложенные методы были применены к модели динамики инфекции, вызванной вирусами лимфоцитарного хориоменингита (ВЛХМ), и модели противовирусного иммунного ответа Марчука-Петрова с параметрами, соответствующими инфекции гепатита В. Впервые для этих моделей были получены периодические решения, которые можно интерпретировать как хронические формы заболеваний [3]. На примере модели инфекции ВЛХМ было показано, что малое по норме возмущение, оптимальное в момент времени, равный наименьшему периоду периодического решения, позволяет перевести систему из устойчивого периодического решения, которое можно интерпретировать как хроническое течение заболевания, в окрестность стационарного решения с нулевой вирусной нагрузкой, которое можно интерпретировать как состояние здорового организма [2,4].

1. M.Yu. Khristichenko, Yu.M. Nechepurenko. Computation of periodic solutions to models of infectious disease dynamics and immune response // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling. 2021. V. 36, No. 2, p. 87-99.
2. M. Yu. Khristichenko, Yu. M. Nechepurenko Optimal disturbances for periodic solutions of time-delay differential equations // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling. 2022. V. 37, No. 4, p. 203—212.
3. M. Yu. Khristichenko, Yu. M. Nechepurenko, D.S. Grebennikov, G.A. Bocharov Modelling chronic hepatitis B using the Marchuk-Petrov model // J. Phys.: Conf. Ser. 2021, V. 2099, N. 012036
4. M. Yu. Khristichenko, Yu. M. Nechepurenko, D.S. Grebennikov, G. A. Bocharov Optimal disturbances of periodic solutions of viral infections models. Abstracts of International online workshop “Mathematical Modelling in Biomedicine”, October 25 – 29, 2021, RUDN University, Moscow, p. 28.

Исполнители работ: Ю.М. Нечепуренко, М.Ю. Христиченко, Д.С. Гребенников, Г.А. Бочаров.

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

Для объяснения механизмов развития организованных структур, наблюдаемых в стратифицированном турбулентном течении Куэтта, проведено параметрическое исследование оптимальных возмущений этого течения в широком диапазоне чисел Рейнольдса и Ричардсона. Детально исследованы пространственная конфигурация и характерные размеры этих возмущений, а также условия их возникновения и физические механизмы, отвечающие за их развитие. На основе этого выдвинута гипотеза о механизме возникновения наклонных температурных фронтов, наблюдаемых в стратифицированных турбулентных сдвиговых течений.

Аннотация

Установлено, что существует два типа оптимальных возмущений для стратифицированного турбулентного течения Куэтта: крупномасштабные продольные ролики, раз-

вивающиеся в продольные стрики, и крупномасштабные наклонные структуры [1,2]. Крупномасштабные продольные ролики и стрики доминируют при нейтральной и близкой к нейтральной стратификации, а их размеры согласуются с результатами прямого численного моделирования [1,3]. Крупномасштабные наклонные структуры проявляются при устойчивой стратификации, причем установлено, что переход между типами структур определяется значением безразмерного параметра устойчивости, равного отношению полувысоты канала к масштабу длины Обухова [3]. Показано, что появление наклонных структур не может быть объяснено только формой профиля скорости основного течения и профиля турбулентной вязкости и определяется действием сил плавучести, а их развитие происходит за счет эффекта опрокидывания и механизма Орра [3]. Наибольшая диссипация этих возмущений наблюдается после наибольшей амплификации энергии [3]. При достаточно большой амплитуде возмущений в момент наибольшей диссипации наблюдается пространственная неоднородность профилей скорости и температуры турбулентного течения. Выдвинута гипотеза [3], что именно этот механизм может приводить к появлению наклонных температурных фронтов, наблюдаемых в стратифицированных турбулентных сдвиговых течениях.

1. Zasko G.V., Glazunov A.V., Mortikov E.V., Nечepurenko Yu.M., Large-scale structures in stratified turbulent Couette flow and optimal disturbances // Russ. J. Num. Anal. Math. Model, 2020, V. 35, N. 1, P. 37-53.
2. Zasko G.V., Perezhogin P.A., Glazunov A.V., Mortikov E.V., Nечepurenko Yu.M., Emergence of optimal disturbances in a stratified turbulent shear flow under the stochastic forcing // J. Phys.: Conf. Ser., 2021, V. 2099, p. 012033.
3. Zasko G.V., Glazunov A.V., Mortikov E.V., Nечepurenko Yu.M., Perezhogin P.A., Optimal energy growth in stably stratified turbulent Couette flow // Boundary-Layer Meteorology, 2022. Published Online. <https://doi.org/10.1007/s10546-022-00744-3/>

Исполнители работ: Г.В. Засько, А.В. Глазунов, Е.В. Мортиков, Ю.М. Нечепуренко.

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

На основе анализа математических моделей вирусных инфекций, предложен новый подход к функциональному лечению инфекции ВИЧ-1 (1) путем использования механизма бистабильности, когда иммунная система сосуществует с возбудителем при различных уровнях вирусной нагрузки, и (2) активации гуморального и клеточного звеньев иммунитета.

Аннотация

Лечение хронических вирусных инфекций (ВИЧ-1) остается сложной задачей. Основываясь на концепции системной биологии о мульти-стабильности сложных систем и предсказанном нами ранее свойстве мультипликативной кооперативности между вирус-специфическими цитотоксическими Т-клетками и нейтрализующими антителами, в элиминации инфекции, показана необходимость вовлечения нескольких компонентов иммунной системы для реализации функциональных стратегий лечения. Новизна подхода заключается в том, чтобы достичь такого состояния инфекционного процесса, когда небольшая по численности вирусная популяция находится под полным контролем иммунной системы без применения антиретровирусных препаратов. Результаты получены на основе исследований математической модели экспериментальной вирусной инфекции (LCMV) и экстраполированы на ВИЧ-1 инфекцию.

Bocharov G, Grebennikov D, Cebollada Rica P, Domenjo-Vila E, Casella V, Meyerhans A. Functional cure of a chronic virus infection by shifting the virus - host equilibrium state. *Front Immunol*. 2022 Aug 30;13:904342. doi: 10.3389/fimmu.2022.904342. (Q1) (IF=8.8)

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

Разработана и калибрована математическая модель противовирусного иммунного ответа при инфекции SARS-CoV-2. По результатам исследования модели сформулирована концепция о необходимости временной координации кинетики развития реакций различных звеньев иммунитета.

Аннотация

Для расширенной версии классической математической модели противовирусного иммунного ответа Марчука-Петрова выполнена калибровка параметров, позволяющая воспроизводить наблюдаемую динамику вирусной нагрузки, реакции системы интерферона, численности антиген-специфических цитотоксических Т-клеток и уровня нейтрализующих антител при инфекции SARS-CoV-2. С помощью модели была исследована чувствительность характеристик тяжести инфекционного процесса к реакциям системы врожденного и адаптивного иммунитета. В рамках модели, было показано, что нарушение соответствующей кинетической координации приводит к длительной персистенции вирусов.

Grebennikov D., Karsonova A., Loguinova M., Casella V., Meyerhans A., Bocharov G. Predicting the Kinetic Coordination of Immune Response Dynamics in SARS-CoV-2 Infection: Implications for Disease Pathogenesis. *Mathematics*. 2022; 10(17):3154. <https://doi.org/10.3390/math10173154>. (Q1), (IF =2.6)

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

На основе модели климатической системы ИВМ РАН создана система предсказания аномалий климата на срок от 1 до 5 лет.

Аннотация

На основе модели климата INM-CM5 создана система прогнозирования аномалий климата на срок 1-5 лет. Начальное состояние атмосферы и почвы задается согласно атмосферному реанализу ERA5, начальное состояние океана и морского льда согласно океанскому реанализу SODA3.4.2. Состояние атмосферы и океана задается как аномалия по отношению к климату модели. Проведены ансамблевые расчеты по воспроизведению аномалий климата на срок 1-5 лет начиная с 1 ноября каждого года с 1960 по 2021. Число членов ансамбля для каждого расчета составляло 10. Показано, что аномалии средних за первый год расчета давления на уровне моря и температуры поверхности в такой прогностической системе заметно лучше соответствуют наблюдениям, чем в расчетах, учитывающих только изменения воздействий на климатическую систему. Неплохо воспроизводятся и другие параметры климатической системы. например, коэффициент корреляции модельной и наблюдаемой площади морского льда в Арктике следующим летом составляет 0.78. На срок до 5 лет может быть предсказана скорость ветра в экваториальной стратосфере. Аномалии теплосодержания верхнего 300-

метрового слоя океана получаются все еще заметно лучше, чем в расчетах, где учитываются только изменения воздействий, а начальное состояние произвольно.

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

Разработан новый численный метод решения задачи квазигеострофической циркуляции океана с вариационным управлением.

Аннотация

Рассмотрена новая вариационная постановка и метод решения задачи квазигеострофической циркуляции в двухслойном канале. Область имитирует лежащую в Южном океане зону Антарктического кругового течения (АКТ). Особенностью задачи является двусвязность области ее решения – периодичность по широте. Используя разложение в ряды Фурье, задача сводится к нелинейной системе обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) по времени. Двусвязность области приводит к тому, что решение задачи должно удовлетворять дополнительному стационарному соотношению, определяющему расход АКТ.

Вариационный алгоритм состоит в решении нелинейной системы прямых и сопряженных уравнений и близок к технике четырехмерной вариационной ассимиляции данных. Вектор управления включает начальные условия для прямой системы ОДУ. Основой функции ценности – минимизируемого функционала, является среднеквадратичная погрешность стационарного соотношения. Алгоритм развивается на случай поиска коэффициента турбулентного обмена. Коэффициент добавляется в качестве дополнительной компоненты в вектор управления и находится в процессе решения оптимальной задачи.

С помощью вычислительных экспериментов изучены вызываемые ветром стационарные режимы течений. Расчеты показывают, что увеличение турбулентности и наличие в рельефе дна высоких гармоник стимулируют формирование в нижнем слое ячеистой структуры и слабого противотечения.

Залесный В.Б. Вариационный метод решения задачи о квазигеострофической циркуляции в двухслойном океане // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2022. Т. 58. № 5. С. 493–503.

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

С помощью модели циркуляции океана INMOM с привлечением данных объективных океанских анализов и реанализов в Северной Атлантики для 1951-2017 гг. проведено (1) исследование вкладов изменений температуры и солёности в формирование климатических трендов термохалинной циркуляции; (2) изучение связей термохалинных состояний с теплыми и холодными периодами Атлантической мультидесятилетней осцилляции.

Аннотация

По данным объективных океанских анализов EN4 и WOA13 в период с 1951 по 2017 гг. обнаружено, что в верхнем ~1-км слое Северной Атлантики (СА) наблюдается климатический среднезональный тренд на потепление и осолонение. Ниже ~1-км слоя наблюдаются значительные области похолодания и распреснения. Эта картина подтверждается данными океанских реанализов GFDL, ESTOC, ORA-S4 и GECCO2.

Показано, что имеется рассогласование в знаках климатических трендов функции тока атлантической меридиональной опрокидывающейся циркуляции (АМОЦ) с 1951 по 2017 гг., рассчитанных по данным реанализов GFDL, ESTOC, ORA-S4 и GECCO2 как между собой, так и между трендами функции тока АМОЦ, рассчитанных с помощью INMOM по данным объективных анализов EN4 и WOA13.

Поля климатических трендов потенциальной плотности, функции тока АМОЦ и уровня моря формируются по линейному закону, как сумма их трендов, формируемых за счет изменений потенциальной температуры и солёности, умноженных на коэффициенты близкие к единице, соответственно. Наблюдаемый тренд на усиление основного ядра функции тока АМОЦ с 1951 по 1990 гг. вызывается изменениями потенциальной температуры, а на ослабление основного ядра функции тока АМОЦ с 1991 по 2017 гг., вызывается изменениями солёности.

В тёплые периоды индекса атлантической мультideкадной осцилляции (АМО) по сравнению с холодными в верхнем ~1 км слое Северной Атлантики в основном наблюдаются потепление и осолонение. Ниже этого слоя наблюдаются значительные области похолодания и распреснения, при этом в реанализах GFDL и ESTOC эти области меньше, чем для данных EN4, WOA13, ORAS4 и GECCO2. В чередующиеся последовательные периоды индекса АМО положительные и отрицательные температурные (и солёностные) аномалии распространяются с периодом около 60 лет по ходу движения вод в АМОЦ, опускаясь в глубинные слои океана примерно на 60°N и частично поднимаясь на поверхность на 25°N и в области экватора. Этот механизм вносит существенный вклад при формировании фаз индекса АМО.

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

Разработаны точные, экономичные и масштабируемые алгоритмы решения уравнений глобальной динамики атмосферы на редуцированной широтно-долготной сетке с высоким пространственным разрешением.

Аннотация

Основные результаты работы состоят в следующем:

1. Предложен подход для построения горизонтальных дискретизаций на редуцированной широтно-долготной сетке на сфере с разнесением переменных.
2. Исследована консервативность предложенных дискретизаций для линейаризованных уравнений мелкой воды на сфере. Получены необходимые и достаточные условия наличия закона сохранения массы и энергии, выражающиеся в виде ограничений на процедуры интерполяции вдоль долготы. Предложено семейство интерполяционных процедур удовлетворяющих этим ограничениям.
3. На основе предложенного подхода реализована полуневьяная полулагранжева модель мелкой воды на сфере. Проведены испытания этой модели на тестовых задачах, результаты которых свидетельствуют о перспективности данного подхода для применения в глобальных моделях динамики атмосферы.
4. Предложен геометрический многосеточный алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений на редуцированной сетке. Алгоритм обладает высокой скоростью сходимости и позволяет эффективно использовать как минимум 4608 процессорных ядер для сетки с разрешением 20 км.
5. Проведена комплексная оптимизация параллельной структуры и уточнение алгоритмов программного комплекса модели атмосферы ПЛАВ. Показано, что описанные модификации позволяют заметно сократить время расчетов и повысить параллельную масштабируемость кода модели.

Представлена и защищена кандидатская диссертация по специальности 1.2.2 «Масштабируемые алгоритмы решения уравнений глобальной динамики атмосферы на редуцированной широтно-долготной сетке».

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

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

Создан новый метод персонализированного расчета коронарного кровотока, основанный на анализе мультимодальных медицинских изображений и учитывающий остаточную миокардиальную ишемию после лечения стенозов коронарных артерий.

Аннотация

При оценке гемодинамической значимости стенозов коронарных артерий необходимо учитывать состояние микроциркуляторного русла. Это необходимо для повышения точности персонализированных оценок и построения моделей прогнозирования и идентификации ключевых факторов повторных ишемических событий в отдаленной (несколько месяцев) перспективе после проведения стентирования.

В ИВМ РАН был разработан новый подход к постановке в гемодинамической модели граничных условий в терминальных артериях. Новизна метода связана с совместным анализом медицинских изображений разной модальности: коронарной КТ ангиографии для определения геометрии эпикардиальных коронарных артерий и тяжести остаточного стеноза и/или невылеченной ишемической болезни сердца, эхокардиографии, которая измеряет сердечный выброс и функцию сердечных клапанов, а также перфузионной компьютерной томографии, которая позволяет выявить ишемические участки миокарда.

Предложенный метод был протестирован на данных 20 пациентов Первого Московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова.

Исследование поддержано двумя грантами РНФ.

Научные руководители работ – чл.-корр. РАН Василевский Ю.В.,
д.ф.-м.н. Симаков С.С.

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

В 2022 году в ИВМ РАН проводились исследования по актуальным направлениям вычислительной математики, математического моделирования и их приложениям.

Тема «Вычислительная математика, тензоры, оптимизация и задачи биологии и медицины»

Подтема «Матричные методы в математике и приложениях»

Для задачи построения многополосных аналоговых и цифровых фильтров завершена разработка алгоритма типа Ремеза-Колмогорова в случае весовой функции с высокими контрастами (более 100 dB) как для вещественных, так и для

комплексных рациональных фильтрующих функций. Наблюдавшиеся ранее <<остановки>> в итерациях, не соответствующие критерию оптимальности (Чебышева, в вещественном случае, и Колмогорова, в комплексном) разбросом экстремумов, существенно отличающемся от 1, преодолены.

При помощи формы Белевича для S-матрицы многополосного фильтра построена теория для нового алгоритма синтеза многополосного фильтра, работающего по данной рациональной фильтрующей функции и использующего «дробные Крыловские пространства» (к.ф.-м.н. Горейнов С.А.).

Метод мозаично-скелетных аппроксимаций применен к расчету индикатрисы теплового излучения в инфракрасном диапазоне. В основе исследований лежит закон Ламберта и законы излучения «серого» тела (закон Планка, а также его предельные представления в виде закона Стефана-Больцмана и закон Вина). Предполагая диффузность излучения, построена модель излучения от множества объектов (или объектов сложной формы), учитывающая переизлучение нагретым телом.

Согласно итерационному подходу многократно вычисляется свертка интегрального оператора, в котором учитывается матрица видимости дискретных элементов объектов. Для определения матрицы видимости алгоритм алгоритм, использующий иерархическое представление данных (также как в мозаичном методе), имеющий сложность $O(N \cdot \log^a N)$, $a \geq 1$ (к.ф.-м.н. Ставцев С.Л.).

Для создаваемого пакета SLESPack (a package for Solving systems of Linear algebraic Equations with Structured Matrices) проведено тестирование и сравнение различных методов решения вещественных и комплексных систем линейных алгебраических уравнений с теплицевыми матрицами: на основе методов Гохберга-Сименсула, окаймления, векторного метода и с использованием блочных иерархических семисепарабельных матриц.

Получены некоторые множества пар симметричной и кососимметричной теплицевых матриц, квадраты которых совпадают (д.ф.-м.н. Чугунов В.Н.).

Разработан подход к оцениванию сигналов, имеющих тензорную структуру, в условиях, когда мощность шума сравнима или превосходит мощность сигнала; разработанный метод применялся к задаче оценивания ММО канала и сигналов, принимаемых автомобильным радаром (к.ф.-м.н. Замарашкин Н.Л. совместно с С.В. Петровым).

Проведен теоретический анализ алгоритма ALS поиска наилучших матричных приближений ранга 1 в чебышевской норме (к.ф.-м.н. Замарашкин Н.Л. совместно с С.В. Морозовым и М.Смирновым).

Предложен новый подход к методам редукции моделей, решения которых аналитичны на больших областях комплексной плоскости; получено существенное ускорение (более 10 раз) по сравнению с такими алгоритмами как POD и DEIM (к.ф.-м.н. Замарашкин Н.Л. совместно с Д.А. Желтковым, М.А. Бочевым и Л.А. Книжнерманом).

Протестированы два подхода к моделированию на основе данных для кинетических уравнений, описывающих агрегацию частиц. Первый подход был основан на использовании динамической модовой декомпозиции (ДМД) оператора коагуляции с последующей редукцией размерности исследуемой модели. Применение методики ДМД позволило в разы расширить интервал для проведения расчёта коагуляции без прямого использования исходного оператора коагуляции. Установлено, что основная погрешность концентраций в редуцированной модели концентрируется для крупных частиц. В качестве альтернативы ДМД протестированы возможности применения искусственных нейронных сетей (ИНС) для численного моделирования процесса коагуляции после обучения на выборке снимков численного решения в начальные моменты времени. В рамках задачи о построении ядра коагуляции частиц в потоке (случай градиентной коагуляции) получены формулы для рациональной аппроксимации искомых коэффициентов (к.ф.-м.н. Матвеев С.А.).

Предложены реализации методов переменного проектирования для построения малоранговых неотрицательных матричных и тензорных разложений в форматах Таккера и тензорного поезда. Для ряда рассмотренных тестовых задач установлена линейная сходимость исследованных методов, внедрение рандомизированных алгоритмов линейной алгебры позволяет без потери точности и качества сходимости снизить сложность итераций методов переменного проектирования с $O(N^{d+1})$ до $O(N^d)$ операций, где N – число элементов в тензорах/матрицах по направлениям, а d – размерность данных. (к.ф.-м.н. Матвеев С.А. совместно с Будзинским С. С.).

Успешно применены методы Монте-Карло для моделирования процессов агрегации и дробления вещества, впервые с применением методов Монте Карло проведена валидация колебательных режимов для модели агрегации и дробления вещества в кольцах Сатурна (к.ф.-м.н. Матвеев С.А. совместно с А.И.Осинским).

Для математической модели коагуляции-переноса вещества вдоль отрезка получены новые аналитические решения с необычным законом сохранения, проведена подробная численная валидация полученных теоретических решений.

Исследованы многомасштабные модели прогнозирования урожайности MONICA/WOFOST в рамках климатических условий Курской области.

Предложен набор тестов производительности алгоритма GMRES для решения линейных систем, возникающих при решении уравнения Гельмгольца в процессе оптимизации топологии фотонных компонент (к.ф.-м.н. Матвеев С.А.).

Численно исследована возможность применения методов рандомизированной линейной алгебры в рамках метода попеременных проекций для построения неотрицательных малоранговых приближений матриц с неотрицательными элементами. Для предложенных алгоритмов посчитана вычислительная сложность. Показано, что с помощью выбора параметров можно получить более низкое число операций, чем для известных в литературе подходов. Численные эксперименты показали, что рандомизированные методы имеют схожие с детерминистическими методами свойства сходимости и аппроксимации.

Предложен алгоритм передачи сообщений для восполнения тензоров в каноническом формате по части их элементов при наличии дополнительной информации о подпространствах вдоль каждой размерности. Подход основан на вариационном байесовском выводе и позволяет не только восстановить неизвестные элементы тензора, но и оценить его канонический ранг. Численные эксперименты на искусственных и реальных данных показали, что наличие дополнительной информации позволяет существенно снизить число элементов, требуемых для успешного восполнения тензоров.

Предложены рандомизированные методы попеременных проекций для построения неотрицательных малоранговых приближений неотрицательных тензоров в форматах Таккера и тензорного поезда. Результаты численных экспериментов на искусственных и реальных данных показали, что предложенные методы имеют более низкую вычислительную сложность одной итерации и более высокую скорость сходимости по сравнению с известными подходами в случае формата Таккера. Задача построения неотрицательных малоранговых приближений неотрицательных тензоров в формате тензорного поезда была исследована впервые (с.н.с. Будзинский С.С.).

В терминах рядов Фабера получены общие оценки погрешности вычисления тригонометрических матричных функций, выражаемых через ψ - и σ -функции и связанных с решением некоторых дифференциальных уравнений второго порядка по времени t . Для симметричных матриц и не слишком больших t получены конкретизированные оценки погрешности в терминах сдвинутых рядов Чебышёва.

Для численного решения уравнения $A(k)=b$ с квадратичной (полиномиальной второй степени по параметру k) матрицей $A(k)$ для многих значений k предложено экономично вычислять производные решения по k с помощью специальной рекурсии,

что позволило сильно сократить количество требуемых факторизаций и, как следствие, время вычислений.

Показано, что при определённых условиях для всех допустимых значений k можно решить уравнение $A(k)=b$ с помощью линеаризации задачи и выполнения одного крыловского процесса (процесса типа Ланцоша или процесса Арнольди). Это косвенно подтвердило в теоретическом плане возможность использования очень малого числа факторизаций (д.ф.-м.н. Книжнерман Л.А.).

Построен численный алгоритм на основе метода граничных интегральных уравнений для задачи рассеяния электромагнитных волн для достаточно общих конфигураций кусочно-однородных диэлектрических и идеально проводящих объектов. Основная специфика данного подхода состоит в записи интегральных уравнений различных типов на граничных поверхностях раздела диэлектрических сред и идеальных проводников. Предложен единый алгоритм, в котором такой выбор типа уравнений для каждой поверхности четко структурирован (д.ф.-м.н. Сетуха А.В.).

Разработаны библиотеки программ для решения интегральных уравнений, Разработано программное средство для решения задач рассеяния на идеально проводящих объектах сложной формы и излучения антенн (д.ф.-м.н. Сетуха А.В. совместно со Ставцевым С.Л. и Третьяковой Р.М., Желтковым Д.А., Валиахметовым Б.И.).

Для задач электромагнитного рассеяния на идеально проводящих объектах построена модель физической оптики с переотражениями, осуществлены ее программная реализация и тестирование (д.ф.-м.н. Сетуха А.В. совместно со Ставцевым С.Л. и Третьяковой Р.М.).

Разработан программный комплекс для решения задачи дифракции электромагнитной волны на идеально проводящем теле, покрытом тонким слоем диэлектрика на основе метода граничных интегральных уравнений. Реализована численная схема решения задачи дифракции на основе метода Бубнова-Галеркина, с использованием кусочно-линейных функций на конечных носителях (функции РВГ).

Проведено исследование математической модели дифракции электромагнитной волны на диэлектрическом теле с неоднородной проводимостью. Реализовано два численных метода решения данной задачи: метод на основе кусочно-постоянных аппроксимаций и коллокаций, и метод Бубнова-Галеркина с кусочно-линейными функциями типа РВГ. Проведено сравнение данных методов.

Реализовано программное средство для решения задачи дифракции электромагнитной волны на идеально проводящих телах и телах, покрытых тонким слоем диэлектрика (к.ф.-м.н. Третьякова Р.М.).

Разработаны алгоритмы для реализации этапа просеивания обобщённого метода решёта числового поля на графических ускорителях (Желтков Д.А. совместно с Замарашкиным Н. Л., Поляковым А. Н.).

Разработан и реализован обобщённый метод минимальных невязок для многих правых частей (Желтков Д.А. совместно с Валиахметовым Б. И. и Сукманюк С. В.).

Реализованы ТТ-методы глобальной оптимизации и необходимые для его работы операции и методы в ТТ-формате с использованием графических ускорителей (Желтков Д.А. совместно с Сукманюк С. В., Комаровым А. М., Султоновым А. О. и др.).

Разработан новый метод редукции модели, квадратично зависящей от параметра, использующего линейное пространство производных различных порядков (Желтков Д.А. совместно с Замарашкиным Н. Л., Бочевым М. А., Книжнерманом Л.А.).

Подтема «Сопряженные уравнения и методы теории управления в нелинейных задачах математической физики»

Разработаны эффективные алгоритмы решения задач вариационного усвоения данных для восстановления начального состояния и потоков тепла для модели гидротермодинамики моря. Алгоритмы применены для моделей динамики Черного и Балтийского морей с вариационным усвоением данных для восстановления начального состояния и потоков тепла на поверхности моря (Агошков В.И., Шутяев В.П., Пармузин Е.И., Захарова Н.Б.).

Проведен реанализ гидрофизических полей на основе ассимиляции данных ЦКП "ИКИ - Мониторинг" в модели гидротермодинамики Черного, Азовского и Мраморного морей с целью интеграции результатов расчетов в систему мониторинга состояния морских акваторий (Агошков В.И., Шутяев В.П., Пармузин Е.И., Захарова Н.Б., Шелопут Т.О., Лезина Н.Б.).

Для задачи вариационного усвоения данных с целью нахождения начального состояния и граничного теплового потока исследована чувствительность функций отклика как функционалов оптимального решения к данным наблюдений. Вычисление градиента функции отклика сводится к решению нестандартной задачи, представляющей собой связанную систему прямых и сопряженных уравнений с взаимозависимыми начальными и граничными значениями. Предложен алгоритм вычисления градиента функции отклика, основанный на гессиане исходного функционала стоимости (Шутяев В.П. совместно с Пармузиным Е.И.).

Проведено численное исследование чувствительности функций отклика к входным данным в задаче вариационного усвоения для двумерных уравнений Сен-Венана для моделирования загрязнения воды (Шутяев В.П. совместно с F.-X. Le Dimet, Tran Thu Ha, Hong Son Hoang, Nguyen Hong Phong).

Проведено исследование чувствительности функционалов от оптимального оптимального решения задачи вариационного усвоения данных с целью восстановления потоков тепла на поверхности моря при использовании ковариационных матриц ошибок начального приближения. С учетом свойств гессиана функции стоимости доказана теорема о представлении градиента функционала по отношению к данным наблюдений, сформулирован алгоритм вычисления градиента функционала и проведены численные эксперименты для модели динамики Черного моря (Шутяев В.П. совместно с Пармузиным Е.И.).

Исследованы численные алгоритмы решения задачи вариационного усвоения данных наблюдений с функционалами, включающими ковариационные матрицы ошибок бэкграунда при нескольких функциях управления. Проведены численные эксперименты для выбранных акваторий Мирового океана с несколькими функциями управления и с использованием ковариационных матриц ошибок бэкграунда (Шутяев В.П. совместно с Е.И. Пармузиным, Н.Б.Захаровой).

Проведено численное исследование глобальной чувствительности функций отклика к ошибкам входных данных в задаче вариационного усвоения данных для модели конвекции-диффузии (д.ф.-м.н. Шутяев В.П. совместно с И.Геджадзе).

Построены поля основных гидрофизических параметров (температура, соленость, поле скоростей, уровень моря) для акваторий Черного и Азовского морей с применением процедуры вариационной ассимиляции данных наблюдений. Рассчитанные поля интегрированы в спутниковый сервис "See the Sea" для решения междисциплинарных задач исследования морских акваторий. Трехмерные поля реанализа, переданные в сервис, добавляют пользователям возможность исследования процессов, происходящих на глубине. (Пармузин Е.И. совместно с Лезиной Н.Р., Шевченко Б.С.)

Завершен цикл работ по интеграции реанализа гидрофизических параметров в ЦКП «ИКИ - Мониторинг». Проведен анализ данных наблюдений о температуре поверхности моря, полученных из Центра коллективного пользования «ИКИ - Мониторинг» со спутников Aqua, Terra, Sentinel и SNPP (Захарова Н.Б. совместно с Н. Лёзиной и Б.Шевченко).

Для обработки получаемых данных наблюдений и выявления и исключения ошибочных значений применяются статистический метод нахождения аномальных значений и правило трех сигм. В результате моделирования с применением процедуры вариационной ассимиляции обработанных данных наблюдений построены поля основных гидрофизических параметров (температура, соленость, поле скоростей, уровень моря) для Черного, Азовского и Мраморного морей (Захарова Н.Б. совместно с Е.Пармузиным, Н.Лёзиной).

Проведена работа по построению ковариационных матриц ошибок бэкграунда, проведены численные эксперименты с несколькими функциями управления и с использованием ковариационных матриц ошибок. (к.ф.-м.н. Захарова Н.Б. совместно с В.П.Шутяевым, Е.И.Пармузиным).

Проведено исследование характеристик нелинейных искажений оптического сигнала для волоконных систем связи. Получены наборы коэффициентов для фильтрации нелинейных искажений путем максимизации функционала взаимной информации между входным и выходным сигналом, показано, что при построении матрицы триплетов по выходному сигналу не удастся улучшить результаты, полученные методом наименьших квадратов. При анализе характеристик искажений сигналов показано, что предположение о нормальном распределении отклонения не выполняется (Шелопут Т.О. совместно с Желтковым Д.А., Замарашкиным Н.Л.).

Разработаны программы по автоматизации процесса построения реанализа по модели гидротермодинамики Черного и Азовского морей с использованием данных ЦКП «ИКИ - Мониторинг». Реанализ интегрирован в спутниковый сервис “See the Sea” для решения междисциплинарных задач исследования морских акваторий (Шелопут Т.О. совместно с Шевченко Б.С.).

Проведено тестирование Информационно–вычислительной системы вариационной ассимиляции данных наблюдений «ИВМ РАН – Черное море» (к.ф.-м.н. Лёзина Н.Р.).

Подтема «Оптимальные методы в задачах вычислительной математики»

Исследованы дискретные режимы метода анзаца для задачи об электрическом фильтре в случае четырех рабочих полос.

Решена (совместно с Квентином Гендроном) перечислительная задача о числе компонент пространства уравнений Пелля-Абея, допускающих примитивное решение заданной степени (д.ф.-м.н. Богатырев А.Б.).

Метод трассирования стационарного решения по параметру, предложенный ранее на примере модели инфекции ВЛХМ, был обобщен для произвольной системы с запаздыванием. С помощью предложенного метода для математической модели противовирусного иммунного ответа Марчука-Петрова впервые проведено исследование стационарных решений, соответствующих хроническим формам течения инфекции вирусом гепатита В. Были показаны наличие бистабильности для данной модели и наличие свойства гистерезиса, а также определены области в пространстве параметров модели, в которых данные свойства имеют место. Наличие бистабильности позволяет предлагать различные подходы к лечению неблагоприятных вариантов хронического гепатита В, в частности, переводить систему в состояние с более низкой вирусной

нагрузкой, на основе предложенного ранее подхода, основанного на оптимальных возмущениях.

Был выполнен анализ локальных бифуркаций модели Марчука-Петрова инфекции вирусом гепатита В. Были определены области в пространстве параметров модели, в которых существуют периодические решения, которые можно интерпретировать как активные формы хронического гепатита В. Была исследована зависимость периодов и амплитуд периодических решений от константы скорости антигенной стимуляции макрофагов в лимфоузле (д.ф.-м.н. Нечепуренко Ю.М., асп. Христиненко М.Ю.).

Предложен новый метод вычисления оптимальных возмущений периодических решений систем с запаздыванием, являющийся модификацией предложенного ранее в метода и использующий метод Ланцоша. На примере модели ВЛХМ было показано, что предложенный метод позволяет вычислять оптимальное возмущение быстрее по сравнению с методом, предложенным ранее. С помощью предложенного метода были вычислены оптимальные возмущения периодического решения модели ВЛХМ, которое можно интерпретировать как хроническое заболевание, в различных фазах. Было показано, что возмущение периодического решения с фазой такой, что в момент времени $t=0$ вирусная нагрузка в периодическом решении принимает максимальное значение, воздействует больше на переменные иммунного ответа и меньше воздействует на вирусную нагрузку по сравнению с возмущением периодического решения с фазой такой, что в момент времени $t=0$ вирусная нагрузка в периодическом решении принимает минимальное значение. Также было показано, что наиболее эффективный переход из устойчивого периодического решения в окрестность стационарного решения с нулевой вирусной нагрузкой получается с помощью возмущения периодического решения с фазой такой, что в момент времени $t=0$ вирусная нагрузка в периодическом решении принимает минимальное значение, взятого с таким весом, что переменная вирусной нагрузки убывает по сравнению с той же компонентой невозмущенного периодического решения.

Проведено исследование оптимальных возмущений стратифицированного турбулентного течения Куэтта, представляющих собой крупномасштабные продольные ролики, развивающиеся в продольные стрики, и крупномасштабные наклонные структуры. Было установлено, что крупномасштабные продольные ролики и стрики доминируют при нейтральной и близкой к нейтральной стратификации, а их размеры согласуются с результатами прямого численного моделирования. Крупномасштабные наклонные структуры проявляются при устойчивой стратификации, причем установлено, что переход между типами структур определяется значением безразмерного параметра устойчивости, равного отношению полувискозности канала к масштабу длины Обухова. Показано, что появление наклонных структур не может быть объяснено только формой профиля скорости основного течения и профиля турбулентной вязкости и определяется действием сил плавучести, а их развитие происходит за счет эффекта опрокидывания и механизма Орра (д.ф.-м.н. Нечепуренко Ю.М., асп. Засько Г.В.).

В рамках работы над оригинальным программным комплексом LOTRAN, предназначенным для прогноза положения ламинарно-турбулентного перехода в трехмерных аэродинамических пограничных слоях, были реализованы возможность работы с данными об основном течении, заданными на сетках, состоящих из треугольных призм, пирамид и тетраэдров; учет неоднородных граничных условий для основного течения на обтекаемой поверхности, позволяющий проводить анализ вдува-отсоса на положение перехода; новый более обоснованный алгоритм построения линий распространения возмущений; исследование неустойчивости нестационарных вихрей поперечного течения. Проведены численные расчеты для различных аэродинамических конфигураций при различных значениях числа Маха и единичного числа Рейнольдса. Получено хорошее совпадение с экспериментальными данными и данными других исследователей (д.ф.-м.н. Нечепуренко Ю.М., к.ф.-м.н. Демьянко К.В.).

Сформулирована задача о нахождении отклика плоского слоя однородного вязкоупругого покрытия на бегущие волны давления и сдвига. Реализована соответствующая численная модель и проведены расчеты для параметров покрытий, характерных для физических экспериментов по снижению вязкого турбулентного трения в несжимаемых пограничных слоях. Определены параметры покрытий, при которых время установления колебаний не превышает одного периода вынуждающих колебаний. В частности, показано, что время установления вынуждающих колебаний давления и сдвига практически одинаково и растет с уменьшением относительной толщины покрытий, а также увеличением частоты нагрузки, причем особенно сильно при частоте нагрузки выше частоты первого резонанса покрытия.

Проведено исследование биглобальной устойчивости течения Пуазейля в трубах постоянного эллиптического сечения. В частности, для течения Пуазейля рассчитана зависимость максимальной амплификации средней плотности кинетической энергии возмущений от отношения длин осей сечения трубы в широком диапазоне параметров задачи (к.ф.-м.н. Демьянко К.В.).

Проведено исследование взаимодействия и влияния нормальной и тангенциальной компонент квадратичного оператора у продифференцированного уравнения Бюргерса, а также трехмерной системы Гельмгольца, на динамику их решения с ростом времени (д.ф.-м.н. Фурсиков А.В.).

Исследованы нестационарные уравнения неклассической теории функционально-градиентных оболочек. Для некоторых типов начально-краевых условий решение задачи выписано в явном виде методом Фурье, а энергетическим методом доказаны априорные оценки, означающие устойчивость решения в стандартных пространствах Соболева.

Для системы уравнений в частных производных, приближенно описывающей динамику малых возмущений в окрестности состояния покоя для нестационарного вязкого баротропного газа, при начальных условиях специального вида получено аналитическое представление решения, исследована асимптотика скорости выхода на стационар.

При исследовании уравнения типа Бюргерса с полиномиальной нелинейностью и нулевыми краевыми условиями для приближенного построения устойчивого многообразия, имеющего конечную ко-размерность, предложен комбинированный итерационный алгоритм, начальное приближение для которого строится аналитическим методом и имеет квадратичную точность. Полученные результаты допускают обобщение на многомерные диссипативные уравнения широкого класса и могут применяться при решении задач асимптотической стабилизации по начальным данным, краевым условиям и правой части.

Предложен алгоритм численного решения задачи глобальной стабилизации неустойчивого течения Куэтта, а также неустойчивых вторичных течений типа вихрей Тейлора, возникающих между двумя соосными цилиндрами, внутренний из которых вращается с постоянной угловой скоростью, а внешний остается неподвижным (к.ф.-м.н. Корнев А.А.).

Для обучения искусственной нейронной сети программно реализована разновидность метода градиентного спуска – метод обратного распространения ошибки. При большом количестве слоёв в нейронной сети обнаружена численная неустойчивость метода. Выдвинута гипотеза о том, что её причиной являются ошибки округления. Предложена регуляризация метода, состоящая в прибавлении на каждом шаге к градиенту случайной величины. В случае некоррелированности случайного процесса численно обнаружена сходимость метода, приводящая к обучению нейронной сети с приемлемой точностью (к.ф.-м.н. Ноаров А.И.).

Численный анализ устойчивости погранслойных течений к малым возмущениям проведён на основе линеаризованных уравнений, рассматриваемых в полубесконечном интервале по вертикальному направлению. Исследованы методы пространственной аппроксимации этих уравнений по вертикальному направлению, специализированные для задач, рассматриваемых в полубесконечном интервале. Предложен новый метод: метод Галеркина, в котором в качестве базисных и пробных функций используются элементарные интерполяционные функции Лагерра, а для аппроксимации скалярных произведений используется квадратурная формула высокого порядка с узлами, совпадающими с узлами интерполяции (метод Лагерра-Галеркина-коллокаций) (асп. Засько Г.В.).

Подтема «Прямые и обратные задачи моделирования пространственно-временной динамики иммунных и инфекционных процессов»

Разработана стохастическая модель внутриклеточной репликации вирусов иммунодефицита человека (ВИЧ-1) и реакции системы интерферона в зараженной клетке на основе Марковских цепей и определены характеристики изменчивости процесса заражения, продукции вирусов и интерферона первого типа.

Разработана и калибрована математическая модель противовирусного иммунного ответа при инфекции SARS-CoV-2. По результатам исследования модели сформулирована концепция о необходимости временной координации кинетики развития реакций различных звеньев иммунитета.

На основе анализа математических моделей вирусных инфекций, предложен новый подход к функциональному лечению инфекции ВИЧ-1 (1) путем использования механизма бистабильности, когда иммунная система сосуществует с возбудителем при различных уровнях вирусной нагрузки, и (2) активации гуморального и клеточного звеньев иммунитета (д.ф.-м.н. Бочаров Г.А.).

Подтема «Построение и исследование численных методов решения задач динамики океана и вязкой несжимаемой жидкости, гемодинамики, геофильтрации и геомиграции»

Предложен устойчивый метод конечных объемов для расчета течений несжимаемой жидкости в подвижной области с коллокацией степеней свободы в центрах ячеек многогранной расчетной сетки, допускающей многоуровневое измельчение и разгрубление. Метод применим для моделирования свертывания крови в пульсирующих сосудах (член-корр. РАН Василевский Ю.В. совместно с К.Тереховым и И.Бутаковым).

Предложен монолитный устойчивый метод расчета трехмерных течений в каналах с пористыми упругими стенками (FPSI), обоснована устойчивость расчетной схемы (член-корр. РАН, д.ф.-м.н. Василевский Ю.В. совместно с А.Лозовским, М.Ольшанским).

Проведен сравнительный анализ применения различных нелинейно-упругих оболочечных моделей закрытия створок аортального клапана, реконструированного с использованием аутоперикарда (член-корр. РАН Василевский Ю.В. совместно с В.Саламатовой и А.Легким).

Предложен метод конечных объемов для решения задачи отслеживания границы раздела сред на неструктурированных адаптивных сетках.

Положение фронта описывается долей жидкости в каждой расчетной ячейке, а распространение границы раздела сред включает одновременное решение задачи переноса фракции и задачи сжатия границы раздела (член-корр. РАН д.ф.-м.н. Василевский Ю.В. совместно с К.Тереховым).

Проведена работа по развитию расчетного кода GeRa, предназначенного для гидрогеологического моделирования. Основным результатом стала разработка алгоритма расчета линий тока и его практическая реализация. Алгоритм применим к широкому классу трехмерных сеток с многогранными ячейками.

Проведён анализ параллельной эффективности расчетов в GeRa на примере модели полигона закачки жидких радиоактивных отходов с учетом плотностных эффектов. Расчет задачи на 80 узлах выполняется в 5,76 раз быстрее, чем на 10 узлах.

Разработана модель фильтрации и переноса с учетом химических реакций, включающая растворение-осаждение минералов с последующим изменением пористости и проницаемости пород (к.ф.-м.н. Капырин И.В.).

Разработаны параллельные численные методы для задач взаимодействия жидкостей и деформируемых стенок в биомедицинских приложениях.

Проведено исследование механизмов и определяющих факторов остаточной миокардиальной ишемии после лечения стенозов коронарных артерий с помощью вычислительных биомеханических моделей, основанных на мультимодальных медицинских изображениях.

Разработан программный продукт для пациент-ориентированного моделирования электромеханики сердца и медицинских приложений.

Предложены методы сегментации левого желудочка и расчета локализованных индексов перфузии на КТ снимках перфузии. (к.ф.-м.н. Данилов А.А.).

Проведена апробация метода автоматизированной сегментации КТ-данных с выделением легочных артерий, полых вен, камер сердца. Апробирован метод автоматизированной сегментации легочных артерий, полых вен, камер сердца на КТ данных пациентов с тяжелыми пороками сердца. Алгоритм был реализован в программе ITK-snap (к.ф.-м.н. Добросердова Т.К.).

Разработка параллельных решателей систем линейных уравнений, возникающих при дискретизации уравнений диффузии и переноса для задач геофильтрации и геомиграции радионуклидов.

Разработка на основе адаптивного алгебраического многосеточного метода параллельных решателей систем линейных уравнений, возникающих при дискретизации уравнений многофазной фильтрации.

Оценка параллельной эффективности при решении задач линейной алгебры и математической физики (к.ф.-м.н. Коньшин И.Н.).

Разработан параллельный модуль оптимизации для произвольной многомерной функции на основе метода глобальной оптимизации и кривых Гильберта (к.ф.-м.н. Никитин К.В.).

Разработаны новые конечно-объемные численные методы для совместного моделирования физических процессов, имеющих седловой характер, а так же методов решения возникающих линейных систем (к.ф.-м.н. Терехов К.М.).

Предложен монолитный устойчивый метод расчета трехмерных течений в каналах с пористыми упругими стенками (FPSI), обоснована устойчивость расчетной схемы (к.ф.-м.н. Лозовский А.В. совместно с Ю.Василевским, М.Ольшанским).

Впервые предложена и разработана численная модель дробной производной вдоль траектории движения, доказаны и численно продемонстрированы ее сходимость к референтному решению (асп. Янбарисов Р.М.).

В рамках технологии численного решения задач пороупругости с использованием методов конечных объемов и виртуальных элементов разработаны ранее не использовавшиеся аппроксимации потока жидкости, расширяющие класс сеток, на которых

может применяться метод; разработан итерированный между подзадачами фильтрации и упругости метод решения возникающих дискретных систем – метод фиксированных деформаций, исследована его параллельная эффективность по сравнению с ранее реализованным методом полного сопряжения при использовании линейного решателя общего назначения (асп. Ануфриенко Д.В.).

Впервые предложен алгоритм виртуального размещения лепестков восстановленного аортального клапана внутри аорты для запуска дальнейших численных расчётов.

Исследовано влияние геометрической и материальной нелинейности на поведение модели закрытия аортального клапана (асп. А.А. Легкий).

Создан новый метод персонализированного расчета коронарного кровотока, учитывающий остаточную миокардиальную ишемию после лечения стенозов коронарных артерий, основанный на анализе мультимодальных медицинских изображений (д.ф.-м.н. Симаков С.С. совместно с Т.М. Гамиловым, А.А. Даниловым).

Подтема «Математическое моделирование процесса противоинфекционной защиты: энергетика и адаптация»

Разработана расширенная модель эпидемии COVID-19. Модель описывает динамику распространения вируса и динамику распространения психических заболеваний связанных с эпидемией. (д.ф.-м.н. Романюха А.А. совместно с Санниковой Т.Е. и Новиковым К.А.).

Проведено совместное исследование состава тела у детей с онкологическими и гематологическими заболеваниями после трансплантации гемопоэтических стволовых клеток на базе ФНКЦ ДГОИ им. Д. Рогачева в рамках проекта МАГАТЭ (CRP E43033).

Сформирована база данных биоимпедансных измерений в центрах здоровья России за 2010-2019 гг. (к.ф.-м.н. Руднев С.Г.).

Проведен анализ влияния социоэпидемиологических факторов на заболеваемость туберкулёзом в г. Москве. Проведено исследование «локаций» заболеваемости туберкулёзом в г. Москве с учётом реальной плотности населения (к.ф.-м.н. Каркач А.С.).

Проведена оценка возможности формирования коллективного иммунитета к COVID-19 в России на основании предсказаний компартментных моделей (в т.ч. со стратификацией по возрастам и неэкспоненциальным временем пребывания в группировке). Сформированы рекомендации по развитию компартментных моделей для приближения их предсказаний к реалистичным (к.ф.-м.н. Авилов К.К.).

При помощи агентной модели исследованы условия формирования коллективного иммунитета к новому патогену. Показано, что для большинства патогенов пороговое значение коллективного иммунитета, после которого циркуляция инфекции в популяции прекращается, не достижимо, из-за слабого или краткосрочного иммунитета (к.ф.-м.н. Санникова Т.Е.).

Построена модель влияния противоэпидемических мер на частоту психических расстройств. При помощи меры QALY, характеризующей потерянные годы жизни как в результате смерти, так и в результате снижения качества жизни во время болезни, были получены оценки эпидемии при различных противоэпидемических мерах. Показано, что строгий локдаун сопровождается нарастанием частоты и тяжести психических заболеваний, а значит увеличивает стоимость эпидемии в мере QALY (к.ф.-м.н. Санникова Т.Е. совместно с Новиковым К.А.).

В расчетном коде GeRa разработаны и реализованы модификации численной модели сопряженных процессов подземной фильтрации и поверхностного стока в областях различной размерности, позволяющие повысить робастность в части взаимного расположения одномерных гидрологических объектов и ячеек расчетной сетки.

Разработана, реализована и верифицирована агентная модель распространения COVID-19 в Москве (к.ф.-м.н. Новиков К.А.).

Тема «Моделирование динамики Земной системы»

Подтема «Моделирование климата и его изменений»

На базе модели ионосферы, включающей в себя процессы переноса ионов и амбиполярной диффузии вдоль магнитных силовых линий был изучен глобальный отклик состояния ионосферы на возмущения электрических полей, возникающих в периоды сильных магнитных бурь и приводящих в возникновению очень больших скоростей переноса ионов, что естественно, накладывает дополнительные требования на вычислительные алгоритмы. Было показано, что полученные результаты с разумной точностью воспроизводят известные характерные структуры ионосферных полей, появляющихся во время геомагнитных бурь (акад. Дымников В.П. совместно с Д. Куляминым и П. Останиным).

Была создана первая версия системы четырехмерного вариационного усвоения данных об ионосфере. Хотя задача имеет явную практическую направленность, все основные теоремы для нее были доказаны: теорема о глобальной плотной разрешимости дифференциальной постановки, теорема об устойчивости конечномерной аппроксимации, теорема о сходимости итерационного процесса решения задачи на каждом шаге по времени, исследован процесс сходимости при стремлении к нулю соответствующего регуляризирующего параметра. Были проведены многочисленные численные эксперименты по исследованию точности воспроизведения вертикальных профилей концентрации ионов в зависимости от наклона лучей и их количества. (акад. Дымников В.П. совместно с П.Останиным, Д. Куляминым и В. Шутяевым).

Для решения задачи исследования долгопериодного отклика верхней атмосферы на изменение концентрации углекислого газа в атмосферы в качестве первого приближения была проведена серия численных экспериментов с глобальной моделью термосферы (высотная область 90-500 км), в которой вклад нижней атмосферы учитывался через изменение нижнего краевого условия в модели термосферы. Эти изменения в краевом условии брались из задачи тропосферы – стратосферы – мезосферы, с помощью которой исследовалось изменение динамики средней и нижней атмосферы при соответствующем изменении концентрации углекислого газа. (акад. Дымников В.П., к.ф.-м.н. Кулямин Д.В.).

Построена теоретическая модель течения кармановской модели с вынуждающей силой и находящегося в режиме Бетчелора, Данная теоретическая модель позволила получить стационарное решение задачи, а также декремент затухания решения к стационарному течению. Результаты сравнения с численным решением показывают хорошую точность результатов, полученных по теоретической модели. Также на основе данной теории предложена параметризация коэффициента экмановского трения для вынужденного течения, находящегося в режиме Бетчелора, которая может быть использована в широком диапазоне чисел Россби и Экмана.

Проведена верификация воспроизведения жизненного цикла аэрозолей в климатической модели ИВМ РАН. На основе полученной информации проведена настройка аэрозольного блока модели, а также оптических свойств аэрозолей. Данная модифика-

ция привела к улучшению воспроизведения глобальных характеристик аэрозолей в климатической модели ИВМ РАН (к.ф.-м.н. Кострыкин С.В.).

Для двумерной версии динамической модели F слоя ионосферы ИВМ РАН (100-500 км) была разработана первая версия системы усвоения данных. Сформулированы задачи вариационной ассимиляции для модели ионосферы с различными типами данных (данные о полном электронном содержании, получаемые с навигационных систем, данные о вертикальных профилях, получаемых со стационарных ионозондов и др.). Исследованы постановки задач с управлением по правой части и по граничному условию. Проведены оценки разрешимости задачи усвоения данных для ионосферы. Разработан численный алгоритм решения задачи усвоения в рамках двумерной версии динамической модели ионосферы Земли на основе сформулированных постановок. Проведены контрольные численные расчеты по восстановлению заданных полей электронной плотности с различными типами данных, получены оценки точности и эффективности разработанной версии системы усвоения данных для ионосферы.

Для нового вычислительного динамического ядра модели общей циркуляции атмосферы с высокой верхней границей (0-500 км) проведен переход на более высокое вертикальное разрешение в мезосфере и термосфере.

В рамках совместного моделирования ионосферы и термосферы Земли с моделью верхней атмосферы ИВМ РАН (для высот 100-500 км) поставлены и проведены первые численные эксперименты по исследованию возможного влияния антропогенных изменений климата Земли на характеристики верхней атмосферы, для которых отдельно разработан алгоритм учета изменчивости характеристик нижней атмосферы как в динамической, так и в радиационной частях модели (проведено исследование возможного влияния учетверения содержания углекислого газа по сравнению с доиндустриальным с учетом смоделированных отдельно изменений характеристик нижней атмосферы) (к.ф.-м.н. Кулямин Д.В.).

Подготовлена новая версия модели климата. Исследованы возможности прогноза аномалий климата на срок 1-5 лет с помощью модели климатической системы ИВМ. (д.ф.-м.н. Володин Е.М.).

Для модели Лоренца 1963 года с классическим значением параметров, представлена задача аппроксимации хаотической траектории с использованием полного набора орбит до 14-го периода символической динамики, при этом орбиты ранжируются в соответствии с их близостью к положению рассматриваемой траектории в фазовом пространстве. С помощью численных экспериментов было показано, что такая аппроксимация действительно имеет место, причем орбиты с более длительным периодом в подавляющем большинстве случаев обеспечивают наилучшие локальное приближение к траектории. Далее была рассмотрена задача аппроксимации динамической системы задачи с помощью марковской цепи с конечным числом состояний. Каждая орбита вместе со своей окрестностью рассматриваются как возможное состояние системы. Путем анализа субдоминантных собственных векторов соответствующей стохастической матрицы можно качественно описать процесс перемешивания, происходящий в системе, и построить аппроксимацию квазиинвариантных множеств системы (д.ф.-м.н. Грищун А.С.).

Разработана новая программная реализация параллельной модели динамики океана и динамики-термодинамики морского льда на языке Fortran-90/95. Проведены расчеты состояния Белого моря (с учетом биохимии) и Северного Ледовитого океана. Разработаны новые реализации схем переноса скаляров. Разработаны новые схемы вертикального и горизонтального турбулентного перемешивания.

Проведены исследования по термодинамике морского льда и по динамике льда с использованием различных методов конечных элементов для более точного воспроиз-

изведения так называемых «линейных кинематических структур» (д.ф.-м.н. Яковлев Н.Г.).

Сделан подробный анализ существующей модели Мирового океана, сделана трассировка программы и выявлены наиболее узкие места. Реализован новый солвер для вычисления уровня океана, изменена схема интегрирования по времени, выявлены проблемы с формулировкой и программной реализацией целого ряда подсеточных параметризаций, прежде всего – горизонтальной турбулентной вязкости и турбулентной изопикнической диффузией скаляров (д.ф.-м.н. Яковлев Н.Г. совместно с Благодатских Д.В., Оноприенко В.А.).

Дано дальнейшее развитие перспективного блока динамики океана модели Земной системы ИВМ РАН.

Реализован блок физических параметризаций крупномасштабной турбулентности, реализована возможность расчета на вертикальной сетке z^* , добавлен блок ледовой динамики.

Реализован тестовый эксперимент Мацуно динамики бароклинических волн, на котором было показано преимущество биполярных сеток Мадека над биполярными сетками Маррея, используемых в текущей версии блока океана модели системы Земной системы ИВМ РАН.

Реализован генератор сеток триполярных сеток ORCA с произвольно заданной точностью.

Реализована система автоматического тестирования и диагностики блока океана модели системы Земной системы ИВМ РАН (асп. Оноприенко В.А.).

Подтема «Математическое моделирование региональных природно-климатических процессов»

При помощи LES-модели проведена серия расчетов нейтрально- и устойчивостратифицированной турбулентности над поверхностями городского типа с различными конфигурациями обтекаемых объектов и расчеты переноса примесей в городской среде, в том числе, расчеты с применением лагранжева переноса частиц. Результаты расчетов использованы для проверки, построения и уточнения многослойных моделей RANS городского пограничного слоя атмосферы и упрощенных лагранжевых стохастических моделей переноса трассеров (д.ф.-м.н. Глазунов А.В.).

Подтема «Математическое моделирование газовой и аэрозольной динамики и кинетики в атмосфере в региональном масштабе и задачи окружающей среды»

С использованием трехмерной модели регионального переноса и трансформации в атмосфере газовых и аэрозольных примесей проведены численные эксперименты по исследованию изменчивости в атмосфере Северного полушария счетных концентраций аэрозольных частиц разных размеров, рассчитанных с учетом бинарной и ионной нуклеации паров серной кислоты и воды. Полученные результаты указали на значимую роль в зимнее время процесса ионной нуклеации в формировании аэрозоля, особенно в нижней тропосфере и нижней стратосфере Северного полушария. При этом наряду с уровнем ионизации воздуха ключевыми факторами, определяющими динамику ионных процессов в атмосфере и их влияние на пространственно-временное распределение аэрозольных частиц, являются температура и относительная влажность (д.ф.-м.н. Алоян А.Е.).

Получены предварительные оценки динамики образования сульфатов в капельной влаге атмосферы с использованием механизма жидкофазного окисления SO_2 с участием ионов Mn/Fe , удовлетворительно описывающего экспериментальные данные. Выражения для скорости образования сульфатов можно использоваться для расчетов динамики накопления сульфатов в атмосфере. По результатам расчетов сделан вывод о существенности вклада каталитического действия пары ионов Mn/Fe в образовании сульфатов даже при невысокой кислотности капель и низких концентрациях ионов переходных металлов. Проведены численные расчеты по воспроизведению пространственно-временной изменчивости газовых примесей и аэрозолей в атмосфере в региональном и глобальном масштабах с учетом зародышеобразования при бинарной и ионной нуклеации паров серной кислоты и воды, получены оценки влияния распределения аэрозольных частиц в атмосфере на скорость ионной нуклеации для частиц разных размеров (к.ф.-м.н. Арутюнян В.О.).

Подтема «Определение объёма биомассы растительного покрова по данным аэрокосмического мониторинга»

Проведена работа по совершенствованию моделей распознавания типов лесной растительной поверхности, по дистанционным самолетным гиперспектральным данным (ГСК 290 каналов, ПО “Лептон”, г. Зеленоград) и спутниковым 8-канальным данным WorldView2 высокого пространственного разрешения.

Проведено изучение возможности применения разработанных ранее схем для определения объема биомассы по современным самолетным гиперспектральным и спутниковым многоканальным данным. В качестве прототипа модели определения объема биомассы по этим дистанционным данным используется разработанная ранее схема (В.В. Козодеров, В.С. Косолапов, 2006) для 7-канальных данных спутника Landsat 7 (к.ф.-м.н. Егоров В.Д.).

Предложен метод совместной спектрально-текстурной обработки космических изображений среднего, высокого и сверхвысокого пространственного разрешения с целью распознавания видового состава древостоев и определения структурных особенностей лесного полога. Предложен усовершенствованный метод текстурной обработки панхроматических изображений TTSPCA, позволяющий совместно использовать наиболее информативные признаки, извлекаемые с помощью различных методов. Получены оценки изменения жизненного состояния насаждений исчезающих видов (ель Панчича), подвергшихся пирогенному воздействию (к.ф.-м.н. Дмитриев Е.В.).

Подтема «Исследование крупно- и мезомасштабной динамики вод Мирового океана и окраинных морей России на основе моделирования и анализа данных наблюдений»

Предложен метод поиска оптимальных координат измерителей основанный на применении нейронных сетей и элементов теории информации, проведено сравнение с референсными методами и продемонстрирована состоятельность предлагаемого метода. Работа метода продемонстрирована на примере региона океана вблизи Шпицбергена. В частности, получено, что поля информационной энтропии, рассчитанные по ретроспективным данным гидродинамического моделирования для температуры и солености в приповерхностном и глубинном слоях, согласуются с гидрофизикой рассматриваемого региона (член-корр. РАН Ибраев Р.А.).

Проведены исследования океанических механизмов мультидекадной изменчивости климата в атлантическом секторе Мирового океана.

По данным объективных океанских анализов EN4 и WOA13 в период с 1951 по 2017 гг. обнаружено, что в верхнем ~1-км слое Северной Атлантики (СА) наблюдается климатический среднезональный тренд на потепление и осолонение. Ниже ~1-км слоя наблюдаются значительные области похолодания и распреснения. Эта картина подтверждается данными океанских реанализов GFDL, ESTOC, ORA-S4 и GECCO2.

Показано, что имеется рассогласование в знаках климатических трендов функции тока атлантической меридиональной опрокидывающейся циркуляции (АМОЦ) с 1951 по 2017 гг., рассчитанных по данным реанализов GFDL, ESTOC, ORA-S4 и GECCO2 как между собой, так и между трендами функции тока АМОЦ, рассчитанных с помощью INMOM по данным объективных анализов EN4 и WOA13 по методу диагноза-адаптации, предложенному акад. А.С.Саркисяном.

Исследована задача определения физических механизмов образования и самоорганизации вихревых океанических образований, в т.ч. фронтов. С помощью модели INMOM и аналитических подходов изучена задача перехода от среднего состояния циркуляционного режима к вихревому.

На основе экспериментов с INMOM-NA, выполненных в режиме диагноза-адаптации, по методу акад. А.С.Саркисяном, и современных данных наблюдений, проведен анализ самоорганизации фронта Гольфстрима – одного из наиболее характерного примера плотностных фронтов в океане. На основе изучения переходов из доступной потенциальной в кинетическую энергию, решена задача о том, почему Гольфстрим имеет ширину приблизительно в 100 км. С помощью аналитических методов в рамках теории бароклинного двухслойного океана дано объяснение выявленной с помощью численных экспериментов самоорганизации фронта Гольфстрима (д.ф.-м.н. Дианский Н.А.).

Подтема «Математическое моделирование динамики океана и вариационная ассимиляция данных наблюдений»

Разработана новая численная модель квазигеострофической циркуляции океана с вариационным управлением. Периодическая по широте область решения задачи аппроксимирует зону Антарктического кругового течения (АКТ). Используя разложение в ряды Фурье, задача сводится к нелинейной системе обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) по времени. Двусвязность области приводит к тому, что решение задачи должно удовлетворять дополнительному стационарному соотношению, определяющему расход АКТ.

Вариационный алгоритм состоит в решении нелинейной системы прямых и сопряженных уравнений и близок к технике четырехмерной вариационной ассимиляции данных. Вектор управления включает начальные условия для прямой системы ОДУ. Основой функции ценности – минимизируемого функционала – является среднеквадратичная погрешность стационарного соотношения. Алгоритм развивается на случай поиска коэффициента турбулентного обмена. Коэффициент добавляется в качестве дополнительной компоненты в вектор управления и находится в процессе решения оптимальной задачи.

С помощью вычислительных экспериментов изучены вызываемые ветром стационарные режимы течений. Расчеты показывают, что увеличение турбулентности и наличие в рельефе дна высоких гармоник стимулируют формирование в нижнем слое ячейистой структуры и слабого противотечения (д.ф.-м.н. Залесный В.Б.).

Совместно с коллегами из ИО РАН на основе климатических расчётов Мирового океана по модели INMOM проведены исследования климатической изменчивости

теплосодержания океана. Особенностью динамики современного климата являются мультideкадные колебания с периодом порядка 20-60 лет, а также внутrideкадные возмущения с масштабами 2-8 лет. Исследования происхождения наблюдаемой современной изменчивости климата показали, что эволюция теплосодержания активного верхнего слоя Мирового океана выражается в периодических накоплении и отдаче тепла, соответствующих фазам мультideкадных климатических возмущений: фаза накопления тепла соответствует сухому климату, а его отдача – относительно влажному. Механизм наблюдаемой мультideкадной изменчивости современного климата состоит в планетарном внутрисистемном перераспределении тепла между Мировым океаном и континентальными воздушными массами, где роль посредника играет общая циркуляция атмосферы.

Реализована новая версия модуля переноса субстанции в модели INMOM, основанная на схеме Кабаре, известной, по сравнению с центральными схемами, свойством транспортности, а также оптимальным соотношением монотонности и низкой диссипативности. Подготовлена новая область моделирования циркуляции Северной Атлантики с разрешением $1/16 \times 1/20^\circ$. Проведены расчёты в режиме диагноза на 30 сут. и в режиме адаптации на 365 сут. Исследован процесс интенсификации Гольфстрима: увеличение скорости от 0.7 м/с до более чем 1.5 м/с, уменьшение ширины от ~300 км до ~100 км. В динамике Гольфстрима проявляется интенсивное меандрирование с периодами порядка 1 месяца. В приближении двухслойного океана показано, что интенсификация Гольфстрима сопровождается увеличением его кинетической энергии и источником этого увеличения служит доступная потенциальная энергия (к.ф.-м.н. Гусев А.В.).

Подтема «Создание вычислительного ядра для модели атмосферы нового поколения»

Выполнены работы по комплексной настройке глобальной модели атмосферы ПЛАВ, для чего, в том числе, написаны программы визуализации эволюции ошибок модели, а также визуализации результатов прогнозов. В итоге численная модель среднесрочного прогноза погоды ПЛАВ10, соответствующая современному среднему мировому уровню по степени пространственной детализации, начала оперативные испытания в Гидрометцентре.

Реализован учет неопределенностей модели атмосферы ПЛАВ в блоке динамики. Данная работа проверена в рамках системы ансамблевого среднесрочного прогноза на основе модели ПЛАВ, работающей в Гидрометцентре России: показано увеличение разброса ансамбля при этой модификации (д.ф.-м.н. Толстых М.А.).

Предложен метод осреднения по времени для предикторов схемы расчета коэффициентов турбулентного обмена с поверхностью, который позволяет существенно уменьшить ложные осцилляции численного решения в модели ПЛАВ10 высокого разрешения. Разработан программный инструментарий для диагностики и визуализации результатов моделирования на основе ПЛАВ, позволивший выполнить настройку и отладку ПЛАВ10.

Предложена новая параметризация континентальных ледников, которая была реализована в рамках модели ПЛАВ. Исследование качества долгосрочного прогноза аномалий погоды с заблаговременностью до четырех месяцев на основе усовершенствованной версии ПЛАВ с параметризацией ледников показало статистически значимое уменьшение ошибки для всех сезонов года.

Создан программный инструментарий для анализа качества воспроизведения колебания Маддена-Джулиана. Данная разработка будет использована в рамках иссле-

дования качества воспроизведения указанного атмосферного явления в модели ПЛАВ (к.ф.-м.н. Фадеев Р.Ю.).

Негидростатическое динамическое ядро модели атмосферы на сетке кубическая сфера переформулировано в криволинейной системе координат, огибающей рельеф. Реализована схема интегрирования по времени с неявностью по вертикали. Получены результаты стандартных экспериментов: обтекание рельефа атмосферным потоком, орографически возбужденные волны Россби, бароклинная неустойчивость. Результаты экспериментов соответствуют современному мировому уровню в части точности решения.

В модели фотохимии озона CHARM вместо метода химических семейств реализован неявный алгоритм интегрирования по времени, что позволило повысить устойчивость и точность модели в полярных зонах при использовании в связке с моделью ПЛАВ (к.ф.-м.н. Шашкин В.В.).

Реализовано негидростатическое динамическое ядро глобальной модели динамики атмосферы на сетке кубическая сфера с использованием явного метода интегрирования по времени. Проведено исследование параллельной масштабируемости модели. Показано, что реализованные алгоритмы позволяют эффективно использовать как минимум 5000 процессорных ядер для сетки с горизонтальным разрешением около 20 км (к.ф.-м.н. Гойман Г.С.).

Проведено тестирование нескольких альтернативных общеизвестным методов выбора сдвигов в QR-алгоритме. По результатам тестирования отбракованы рецепты, не учитывавшие постепенный сдвиг распределения составляющих Фробениусовой нормы матриц вверх и влево, намечены направления тестирования, учитывающие этот сдвиг. Продолжена совместная работа с НИВЦ МГУ по наполнению базы знаний параллельных и других вычислительных характеристик классических алгоритмов, работа происходит на сайте <http://algowiki-project.org/> (к.ф.-м.н. Фролов А.В.).

5. Премии, награды и почетные звания, полученные сотрудниками ИВМ РАН в 2022 году

1. Медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» 2 степени награждены академик *Тыртышников Евгений Евгеньевич*, д.ф.-м.н. *Романюха Алексей Алексеевич*, *Загуменных Анна Алексеевна*.

2. Памятной наградой «Best Research and Development Project» за тензорную обработку сигналов для кодирования ММО награждены академик *Тыртышников Евгений Евгеньевич*, к.ф.-м.н. *Замарашкин Николай Леонидович*, к.ф.-м.н. *Желтков Дмитрий Александрович*, к.ф.-м.н. *Будзинский Станислав Сергеевич*, *Петров Сергей Владимирович*.

3. Памятной наградой «Best Research Idea» за построение нерегулярных моделей DPD на основе теории разреженной аппроксимации награждены к.ф.-м.н. *Замарашкин Николай Леонидович*, к.ф.-м.н. *Желтков Дмитрий Александрович*, к.ф.-м.н. *Матвеев Сергей Александрович*.

4. Почетной грамотой Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета за актуальное междисциплинарное исследование за I место в конкурсе Молодых ученых IX Международной научной конференции "Регио-

нальные проблемы дистанционного зондирования Земли" 2022 г. награждена к.ф.-м.н. *Захарова Наталья Борисовна*.

5. Дипломом за второе место победителя в конкурсе научно-исследовательских работ студентов и аспирантов VII всероссийского молодёжного форума «Наука будущего – наука молодых» (Секция наук о Земле, экология и рациональное природопользование) награждена аспирантка МФТИ *Тарасевич Мария Александровна*.

6. Международные научные связи

В 2022 году ИВМ продолжалась научная работа по договорам с Обществом с ограниченной ответственностью «Техкомпания Хуавэй» (Китай).

С 6 по 19 августа 2022 г. в Научно-технологическом университете «Сириус» (г. Сочи) состоялась большая летняя школа по матричным методам и моделированию в науках о жизни и Земле под руководством академика Е.Е. Тынтышников. В организации школы активно участвовали сотрудники кафедры ВТМ факультета ВМК МГУ им. М.В.Ломоносова, ИВМ РАН, Московского центра фундаментальной и прикладной математики в ИВМ РАН, МФТИ и МГМУ им. Сеченова.

С 14 по 18 ноября 2022 г. в Математическом центре Университета «Сириус» прошла международная конференция «Прикладная математика в иммунологии и вирусологии», организованная совместно коллегами из Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН, Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН и Университета им. Помпеу Фабра (г. Барселона, Испания) при поддержке математического центра мирового уровня «Московский центр фундаментальной и прикладной математики». Цель конференции свести вместе учёных, работающих в области междисциплинарных задач математической иммунологии, проанализировать уровень современных исследований и обсудить проблемы математики, порождённые новыми сложными моделями различных классов.

31 октября – 3 ноября 2022 г. проводилась XIV ежегодная конференция «Математические модели и численные методы в биологии и медицине», совмещённая со Школой молодых ученых «Математические модели в биомедицине». Темы: математическое моделирование в кардиологии, иммунологии, онкологии, эпидемиологии, системной биологии, спорте, фармакологии, методах диагностики (УЗИ, ЭКГ, МРТ, электроимпеданс), вычислительной гемодинамике, вычислительной биомеханике и т.п. Организаторы конференции: ИВМ РАН им. Г.И. Марчука, Отделение математического центра мирового уровня «Московский центр фундаментальной и прикладной математики» в ИВМ РАН, Сеченовский университет.

22 декабря 2022 года в ИВМ РАН состоялся доклад «О функциональном уравнении $A \circ C = B \circ D$ в рациональных функциях» профессора Фёдора Паковича из Ben-Gurion University of the Negev (Израиль).

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 2022 году состоял из 36 проектов, в том числе 5 проектов – по бюджету (госзадание), 6 – как договоры с различными организациями, 6 международных проектов, 14 проектов РНФ, 5 проектов РФФИ.

7.3. Молодежная лаборатория ИВМ РАН «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования Земной системы»

В 2022 году в ИВМ РАН создана новая лаборатория «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования Земной системы» (рук. к.ф.-м.н. Кулямин Д.А.). Направление деятельности лаборатории - развитие численных методов моделирования Земной системы, разработка моделей климата, моделей Земной системы и ее компонент, построение сценариев будущих изменений климата с оценкой их предсказуемости и неопределенности. Основная цель научных исследований лаборатории - разработка программной среды (цифровой платформы) для программного комплекса глобальной модели Земной системы нового поколения на базе семейства климатических моделей INM-СМ ИВМ РАН.

Доля молодых исследователей до 39 лет в лаборатории составляет 70% за счет выпускников и магистров МФТИ и ВМК МГУ по профильным специальностям (программирование, информационные технологии и вычислительная математика) под руководством ученых ИВМ РАН, имеющих большой опыт работы по созданию и использованию модели Земной системы ИВМ РАН. Привлечение новых молодых специалистов для работы в лаборатории оправдано тем, что они имеют наиболее современные знания по необходимым компетенциям. Кроме того, образование лаборатории позволит замедлить отток молодых IT специалистов из данной научной области.

7.3. Научные кадры

Всего научных сотрудников – 78 (в т.ч. 25 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. Дианский Н.А., д.ф.-м.н. Сетуха А.В., к.ф.-м.н. Коньшин И.Н., д.ф.-м.н. Лапин А.В.), 6 внутренних совместителей и 27 совместителей вне бюджета.

Среди научных сотрудников:

докторов наук – 19 (в т.ч. 4 члена РАН: академики Дымников В.П., Тыртышников Е.Е., чл.-корр. Василевский Ю.В., чл.-корр. Ибраев Р.А.),

кандидатов наук – 31,

научных сотрудников без степени – 28,

аспирантов – 7.

Движение кадров: принято на работу 2 научных сотрудника по бюджету, 6 научных сотрудников вне бюджета, 20 совместителей по бюджету; уволено 2 вне бюджета, 2 по бюджету.

7.4. Подготовка научных кадров

Аспирантура ИВМ РАН ведёт подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации по направлению 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки», профили: математическое моделирование, численные методы, комплексы программ и вычислительная математика.

Лицензия на осуществление образовательной деятельности № 2754 от 03 июля 2018 г., серия 90ЛО1 № 0009866. Свидетельство о государственной аккредитации № 3078 от 24 апреля 2019 г., серия 90А01 № 0003237.

На начало 2022 года в аспирантуре обучалось 9 человек, все на бюджетной основе. Окончили обучение успешно 2 человека (получили дипломы о присвоении квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь»). На конец года в аспирантуре обучается 7 человек по специальности 1.2.2 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

В ИВМ базируется кафедра вычислительных технологий и моделирования в геофизике и биоматематике ФУПМ МФТИ (зав.кафедрой чл.-корр. Василевский Ю.В.). Практику (педагогическую и научно-исследовательскую) в ИВМ проходили 4 аспиранта, 13 студентов 1-2 курсов и 25 студентов 3-6 курсов.

При ИВМ РАН действует диссертационный совет по защите диссертаций на соискание учёной степени доктора и кандидата наук. Совет 24.1.455.01 был утвержден приказом Минобрнауки РФ № 1356/нк от 15.12.2021 по специальности 1.2.2 “Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ”. Председатель совета – академик Тыртышников Е.Е., учёный секретарь – д.ф.-м.н. Г.А.Бочаров.

В 2022 году состоялось 5 защит кандидатских диссертаций. От ИВМ РАН аспиранты Лёзина Н.Р., Гойман Г.С., Желтков Д.А. Одна защита докторской диссертации – Симаков С.С..

7.5. Ученый совет ИВМ

Ученый совет ИВМ избран и утверждён на Общем собрании ИВМ РАН 8 сентября 2020 г. (приказ ИВМ РАН №84/1-О от 08.09.2020).

В 2022 г. проведено 9 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,
- утверждались индивидуальные планы и темы диссертационных работ аспирантов,
- принимались решения о проведении конференций,
- рассматривались вопросы о работе кафедр и др.

8. Семинары

В ИВМ РАН работают 6 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 Тиртышников 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.).
- 6) Семинар “Математическое моделирование в биологии и медицине” (рук. д.ф.-м.н. Бочаров Г.А., чл.-корр. РАН Василевский Ю.В., проф. Вольперт В.А.).

9. Математический центр

В ИВМ РАН организовано Отделение математического центра мирового уровня “Московский центр фундаментальной и прикладной математики”.

30 июля 2019 года Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования “Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова”, Федеральное государственное бюджетное учреждение “Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук” и Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук организовали консорциум в целях создания и развития математического центра мирового уровня “Московский центр фундаментальной и прикладной математики”.

29 августа 2019 года в Зале коллегии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации состоялось заседание Совета по государственной поддержке создания и развития математических центров мирового уровня, на котором были определены победители конкурсного отбора, одним из которых стал “Московский центр фундаментальной и прикладной математики”.

8 ноября 2019 года между Министерством науки и высшего образования Российской Федерации и ИВМ РАН подписано соглашение о предоставлении гранта в форме субсидии из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития математического центра мирового уровня.

22 ноября 2019 года в ИВМ РАН сформировано Отделение математического центра мирового уровня “Московский центр фундаментальной и прикладной математики”.

Отделением Математического центра мирового уровня «Московский центр фундаментальной и прикладной математики» (Математический центр) в ИВМ РАН по результатам 2022 года была проведена 3-я Молодежная конференция Отделения Московского центра фундаментальной и прикладной математики в ИВМ РАН, где были представлены доклады стипендиатов Отделения Математического центра. Кроме того, Отделение Математического центра приняло участие в организации Второй конференции матема-

тических центров России (7-11 ноября 2022 г., Москва), Международной конференции «Прикладная математика иммунологии и вирусологии» (Университет Сириус, Сочи, 14-18 ноября 2022 г.). Сотрудники Математического центра приняли активное участие в организации и проведении Летней школы «Матричные методы и моделирование в науках о жизни и Земле» (Сириус, 6-19 августа 2022 г.) и Международной конференции и школы молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды (12-17 сентября 2022 г, Томск).

Стипендиат Математического центра ИВМ РАН аспирантка МФТИ Тарасевич Мария Александровна награждена дипломом за второе место победителя в конкурсе научно-исследовательских работ студентов и аспирантов VII всероссийского молодёжного форума «Наука будущего – наука молодых» (Секция наук о Земле, экология и рациональное природопользование).

Отделением Математического центра в ИВМ РАН была организована научная лекция ведущего ученого профессора Федора Паковича (Ben-Gurion University of the Negev) на тему «О функциональном уравнении $A \circ C = B \circ D$ в рациональных функциях».

10. Публикации сотрудников в 2022 году

Сотрудниками ИВМ РАН опубликовано в 2022 году 120 работ, в том числе:

1 монография;

110 статей в ведущих российских и международных журналах;

85 статей в мировых научных журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (WEB of Science) и Scopus.

В 2022 году вышла из печати следующая монография:

Галеев Э.М., Зеликин М.И., Конягин С.В., Магарил-Ильяев Г.Г., Осмоловский Н.П., Протасов В.Ю., Тихомиров В.М., Фурсиков А.В. Оптимальное управление. Изд. 2, испр. и доп. – Москва: URSS, 2022. – 408 с. ISBN 978-5-9710-9751-8.

В 2022 году опубликованы следующие научные работы:

Тема «Вычислительная математика, тензоры, оптимизация и задачи биологии и медицины»

Подтема «Матричные методы в математике и приложениях»

Тыртышников Е.Е. Корректная постановка задачи о решении систем линейных алгебраических уравнений // Матем. сб., 2022, т. 213, №10, с.130-138.

Setukha A.V., Stavtsev S.L., Tret'yakova R.M. Application of Mosaic-Skeleton Approximations of Matrices in the Physical Optics Method for Electromagnetic Scattering Problems // Computational Mathematics and Mathematical Physics, 2022, Vol. 62, № 9, pp. 1424–1437 (Сетуха А.В., Ставцев С.Л., Третьякова Р.М. Применение мозаично-скелетонных аппроксимаций матриц в методе физической оптики для задач электромагнитного рассеяния. // ЖВМиМФ, № 9, 2022, с. 1458-1472).

N.L. Zamarashkin, S.V. Morozov, E.E. Tyrtshnikov. On the Best Approximation Algorithm by Low-Rank Matrices in Chebyshev's Norm // Computational Mathematics and Mathematical Physics 62 (5), 701-718, 2022.

В.Н. Чугунов. О парах симметричных теплицевых матриц, квадраты которых совпадают // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2022. Т. 62, № 5, с. 757–767.

В.Н. Чугунов. О парах симметричной и кососимметричной теплицевых матриц, квадраты которых совпадают // Записки научных семинаров ПОМИ. 2022. Т. 514, с. 193–203.

Х.Д. Икрамов, В.Н. Чугунов. Диагонализуемые матрицы как результат однорангового возмущения нильпотентных матриц // Вестник Московского университета. Серия 15: Вычислительная математика и кибернетика. 2022. № 2, с. 17–21.

Zagidullin R., Smirnov A.P., Matveev S., Brilliantov N.V., Krapivsky P.L. Aggregation in non-uniform systems with advection and localized source // Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, издательство IOP Publishing ([Bristol, UK], England), том 55, № 26, с. 265001.

I.B. Minin, S.A. Matveev, M. V. Fedorov, I. Zacharov, S. G. Rykovanov / Benchmarks of cuda-based gmres solver for toeplitz and hankel matrices and applications to topology optimization of photonic components // Computational Mathematics and Modeling. – 2022. – Vol. 32, no. 4. – P. 438–452.

S. A. Matveev, A. P. Smirnov, I. V. Timokhin, E. E. Tyrtysnikov / Common structure of reduced bases for aggregation kinetics problems of varying dimensionality // Computational Mathematics and Mathematical Physics. – 2022. – Vol. 62, no. 4. – P. 538–547.

A. Kalinov, A. I. Osinsky, S. A. Matveev, W. Otieno, N. V. Brilliantov / Direct simulation monte carlo for new regimes in aggregation-fragmentation kinetics // Journal of Computational Physics. – 2022. – Vol. 467. – P. 111439.

V. Timokhin, S. A. Matveev, E. E. Tyrtysnikov, A. P. Smirnov / Model reduction in smoluchowski-type equations // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. – 2022. – Vol. 37, no. 1. – P. 63–72.

С. А. Матвеев, А. П. Смирнов, И. В. Тимохин, Е. Е. Тиртышников / Общая структура редуцированных базисов для задач агрегационной кинетики различной размерности // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2022. – Т. 62, № 4. – С. 553–563.

Druskin, V., Güttel, S. and Knizhnerman, L. Model order reduction of layered waveguides via rational Krylov fitting. Bit Numer Math 62, 1551–1572 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10543-022-00922-2>

Setukha A., Tretiakova R. Computational modeling of lymph filtration and absorption in the lymph node by boundary integral equations // Algorithms. – 2022. – Vol. 15, no. 10. – P. 388. <https://doi.org/10.3390/a15100388>

Самохин А. Б., Сетуха А. В. Граничное гиперсингулярное интегральное уравнение с запаздыванием для нестационарных задач рассеяния на идеально проводящих телах // Дифференциальные уравнения. – 2022. – Т. 58, № 8. – С. 1090–1104.

Samokhin, A.B., Setukha, A.V. Boundary Hypersingular Integral Delay Equation for Nonstationary Problems of Scattering by Perfectly Conducting Bodies. Diff Equat 58, 1082–1096 (2022). <https://doi.org/10.1134/S0012266122080092>

Желтков Д. А., Замарашкин Н. Л., Морозов С. В. Поиск разреженных решений для сверхбольших систем, обладающих тензорной структурой // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2022. – Т. 62. – №. 11. – С. 1804–1821.

Подтема «Сопряженные уравнения и методы теории управления в нелинейных задачах математической физики»

Shutyaev V.P., Agoshkov, V.I., Parmuzin E.I., Zalesny V.B., and Zakharova N.B. 4D Technology of Variational Data Assimilation for Sea Dynamics Problems // Supercomputing Frontiers and Innovations, 2022, v.9, no.1, pp.4–16.

V. Shutyaev, Tran Thu Ha, F.-X. Le Dimet, Hong Son Hoang, Nguyen Hong Phong. On numerical computation of sensitivity of response functions to system inputs in variational data assimilation problems // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling, 2022, v.37, no.1, pp. 41-61.

Agoshkov V., Zalesny V., Shutyaev V., Parmuzin E., Zakharova N. Variational data assimilation for a sea dynamics model // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling, 2022, v.37, no.3, pp.131-142.

Gejadze I., Malaterre P.-O., Oubanas H., Shutyaev, V. A new robust discharge estimation method applied in the context of SWOT satellite data processing // Journal of Hydrology, 2022, v.610, 127909.

Shutyaev V., Parmuzin E. Sensitivity of functionals of the solution to a variational data assimilation problem with heat flux reconstruction for the sea thermodynamics model // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling, 2022, v.37, no.6, pp. 373-382.

В.И. Агошков, В.П. Шутяев, Е.И. Пармузин, Н.Б. Захарова, Т.О. Шелопут, Н.Р. Лёзина. Вариационная ассимиляция данных наблюдений со спутников для модели динамики Черного моря // Сборник трудов IX междунар. науч. конф. Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли, Красноярск: Сиб. федер. Ун-т, 2022, с. 84-87.

V. Shutyaev, V. Agoshkov, V. Zalesny, E. Parmuzin, N. Zakharova. Variational data assimilation applied for sea dynamics problems // Марчуковские научные чтения–2022: Тезисы междунар. конф., 3–7 октября 2022 г. / Ин-т вычислит. математики и матем. геофизики СО РАН. С.20.

Захарова Н.Б., Пармузин Е.И., Лёзина Н.Р., Агошков В.И., Шелопут Т.О., Лебедев С.А., Шутяев В.П., Шевченко Б.С. Реанализ гидрофизических полей на основе ассимиляции данных ЦКП "ИКИ – Мониторинг" в модели гидротермодинамики Черного, Азовского и Мраморного морей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022, Т. 19. No. 5, с. 1-16.

Агошков В.И., Шутяев В.П., Пармузин Е.И., Захарова Н.Б., Шелопут Т.О., Лёзина Н.Р. Вариационная ассимиляция данных наблюдений со спутников для модели динамики Черного моря // Сборник трудов IX междунар. науч. конф. Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли, Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022, с. 84-87.

Захарова Н.Б., Пармузин Е.И., Шелопут Т.О., Агошков В.И., Лёзина Н.Р. Интеграция ИВС «ИВМ РАН – Черное море» с ЦКП «ИКИ – Мониторинг» // Сборник трудов IX междунар. науч. конф. Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли, Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022, с. 223-226.

Шелопут Т.О., Гусев А.В. Методика постановки условий на открытых боковых границах в модели гидротермодинамики Балтийского моря на основе вариационной ассимиляции данных о солёности // Метеорология и гидрология. 2022. №2. С. 20-31.

Шелопут Т.О. Методика постановки условий на открытых боковых границах на основе вариационной ассимиляции данных // Сборник трудов IX междунар. науч. конф. Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли, Красноярск: СФУ, 2022. С. 77-80.

Захарова Н.Б., Агошков В.И., Пармузин Е.И., Шелопут Т.О., Лёзина Н.Р. Возможности использования центра коллективного пользования «ИКИ – Мониторинг» для мониторинга влияния объектов горнодобывающей промышленности на окружающую среду // Материалы VI всероссийской конференции «Информационные технологии для наук о Земле и цифровизация в геологии и горнодобывающей промышленности», Владивосток: Издательство Дальневосточного федерального университета, 2022. С. 28.

Подтема «Оптимальные методы в задачах вычислительной математики»

Bogatyrev A. Задача о наилучшем многополосном фильтре // Труды Московского математического общества, Том 83, вып. 2, 2022 г.

Богатырев А.Б. Вырождение графа, описывающего комплексную структуру // Мат сборник, 2022, Q1.

Богатырев А.Б, Гендрон К. Число компонент уравнений Пелля-Абеля с примитивным решением заданной степени // Успехи математических наук, 2022, Q1.

Zasko G.V., Glazunov A.V., Mortikov E.V., Nechepurenko Yu.M., Perezhogin P.A., Optimal energy growth in stably stratified turbulent Couette flow // Boundary-Layer Meteorology // 2022. Published Online. <https://doi.org/10.1007/s10546-022-00744-3/>

Nechepurenko Yu.M., Zasko G.V. Constant upper bounds on the matrix exponential norm // Russ. J. Num. Anal. Math. Model., 2022, V. 37, N. 1., P. 15-23. <https://doi.org/rnam-2022-0002>

Nechepurenko Yu.M., Zasko G.V., Optimal stochastic forcings for sensitivity analysis of linear // Russ. J. Num. Anal. Math. Model., 2022, V. 37, N. 2., P. 111-118. <https://doi.org/rnam-2022-0009>

Khristichenko M.Yu., Nechepurenko Yu.M. Optimal disturbances for periodic solutions of time-delay differential equations // Russ. J. Num. Anal. Math. Model., 2022, V.37, N.4, 203–212. doi:10.1515/rnam-2022-0017.

Khristichenko M.Yu., Nechepurenko Yu.M., Grebennikov D.S., Bocharov G.A. Computation and tracing of stationary solutions of Marchuk-Petrov model. Abstracts of The 9th International Conference on Differential and Functional Differential Equations, June 28 – July 5, 2022, Moscow, Russia, p. 61-62.

Khristichenko M.Yu., Nechepurenko Yu.M., Grebennikov D.S., Bocharov G.A. Computation and tracing of periodic solutions of Marchuk-Petrov model. Abstracts of The Thirteenth International Multiconference “Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2022)”, 04–08 July 2022, Novosibirsk, Russia, p. 212-213.

Demyanko K.V., Boiko A.V., Nechepurenko Yu.M., Zasko G.V., On parabolization of linearized disturbance equations in boundary layers over concave surfaces. International conference on the methods of aerophysical research, (Novosibirsk, Russia, August 8-14, 2022): Abstracts. Pt. II / Ed. A.N. Shiplyuk; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation [et al.] - Novosibirsk: SB RAS, 2022. P. 42. doi: 10.53954/9785604788974_42.

Boiko A.V., Borodulin V.I., Demyanko K.V., Ivanov A.V., Kirilovskiy C.V., Mischenko D.A., Nechepurenko Yu.M., Poplavskaya T.V. Location of the laminar-turbulent transition in three-dimensional boundary layers // XXI International Conference on the Methods of Aerophysical Research (ICMAR – 2022) (Novosibirsk, 8-14 Aug. 2022): Abstr. Pt.I. – Novosibirsk: SB RAS, 2022. – P. 24-25. doi: 10.53954/9785604788967_24.

Boiko A.V., Valiullin I.R., Demyanko K.V., Kirilovskiy S.V., Nechepurenko Y.M., Poplavskaya T.V. Numerical simulation of a swept wing flow affected by blowing or suction at a section of the airfoil // XXI International Conference on the Methods of Aerophysical Research (ICMAR – 2022) (Novosibirsk, 8-14 Aug. 2022): Abstr. Pt.I. -Novosibirsk: SB RAS, 2022. -P. 26-27. doi: 10.53954/9785604788967_26.

Ю.М. Нечепуренко, А.В. Бойко, Н.В. Ключнев. Влияние продольного оребрения обтекаемой поверхности на гидродинамическую устойчивость // Проблемы механики: теория, эксперимент и новые технологии: тезисы докладов XVI всероссийской школы-конференции молодых ученых (14-17 марта 2022 г., Новосибирск). Новосибирск: Параллель, 2022. С. 99-100.

A.V. Boiko, K.V. Demyanko, V.M. Kulik. Setting of forced oscillations of viscoelastic coating // Continuum Mech. Thermodyn. (2022).
<https://doi.org/10.1007/s00161-022-01133-4>

K.V. Demyanko and N.V. Klyushnev, On Numerical Investigation of the Nonmodal Instability of the Poiseuille Flow in an Elliptic Pipe // AIP Conf. Proc. 2022.

Демьянко К.В., Ключнев Н.В. О монотонной устойчивости течения жидкости в трубе эллиптического сечения. / Проблемы механики: теория, эксперимент и новые технологии. Тезисы докладов XVI всероссийской школы-конференции молодых ученых, 14-17 марта 2022 г., Новосибирск. – Новосибирск: Параллель, 2022. С. 36-37. (РИНЦ).

Зеликин М.И., Конягин С.В., Магарил-Ильяев Г.Г. Осмоловский Н.Н., Протасов В.Ю., Галеев Э.М., Тихомиров В.М., Фурсиков А.В. // Оптимальное управление. Изд. 2, испр. и доп. URSS, Москва, 2022. ISBN 978-5-9710-9751-8, 408 с.

Засько Г.В. Анализ устойчивости стратифицированных турбулентных течений / XVI всероссийская конференции «Проблемы механики: теория, эксперимент и новые технологии», 14-17 марта 2022 г., Новосибирск. Тезисы докладов под ред. А.Н. Шиплюка, Новосибирск: Параллель, 2022. С. 40-41.

Корнев А. А., Назаров В. С. О решении линеаризованной системы двумерной динамики вязкого газа // Вестник Московского университета. Серия 1: Математика. Механика. - 2022. - № 5. - С. 3-8.

Kornev A. A., Nazarov V. S. Solution to a linearized system of two-dimensional dynamics of viscous gas // Moscow University Mathematics Bulletin. - 2022. - Vol. 77, no. 5. - P.209-216.

Подтема «Прямые и обратные задачи моделирования пространственно-временной динамики иммунных и инфекционных процессов»

Grebennikov D, Meyerhans A, Bocharov G. Sensitivity of SARS-CoV-2 Life Cycle to IFN Effects and ACE2 Binding Unveiled with a Stochastic Model. Viruses. 2022; 14(2):403.
<https://doi.org/10.3390/v14020403>

Bessonov N, Bocharov G, Volpert V. Space and Genotype-Dependent Virus Distribution during Infection Progression. Mathematics. 2022; 10(1):96. <https://doi.org/10.3390/math10010096>

Bocharov G, Grebennikov D, Cebollada Rica P, Domenjo-Vila E, Casella V, Meyerhans A. Functional cure of a chronic virus infection by shifting the virus - host equilibrium state. Front Immunol. 2022 Aug 30;13:904342. doi: 10.3389/fimmu.2022.904342.

Grebennikov D.S., Zheltkova V.V. and Bocharov G.A. Application of minimum description length criterion to assess the complexity of models in mathematical immunology // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling, vol. 37, no. 5, 2022, pp. 253-261. <https://doi.org/10.1515/rnam-2022-0022>

Bratus A.S., Leslie N., Chamo M., Grebennikov D., Savinkov R., Bocharov G., Yurchenko D. Mathematical Model of Pancreatic Cancer Cell Dynamics Considering the Set of Sequential Mutations and Interaction with the Immune System. Mathematics. 2022; 10(19):3557. <https://doi.org/10.3390/math10193557>

Grebennikov D., Karsonova A., Loguinova M., Casella V., Meyerhans A., Bocharov G. Predicting the Kinetic Coordination of Immune Response Dynamics in SARS-CoV-2 Infection: Implications for Disease Pathogenesis. Mathematics. 2022; 10(17):3154. <https://doi.org/10.3390/math10173154>

Перцев Н.В., Бочаров Г.А., Логинов К.К. Численное моделирование динамики популяции Т-лимфоцитов в лимфоузле // Сибирский журнал индустриальной математики. 2022. 25(4): 136–152.

Подтема «Построение и исследование численных методов решения задач динамики океана и вязкой несжимаемой жидкости, гемодинамики, геофильтрации и геомиграции»

Kirill M. Terekhov, Yuri V. Vassilevski, Finite volume method for coupled subsurface flow problems, II: Poroelasticity // *Journal of Computational Physics*, Volume 462, 2022, 111225. doi: 10.1016/j.jcp.2022.111225

Lozovskiy, M. Olshanskii, Yu. Vassilevski. A finite element scheme for the numerical solution of the Navier-Stokes / Biot coupled problem // *Russ.J.Numer.Anal.Math.Modelling*, 37(3), 2022, 159-174.

Василевский Ю.В., Терехов К.М. Нелинейный конечно-объемный метод для задачи переноса-сжатия границы раздела сред на неструктурированных адаптивных сетках // *ЖВМиМФ*, 62(7), с. 1067-1084, 2022. Doi: 10.31857/S0044466922060151

Qiyuan Wu, Yuri Vassilevski, Sergey Simakov, Fuyou Liang. Comparison of algorithms for estimating blood flow velocities in cerebral arteries based on the transport information of contrast agent: an in silico study // *Computers in Biology and Medicine*, 141, 105040, 2022. Doi: 10.1016/j.compbiomed.2021.105040

Yurova, A., Salamatova, V., Lychagin, A. et al. Automatic detection of attachment sites for knee ligaments and tendons on CT images // *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 2022, 17(2), pp. 393-402. Doi: 10.1007/s11548-021-02527-6

Yu.Vassilevski, A.Danilov, A.Lofovskiy, M.Olshanskii. Stable numerical schemes for modelling incompressible fluid flows in time-dependent domains, p.122-123. Девятая международная конференция по дифференциальным и функционально-дифференциальным уравнениям. –М: РУДН, 2022. – 175 с.

Kobelkov G.M., Schnack E. Connection between the existence of a priori estimate for a flux and the convergence of iterative methods for diffusion equation with highly varying coefficients problem // *Russ.J.Numer.Anal.Math.Modelling*, 37(3), 2022, 143-147.

Армеев Г.А., Кирпичников М.П., Кобельков Г.М., Кудрявцев А.В., Ложников М.А., Новоселецкий В.Н., Шайтан А.К., Шайтан К.В. Применение нейронных сетей для распознавания конформационных изменений в структуре белка по рентгеновским дифрактограммам его одиночных молекул на примере фотоцикла бактериородопсина // *Интеллектуальные системы. Теория и приложения*, 2022, том 26, № 1, с. 24-34.

Капырин И. В. Расчетные коды для гидрогеологического моделирования в задачах оценки безопасности ОИАЭ // *Радиоактивные отходы*. 2022. № 2 (19). С. 105—118. Doi: 10.25283/2587-9707-2022-2-105-118.

П.А. Каравайкин, А.А. Легкий, А.А. Данилов, В.Ю. Саламатова, А.С. Куличкин. Математическое моделирование замыкательной функции аортального клапана после неокуспидизации // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*, 2022, 15(4): 369–376.

Ю.В. Василевский, С.С. Симаков, Т.М. Гамилов, В.Ю. Саламатова, Т.К. Добросердова, Г.В. Копытов, О.Н. Богданов, А.А. Данилов, М.А. Дергачев, Д.Д. Добровольский, О.Н. Косухин, Е.В. Ларина, А.В. Мелешкина, Е.Ю. Мычка, В.Ю. Харин, К.В. Чеснокова, А.А. Шипилов. Персонализация математических моделей в кардиологии: трудности и перспективы // *Компьютерные исследования и моделирование*, 2022, 14(4):911–930.

Konshin I., Terekhov K., Solution of large-scale black oil recovery problem in parallel using INMOST platform // *Springer Communications in Computer and Information Science*, V. 1510 (2021), 240–255. Doi: 10.1007/978-3-030-92864-3_19 1

I. Konshin, V. Kramarenko, G. Neuvazhaev, K. Novikov. Parameters optimization of linear and nonlinear solvers in GeRa code // *Springer Communications in Computer and Information Science*, V. 1510 (2021), 212-226. Doi: 10.1007/978-3-030-92864-3_17

K. Terekhov. Pressure Boundary Conditions in the Collocated Finite-Volume Method for the Steady Navier-Stokes Equations // *Computational Mathematics and Mathematical Physics*, volume 62, issue 4, Springer, (2022). <https://doi.org/10.1134/S0965542522080139>.

I. Butakov, K. Terekhov. Two Methods for the Implicit Integration of Stiff Reaction Systems // *Computational Methods in Applied Mathematics*, De Gruyter, (2022). <https://doi.org/10.1515/cmam-2022-0083>.

A. Lapin, R. Yanbarisov. A new model of the problem with a fractional derivative along the trajectory of motion // *Lobachevskii J. Math.*, 2022, V. 43, I. 8, P. 2194-2205.

Anuprienko D.V. First-order Continuation Method for Steady-State Variably Saturated Groundwater Flow Modeling // *Lobachevskii Journal of Mathematics*. – 2022. – T. 43. – №4 – с. 924-934. DOI: 10.1134/s199508022207006x

Liogky Alexey A. Computational mimicking of surgical leaflet suturing for virtual aortic valve neocuspidization // *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*, vol. 37, no. 5, 2022, pp. 263-277. <https://doi.org/10.1515/rnam-2022-0023>

S. Simakov, T. Gamilov, A. Danilov, F. Liang, P. Chomakhidze, M. Gappoeva, A. Rebrova, Ph. Kopylov. Personalized computational estimation of relative change in coronary blood flow after percutaneous coronary intervention in short-term and long-term perspectives // *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*, 37(5), 1–13, 2022.

Подтема «Математическое моделирование процесса противoinфекционной защиты: энергетика и адаптация»

Rykovanov, G. N., Lebedev, S. N., Zatsepin, O. V., Kaminskii, G. D., Karamov, E. V., Romanyukha, A. A., ... & Chetverushkin, B. N. (2022). Agent-Based Simulation of the COVID-19 Epidemic in Russia. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 92(4), 479-487. <https://doi.org/10.1134/S1019331622040219>.

Rudnev S.G., Godina E.Z. Studies on human body composition in Russia: past and present // *J. Physiol. Anthropol.* 2022. 41:18. DOI: 10.1186/s40101-022-00291-3

Rudnev S.G., Starunova O.A., Godina E.Z., Ivanova A.E., Zubko A.V., Starodubov V.I. The Russian bioimpedance database: an update // *J. Electr. Bioimp.* 2022. V.13. P.66-72. DOI: 10.2478/joeb-2022-0010

K.K. Avilov, A.A. Romanyukha, E.M. Belilovsky, S.E. Borisov. Mathematical modelling of the progression of active tuberculosis: Insights from fluorography data / *Infectious Disease Modelling*, V.7, I.3, 2022, P. 374-386. DOI: 10.1016/j.idm.2022.06.007

Каркач А.С., Новиков К.А., Авилов К.К. Синтетическая популяция для агентной модели распространения инфекционных заболеваний в мегаполисе: источники реальных данных // Труды четырнадцатой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2021), 27–29 сентября 2021 г., Москва / под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна; Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова Рос. акад. наук. С. 1717-1725. DOI: 10.25728/2024.2021.88.87.001

K. Novikov, Quantifying the Effect of COVID-19 Vaccination Strategies: Agent-Based Approach // 2022 15th International Conference Management of large-scale system development (MLSD), 2022, pp. 1-4, DOI: 10.1109/MLSD55143.2022.9934756

Novikov K. Coupled agent-based model of COVID-19 and major depressive disorder spread in Moscow / K. Novikov, A. Romanyukha // *Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2022): Abstracts the Thirteenth International Multiconference*, Novosibirsk, 04–08 июля 2022 года. – Novosibirsk: Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, 2022. – P. 913. – DOI 10.18699/SBB-2022-533

Тема «Моделирование динамики Земной системы»

Подтема «Моделирование климата и его изменений»

В.П. Дымников, В.Б.Залесный, А.В.Глазунов, В.М.Степаненко. Модели климата, геофизических пограничных слоев и деятельного слоя суши: памяти В.Н.Лыковского // Известия РАН, ФАО, т.58, №4, стр.375-383.

D.V. Kulyamin, V.P. Dymnikov, P.A.Octanin. INM-IM: INM RAS Earth ionosphere F-region dynamical model // *Rus.J. Num. Anal. Math. Model.*, 2022, v.37, 6, pp.349-362.

Д.В. Кулямин, С.В. Кострыкин, П.А. Останин, В.П. Дымников. Модель F-слоя земной ионосферы на основе уравнений переноса и амбиполярной диффузии // *Мат. Моделирование*, 2022, 34 (11-2), с. 3-14.

Ginzburg V.A., Kostykin S.V., Revokatova A.P., Ryaboshapko A.G., Pastukhova A.S., Korotkov V.N., Polumieva D.P. Model estimates of transport probability of black carbon from forest fires in Russia to the Arctic and its possible impact on the climate // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2022, Vol. 58, No. 6, 658–667, DOI: 10.1134/S000143382206007X

Полухов А.А., Чубарова Н.Е., Володин Е.М. Влияние учета непрямого эффекта сульфатного аэрозоля на радиацию и облачность по данным климатической модели ИВМ РАН // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*, 2022, Т.58, N5, с. 566-575.

Мартынова Ю.В., Варгин П.Н., Володин Е.М. Изменение шторм-треков Северного полушария в зимний период в условиях будущего климата по расчетам климатической модели ИВМ РАН CM5 // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*, 2022, Т.58, N3, с.250-262.

Shi X., Werner M., Krug C., Brierley C. M., Zhao A., Igbinsola E., Braconnot P., Brady E., Cao J., Agostino R., Jungclaus J., Liu X., Otto-Bliesner B., Sidorenko D., Tomas R., Volodin E. M., Yang H., Zhang Q., Zheng W., Lohmann G. Calendar effects on surface air temperature and precipitation based on model-ensemble equilibrium and transient simulations from PMIP4 and PACMEDY // *Clim. Past*, 18, 1047–1070.

Володин Е.М. Вероятные изменения климата в 21 веке на территории России по данным модели климата INM-CM5-0 // *Метеорология и гидрология*, 2022, N5, с.5-13.

Volodin Evgeny M., Vorobyeva Vasilisa V. On the multi-annual potential predictability of the Arctic Ocean climate state in the INM RAS climate model // *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*, vol. 37, no. 2, 2022, p. 119-129.

Vargin P.N.; Kostykin S.V.; Volodin E.M.; Pogoreltsev A.I.; Wei K. Arctic Stratosphere Circulation Changes in the 21st Century in Simulations of INM CM5 // *Atmosphere* 2022, 13, 25.

Maiocchi C.C., Lucarini V., Gritsun A. Decomposing the dynamics of the Lorenz 1963 model using unstable periodic orbits: averages, transitions, and quasi-invariant sets // *Chaos*. 2022. T. 32. № 3. С. 033129.

Gritsun A.S. Predictability of the low-frequency modes of the Arctic Ocean heat content variability: a perfect model approach // *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*. 2022. T. 37. № 2. С. 99-109.

Chernov I.; Tolstikov A.; Iakovlev N. Simulating Dynamics and Ecology of the Sea Ice of the White Sea by the Coupled Ice–Ocean Numerical Model // *Water* 2022, 14, 2308. <https://doi.org/10.3390/w14152308>

Chernov I.; Tolstikov A.; Baklagin V.; Iakovlev N. Winter Ice Dynamics in a Semi-Closed Ice-Covered Sea: Numerical Simulations and Satellite Data // *Fluids* 2022, 7, 324. <https://doi.org/10.3390/fluids7100324>

Blagodatskikh D.V., Onoprienko V.A., Mortikov E.V., Iakovlev N.G., 2022, May. Comparative computational performance of two different techniques for calculation of the sea surface height in a climate ocean model // *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1023, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.

Подтема «Математическое моделирование региональных природно-климатических процессов»

Glazunov A., Mortikov E., Debolskiy A. Studies of stable stratification effect on dynamic and thermal roughness lengths of urban-type canopy using large-eddy simulation // Journal of the Atmospheric Sciences. 2022. DOI: 10.1175/jas-d-22-0044.1

Ткаченко Е. В., А. В. Дебольский, Е. В. Мортиков, А. В. Глазунов. Вихреразрешающее моделирование и исследование параметризаций затухающей турбулентности в вечернем переходе атмосферного пограничного слоя // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана, 58(3):263–281. 2022. DOI: 10.31857/S0002351522030117

Zasko, G.V., Glazunov, A.V., Mortikov, E.V. et al. (2022) Optimal Energy Growth in Stably Stratified Turbulent Couette Flow // Boundary-Layer Meteorol. DOI: 10.1007/s10546-022-00744-3

Дымников В.П., Залесный В.Б., Глазунов А.В., Степаненко В.М. (2022) Модели климата, геофизических пограничных слоев и деятельного слоя суши: памяти В.Н. Лыковского // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана, 58(4):375–383, 2022. DOI: 10.31857/S0002351522040046

М.И. Варенцов, И.А. Репина, А.В. Глазунов, Т.Е. Самсонов, П.И. Константинов, В.М. Степаненко, В.Н. Лыков, А.Ю. Артамонов, А.В. Дебольский, А.С. Печкин, А.В. Соромотин. Особенности пограничного слоя атмосферы г. Надыма по данным экспериментальных измерений и вихреразрешающего моделирования // Вестник Московского университета. Серия 5: География, (6):64–78, 2022.

Подтема «Математическое моделирование газовой и аэрозольной динамики и кинетики в атмосфере в региональном масштабе и задачи окружающей среды»

А.Н. Ермаков, А.Е. Алоян, В.О. Арутюнян. О динамике образования сульфатов в капельной влаге атмосферы с участием ионов переходных металлов // Изв. РАН: Физика атмосферы и океана, 2022, Т. 58, № 5, С. 554-565. DOI 10.31857/S0002351522050030

А.Е. Алоян, А.Н. Ермаков, В.О. Арутюнян, Моделирование регионального влияния ионов на формирование аэрозоля в атмосфере // Изв. РАН: Физика атмосферы и океана, 2022, Т. 58, № 3, С. 292-299. DOI 10.31857/S0002351522030014

Подтема «Определение объёма биомассы растительного покрова по данным аэрокосмического мониторинга»

Egorov V.D., Kozoderov V.V. Identification of Forest Vegetation Using Airborne Hyperspectral Data // Izvestiya Russian Academy of Sciences, Atmospheric and Oceanic Physics, Pleiades Publishing, Ltd., Vol. 57, No. 12, 2022, p. 1538 - 1548.

Егоров В.Д. О применении классификатора Random Forests для распознавания типов лесной растительности по дистанционным спутниковым и самолетным данным высокого пространственного разрешения. Сравнение полученных результатов с результатами расчетов некоторыми другими методами // XX международная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – М., Институт космических исследований РАН. 2022.

Зотов С.А., Дмитриев Е.В., Мельник П.Г., Кондранин Т.В. Повышение информативности мультиспектральных спутниковых изображений с использованием данных текстурного анализ // Лесной Журнал. 2022. N 2. С. 84-104.

Дмитриев Е.В., Кондранин Т.В., Зотов С.А. Сегментация природных и антропогенных объектов по панхроматическим спутниковым изображениям с использованием статистических текстурных признаков // Автометрия. 2022. Т. 58, № 2. С. 69-84.

Dmitriev E.V., Kondranin T.V., Zotov S.A. (2022). Segmentation of Natural and Anthropogenic Objects by Panchromatic Satellite Images Using Statistical Textural Features. *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*, 58(2), 167-179.

Дмитриев Е.В. Определение породного состава смешанных древостоев с использованием спутниковых изображений среднего и высокого пространственного разрешения // XXI международная конференция молодых учёных «Леса Евразии – Большой Кавказ», посвящённая 300-летию Российской академии наук, 285-летию со дня рождения академика А.А. Нартова и 30-летию Горного ботанического сада, Махачкала, Россия, 27 июня – 02 июля 2022. С. 1-11.

Dmitriev E., Zotov S., Bazarova A., Melnik P. Assessment of species structure of mixed forests of central Russia based on joint processing of medium- and high-resolution satellite images // Book of Abstracts, International Scientific Conference "Forestry Science for Sustainable Development - FORS2D", Perspectives of forestry and related sectors as drivers of sustainable development in the post-Covid era, Banja Luka, the Republic of Serpska, Bosnia and Herzegovina, 29–30 September, 2022. P. 37.

Дмитриев Е.В., Говедар З., Мельник П.Г., Зотов С.А. Оценка изменений состояния насаждений ели Панчича вследствие воздействия лесных пожаров // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли. Материалы IX международной научной конференции. Научный редактор Е.А. Ваганов, отв. редактор Г.М. Цибульский. Красноярск, 2022. С. 17-23.

Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В., Мельник П.Г., Донской С.А. Повышение эффективности текстурного дешифрирования панхроматических спутниковых изображений сверхвысокого пространственного разрешения // Материалы 20-й международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)». Москва: ИКИ РАН, 2022.

Петухов В.И., Дмитриев Е.В. НА,К-Гомеостаз в эпидермисе как феномен самоорганизованной критичности // Новые технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии. материалы Международной конференции NT + ME`22. Весенняя сессия. Москва, 2022. С. 267-271.

Петухов В.И., Дмитриев Е.В. Спектрометрия волос: проблемы индивидуальной оценки металло-лигандного гомеостаза (МЛИГ) // Тезисы докладов международной научной конференции, Пятнадцатого съезда Белорусского общественного объединения фотобиологов и биофизиков, Республика Беларусь "Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем", Минск, 15–17 июня 2022 г. С. 136. (Научное электронное издание ISBN 978-985-881-415-1)

Подтема «Исследование крупно- и мезомасштабной динамики вод Мирового океана и окраинных морей России на основе моделирования и анализа данных наблюдений»

Багатинский В.А., Дианский Н.А. Вклады климатических изменений температуры и солёности в формирование трендов термохалинной циркуляции Северной Атлантики в 1951-2017 гг. // Вестник Московского университета им. М.В. Ломоносова. Серия 3. Физика. Астрономия. 2022. № 3. С. 73–88. (Bagatinsky V.A. and Diansky N. A. Contributions of Climate Changes in Temperature and Salinity to the Formation of North Atlantic Thermohaline Circulation Trends in 1951–2017. *Moscow University Physics Bulletin*, 2022, Vol. 77, No. 3, pp. 564–580. DOI: 10.3103/S0027134922030043)

Фершалов М.Ю., Степанов Д.В., Штрайхерт Е.А., Фомин В.В., Нечаюк В.Е., Дианский Н.А. Влияние термохалинной стратификации на развитие прибрежного апвеллинга на северо-восточном шельфе Сахалина // Метеорология и гидрология. Т. 47. № 9. 2022. С. 20-31. <https://doi.org/10.3103/S1068373922090023> (Fershalov, M.Y., Stepanov,

D.V., Shtraikhert, E.A. et al. Influence of Thermohaline Stratification on the Evolution of Coastal Upwelling on the Northeastern Shelf of Sakhalin // Russ. Meteorol. Hydrol. 47, 652–659 (2022). <https://doi.org/10.3103/S1068373922090023>

Stepanov D., Fomin V., Gusev A., Diansky N. Mesoscale Dynamics and Eddy Heat Transport in the Japan/East Sea from 1990 to 2010: A Model-Based Analysis. Journal of Marine Science and Engineering. Eng. 2022, 10, 33. <https://doi.org/10.3390/jmse10010033>

Сенченко В.Г., Григорьев А.В., Фомин В.В., Кубряков А.И., Дианский Н.А., Кабатченко И.М. Гидрометеорологическое обеспечение для автономного судовождения в порту // Морские информационно-управляющие системы. №. 1 (21). 2022. С. 70-81.

Дианский Н.А., Багатинский В.А. Термохалинный и ветровой вклад в изменчивость климатической циркуляции Северной Атлантики // Труды ГОИНа. Т. 223. №223. 2022. С. 197-225.

Дианский Н.А., Выручалкина Т.Ю., Фомин В.В. Влияние на эволюцию уровня Каспийского моря многолетних изменений режима ветра над его регионом в 1948–2017 гг. // Материалы Международной научной конференции «Изменение климата в регионе Каспийского моря». Астрахань, 2022. с. 115-116.

Turko, N.; Lobashev, A.; Ushakov, K.; Kaurkin, M.; Ibrayev, R.; Information Entropy Initialized Concrete Autoencoder for Optimal Sensor Placement and Reconstruction of Geophysical Fields. 2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.13968>.

Turko, N., Lobashev, A., Ushakov, K., Kaurkin, M., Ibrayev, R. (2022). Information Entropy Initialized Concrete Autoencoder for Optimal Sensor Placement and Reconstruction of Geophysical Fields. In: Voevodin, V., Sobolev, S., Yakobovskiy, M., Shagaliev, R. (eds) Supercomputing. RuSCDays 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13708. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22941-1_12.

Подтема «Математическое моделирование динамики океана и вариационная ассимиляция данных наблюдений»

Shutyaev V. P., Agoshkov, V. I., Parmuzin E.I., Zalesny V. B., Zakharova N.B. 4D Technology of Variational Data Assimilation for Sea Dynamics Problems // Supercomputing Frontiers and Innovations. 2022. V.9. N.1. P.4-16.

Agoshkov, V., Zalesny, V., Shutyaev, V., Parmuzin, E., Zakharova, N. Variational data assimilation for a sea dynamics model // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling. 2022. V.37. N.3. P.131-142.

Залесный В.Б. Вариационный метод решения задачи о квазигеострофической циркуляции в двухслойном океане // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2022. Т. 58. № 5. С. 493–503.

Stepanov, D., Fomin, V., Gusev, A., Diansky, N. Mesoscale Dynamics and Eddy Heat Transport in the Japan/East Sea from 1990 to 2010: A Model-Based Analysis. Journal of Marine Science and Engineering, 2022, 10(1), 33.

Шелопут Т.О., Гусев А.В. Методика постановки условий на открытых боковых границах в модели гидро-термодинамики Балтийского моря на основе вариационной ассимиляции данных о солёности // Метеорология и гидрология. 2022. № 2. С. 20-31.

Byshev, V., Gusev, A., Neiman, V., Sidorova, A. Interdecadal Oscillation of the Ocean Heat Content as a Contribution to Understanding of Physical Aspects of the Present-Day Climate // Journal of Marine Science and Engineering, 2022, 10(8), 1064.

Бышев В.И., Гусев А.В., Сидорова А.Н. О ключевых факторах короткопериодной изменчивости климатических характеристик океана и атмосферы. – М.: 2022. Росгидромет. Труды ГОИНа. Исследования океанов и морей. № 223. С. 180-196.

Фомин В.В., Дианский Н.А., Панасенкова И.И., Гусев А.В. Применение российской модели INMOM-Арктика для оперативных расчетов циркуляции и морского льда

Северного ледовитого океана // Труды X международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2021)», с.35-38.

Бышев В.И., Гусев А.В., Сидорова А.Н. Концептуальные основы физической модели современного климата // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли. Материалы IX международной научной конференции. Красноярск 13-16 сентября 2022 г. Сибирский федеральный университет, ISBN 978-5-7638-4736-9. 2022. С. 13-16.

Подтема «Создание вычислительного ядра для модели атмосферы нового поколения»

Travova S.V., Stepanenko V.M., Medvedev A.I., Tolstykh M.A., Bogomolov V.Yu. Quality of Soil Simulation by the INM RAS–MSU Soil Scheme as a Part of the SL-AV Weather Prediction Model // Russ. Meteorol. Hydrol. 47, 159–173, (2022). <https://doi.org/10.3103/S1068373922030013> (Травова С.В., Степаненко В.М., Медведев А.И., Толстых М.А., Богомолов В.Ю. Качество воспроизведения состояния почвы моделью деятельного слоя суши ИВМ РАН-МГУ в составе модели прогноза погоды ПЛАВ // Метеорология и Гидрология, 2022, N3, с 5-24).

Travova S.V., Tolstykh M.A. Assimilation of Screen-level Observations for Soil Moisture Analysis in the INM RAS-MSU Multilayer Soil Model Included in the SL-AV Global Atmospheric Modeling System // Russ. Meteorol. Hydrol. 47, 561–575, (2022). <https://doi.org/10.3103/S1068373922080015> (Усвоение данных приземных наблюдений для анализа влажности почвы многослойной модели деятельного слоя суши ИВМ РАН-МГУ в составе глобальной системы моделирования атмосферы ПЛАВ, переводная версия из Метеорология и Гидрология, N 8 с 80-100).

Fadeev R.Yu., Alipova K.A., Koshkina A.S., Lapin T.E., Ozerova N.A., Pereladova A.E., Sakhno A.V., Tolstykh M.A. Glacier parameterization in SLAV numerical weather prediction model // Russ. J. Numer. Analysis Math. Mod., vol. 37, no. 4, 2022, pp. 189-201. DOI: 10.1515/rnam-2022-0016

K.A. Alipova, G.S. Goyman, M. A. Tolstykh, V.G. Mizyak, V.S. Rogutov. Stochastic perturbation of tendencies and parameters of parameterizations in the global ensemble prediction system based on the SL-AV model // Russ. J. Numer. Anal. Math. Mod. 2022 V. 37 No.6.

В.В. Шашкин, Г.С. Гойман, М.А. Толстых, Р.Ю. Фадеев. Прототип глобальной негидростатической модели атмосферы на сетке кубической сферы для прогноза погоды // Суперкомпьютерные дни в России. Труды международной конференции под ред. В.В. Воеводина. 26-27 сентября 2022 г., Москва. – МАКС пресс, 2022. с. 76-86.

R. Fadeev, K. Alipova, A. Koshkina, T. Lapin, N. Ozerova, A. Pereladova, A. Sakhno, M. Tolstykh. Glacier parameterization in SLAV numerical weather prediction model // RJNAMM, vol.37, No.4, pp. 189-201, 2022.

К.П. Беляев, А.А. Кулешов, Ю.Д. Реснянский, И.Н. Смирнов, Р.Ю. Фадеев. Численные эксперименты с моделью динамики океана NEMO и усвоением данных наблюдений с дрейфтеров Argo по методу GKF // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша, 2022.

Goyman, G., Shashkin, V. Implementation of Elliptic Solvers Within ParCS Parallel Framework // In: Voevodin, V., Sobolev, S. (eds) Supercomputing. RuSCDays 2021. Communications in Computer and Information Science, 2022, vol. 1510. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92864-3_11

Kseniya A. Alipova, Gordey S. Goyman, Mikhail A. Tolstykh, Vasiliy G. Mizyak, Vladimir S. Rogutov. Stochastic perturbation of tendencies and parameters of parameterizations in the global ensemble prediction system based on the SL-AV model // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling 2022, 37(6).

11. Конференции: организация и участие

ИВМ РАН был одним из организаторов следующих конференций в 2022 году:

1. Конференция «Вычислительная математика и приложения», Сочи, Россия, 1-5 августа 2022г.
2. Летняя школа «Матричные методы и моделирование в науках о жизни и Земле», 06-19 августа 2022 г., Сириус, г. Сочи, Россия.
3. 14-я всероссийская конференция «Математические модели и численные методы в био-логии и медицине», ИВМ РАН, Москва, 1– 2 ноября, 2022 г.
4. Международной конференции “Прикладная математика иммунологии и вирусологии”, Университет Сириус, Сочи, 14-18 ноября 2022 г.
5. Международная конференция «Марчуковские научные чтения 2022» (МНЧ-2022), Академгородок, Новосибирск, Россия, 3–7 октября 2022 г..
6. Вторая конференция Математических центров России, Москва, 11 ноября 2022 г.
7. 3-я Молодежная конференция Отделения Московского центра фундаментальной и прикладной математики в ИВМ РАН, Москва, 27 декабря 2022г.

Сотрудники института приняли участие в 88 конференциях:

конференции в России – 70,

международные конференции за рубежом – 18.

Всего докладов – 167.

Тема «Вычислительная математика, тензоры, оптимизация и задачи биологии и медицины»

Подтема «Матричные методы в математике и приложениях»

XVIII международная конференция «Супервычисления и математическое моделирование» 23 - 26 мая 2022 г., город Саров.

Сетуха А.В., Ставцев С.Л. Применение малоранговых аппроксимаций к решению задач дифракции электромагнитных волн на идеально проводящих телах.

Сетуха А.В., Ставцев С.Л., Третьякова Р.М. Метод поверхностных токов Кирхгоффа с учетом переотражений в задачах рассеяния на идеально проводящих объектах.

Workshop Electromagnetic Simulation 2022, г. Сочи, 09 августа 2022 г.

Setukha A., Stavtsev S., Tretiakova R. Method of boundary integral equations in the problem of scattering by perfectly conducting and dielectric objects.

Научная конференция "Тихоновские Чтения - 2022", Москва, Россия, 24-29 октября 2022 г.

Мирулатов И.П., Гасанов М.Э., Матвеев С.А., Абгарян К.К. Анализ и обработка временных рядов для многомасштабного агромоделирования.

Султонов А.О., Матвеев С.А., Будзинский С.С. Малоранговая неотрицательная аппроксимация тензоров с использованием попеременных проекций и скетчинга.

Смирнов М.С., Матвеев С.А. Применение функционального уравнения тета-функции к суммированию конкретного ряда.

- Желтков Д.А., Валиахметов Б.И., Сукманюк С.В.* Метод минимальных невязок для многих правых частей с ортогональными векторами направлений.
- Воркшоп Random Matrix Theory and Beyond, НТУ Сириус, г Сочи, Россия, 8-9 августа 2022 г.
- Matveev S.A., Sultonov A.O., Budzinskiy S.S.* Sketching techniques and alternating projections for low-rank nonnegative matrix and tensor decompositions.
- Будзинский С.С.* Bayesian approach to matrix and tensor completion.
- 15th International Conference on Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods in Scientific Computing, Линц, Австрия, 18-22 июля 2022 г.
- Kalinov Aleksei, Matveev Sergey, Osinsky Alexander.* Direct simulation Monte Carlo and oscillations in aggregation-fragmentation kinetics.
- The first Chinese-Russian Conference on Numerical Optimization and Machine Learning (NOML 2022), School of Mathematical Science of Beihang University, Beihang International Center for Mathematical Research, Laboratory of Computational Intelligence of Skoltech, and Center for Artificial Intelligence Technology of Skoltech, Китай, 11-14 июля 2022 г.
- Matveev S.A., Sultonov A.O., Budzinskiy S.S.* Sketching and alternating projections for low-rank nonnegative matrix and tensor decompositions.
- Ломоносовские чтения – 2022, секция вычислительная математика и кибернетика, Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет ВМК, Россия, 14-22 апреля 2022 г.
- Матвеев С.А., Будзинский С.С.* Методы попеременного проектирования для получения неотрицательных матричных и тензорных разложений.
- Замарашкин Н.Л., Михайлов А.Д.* Восполнение матриц и тензоров с дополнительной информацией.
- Замарашкин Н.Л., Мордвинцев М.К.* Изучение алгоритма дополнения тензора с фиксированными рангами Таккера, использующего оптимизацию на римановых многообразиях.
- Workshop Nonlinear system modelling and identification, 17 November 2022.
- Morozov, N. Zamarashkin, D. Zheltkov.* Search for Sparse Solutions of Super Large-Systems with Tensor Structure.
- Всероссийская конференция «Теоретические основы конструирования численных алгоритмов и решение задач математической физики», посвященная памяти К. И. Бабенко, 24-26 августа 2022 г., Пущино, Московская область.
- M. A. Botchev, L. A. Knizhnerman, M. Schweitzer.* Solving large linear systems of second order differential equations by Krylov subspaces: residual and restarting.
- Международная конференция «Partial Differential Equations and Related Topics», Белгород, 15 – 19 июля 2022 г.
- Сетуха А.В.* О численном решении некоторых гиперсингулярных интегральных уравнений математической физики методом коллокаций.
- Суперкомпьютерные дни в России, Москва, Россия, 26-27 октября 2022 г.
- Валиахметов Б.И., Желтков Д.А.* Параллельный GMRES с многими правыми частями, эквивалентный GCR.
- 17th Copper Mountain Conference on Iterative Methods (Онлайн-конференция), 4-8 апреля 2022 г.
- Bulat Valiakhetov, Zheltkov D.A.* GCR equivalent multiple right-hand side GMRES.
- Nonlinear System Modelling and Identification Workshop, Москва, Россия, 17 ноября 2022г.

Zamarashkin N.L., Zheltkov D.A., Morozov S.V. Search for Sparse Solutions of Super-Large Systems with a Tensor Structure.

Конференция «Материалы и технологии XXI века», Казань, Россия, 30 ноября – 2 декабря 2022 г.

Желтков Д.А., Валиахметов Б.И. Обобщенный метод минимальных невязок для многих правых частей.

Желтков Д.А., Сукманюк С.В. GMRES с ортогональными векторами направлений для решения систем с многими правыми частями.

Подтема «Сопряженные уравнения и методы теории управления в нелинейных задачах математической физики»

Конференция "Вычислительная математика и приложения", Университет Сириус, г. Сочи, Россия, 1–5 августа 2022 г.

Шутяев В.П., Агошков В.И., Залесный В.Б., Пармузин Е.И., Захарова Н.Б. Методы вариационного усвоения данных и их приложения в задачах геофизической гидродинамики.

Международная конференция «Марчуковские научные чтения 2022» (МНЧ-2022), Академгородок, Новосибирск, Россия, 3–7 октября 2022 г.

V. Shutyaev, V. Agoshkov, V. Zalesny, E. Parmuzin, N. Zakharova. Variational data assimilation applied for sea dynamics problems.

VI Всероссийская конференция «Информационные технологии для наук о Земле и цифровизация в геологии и горнодобывающей промышленности» (ITES-2022), Дальневосточный Федеральный Университет, Владивосток, Россия, 3-8 октября 2022 г.

Н.Б. Захарова, В.И. Агошков, Е.И. Пармузин, Т.О. Шелопут, Н.Р. Лёзина. Интеграция данных наблюдений ЦКП «ИКИ – МОНИТОРИНГ» в Информационно-вычислительную систему «ИВМ РАН – ЧЕРНОЕ МОРЕ».

Двадцатая международная конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса", 14-18 ноября 2022 г., ИКИ РАН, г. Москва.

Захарова Н.Б., Пармузин Е.И., Лёзина Н.Р., Агошков В.И., Шелопут Т.О., Шутяев В.П., Шевченко Б.С. Ассимиляция данных дистанционного зондирования ЦКП «ИКИ – МОНИТОРИНГ» в ИВС «ИВМ РАН – Черное море» с целью построения реанализа гидрофизических полей.

Уваров И.А., Бриль А.А., Марченков В.В., Пармузин Е.И., Захарова Н.Б., Шелопут Т.О. Анализ состояния воды Черного моря на основе численного моделирования гидрофизических параметров в информационной системе See the Sea.

IX международная научная конференция «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли», 13-16 сентября 2022 г., г. Красноярск.

Шелопут Т.О. Методика постановки условий на открытых боковых границах на основе вариационной ассимиляции данных.

Агошков В.И., Шутяев В.П., Пармузин Е.И., Захарова Н.Б., Шелопут Т.О., Лёзина Н.Р. Вариационная ассимиляция данных наблюдений со спутников для модели динамики Черного моря.

Захарова Н.Б., Пармузин Е.И., Шелопут Т.О., Агошков В.И., Лёзина Н.Р. «Интеграция ИВС «ИВМ РАН – ЧЕРНОЕ МОРЕ» с ЦКП «ИКИ – МОНИТОРИНГ».

Подтема «Оптимальные методы в задачах вычислительной математики»

Международная конференция по математическому анализу и дифференциальным уравнениям. Армения, г. Цахкадзор, 19–23 сентября 2022 г.

Богатырев А.Б. Electrical filters and multiband approximation.

Вторая конференция Математических центров России. 10 ноября 2022 г.

Богатырев А.Б. Опыт взаимодействия отделения МЦФПМ в ИВМ РАН с промышленностью.

Thirteenth International Multiconference “Bioinformatics of Genome Regulation and Structure / Systems Biology (BGRS/SB-2022)”, 04–08 July 2022, Novosibirsk, Russia.

Khristichenko M.Yu., Nechepurenko Yu.M., Grebennikov D.S., Bocharov G.A. Computation and tracing of periodic solutions of Marchuk-Petrov model.

The 9th International Conference on Differential and Functional Differential Equations, June 28 – July 5, 2022, Moscow, Russia.

Khristichenko M.Yu., Nechepurenko Yu.M., Grebennikov D.S., Bocharov G.A. Computation and tracing of stationary solutions of Marchuk-Petrov model.

International conference on the methods of aerophysical research, August 8-14, 2022, Novosibirsk, Russia.

Demyanko K.V., Boiko A.V., Nechepurenko Yu.M., Zasko G.V. On parabolization of linearized disturbance equations in boundary layers over concave surfaces.

Boiko A.V., Borodulin V.I., Demyanko K.V., Ivanov A.V., Kirilovskiy C.V., Mischenko D.A., Nechepurenko Yu.M., Poplavskaya T.V. Location of the laminar-turbulent transition in three-dimensional boundary layers.

Boiko A.V., Valiullin I.R., Demyanko K.V., Kirilovskiy S.V., Nechepurenko Y.M., Poplavskaya T.V. Numerical simulation of a swept wing flow affected by blowing or suction at a section of the airfoil.

XV Всероссийская конференции «Проблемы механики: теория, эксперимент и новые технологии», 14-17 марта 2022 г., Новосибирск.

Засько Г.В. Анализ устойчивости стратифицированных турбулентных течений.
Демьянко К.В., Ключнев Н.В. О монотонной устойчивости течения жидкости в трубе эллиптического сечения.

Всероссийская конференция "Вычислительная математика и приложения", 1-5 августа 2022 г., ИВМ РАН и Математический центр НТУ Сириус, г. Сочи.

Нечепуренко Ю.М. Влияние продольного оребрения на положение ламинарно-турбулентного перехода.

International conference ICMAR-2022, 8–14 August 2022, Novosibirsk.

Demyanko K.V., Boiko A.V., Nechepurenko Yu.M., Zasko G.V. On parabolization of linearized disturbance equations in boundary layer over concave surface.

Давыдовские чтения - 2022, Москва, 12-13 сентября 2022 г.

Корнев А.А. Цифровые инструменты как способ формирования учебной самостоятельности школьников и студентов.

Международная конференция «Современные проблемы математики и ее приложений», Душанбе, 3-4 июня 2022 г.

Bushueva N.S., Kornev A.A., Schnack E. Construction of effective finite-difference schemes for numerical modeling of functionally graded shells.

Подтема «Прямые и обратные задачи моделирования пространственно-временной динамики иммунных и инфекционных процессов»

Всероссийский симпозиум «Биомеханика-2022», Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН и Институт механики МГУ им. М.В. Ломоносова, 17-18 февраля 2022 г., Москва, Россия.

Бочаров Г.А., Гребенников Д.С., Савинков Р.С. Математическая иммунология: интеграция моделей механики, биологии и физиологии.

International Conference on Computational and Mathematical Biomedical Engineering, 27 – 29 Jun 2022, Politecnico di Milano, Milan, Italy.

Sazonov, D. Grebennikov, A. Meyerhans, G. Bocharov. Stochastic modelling of the sars-cov-2 viral dynamics in a single cell.

The 9th International Conference on Differential and Functional Differential Equations, Moscow, Russia, June 28 – July 5, 2022.

Бочаров Г.А., Гребенников Д.С., Савинков Р.С. Mathematics for immunology.

13th International Multiconference on “Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology” – BGRS/SB-2022, held from 04 to 08 of July 2022 in Novosibirsk, Russia.

Бочаров Г.А., Гребенников Д.С., Савинков Р.С. Mathematical modeling of antiviral immune responses to SARS-CoV-2 infection.

Международная конференция «Прикладная математика в иммунологии и вирусологии», Математический центр «Сириус», г. Сочи, 14 – 18 ноября 2022 г.

Бочаров Г.А. Математическая иммунология вирусных инфекций.

Подтема «Построение и исследование численных методов решения задач динамики океана и вязкой несжимаемой жидкости, гемодинамики, геофильтрации и геомиграции»

Всероссийская конференция «Проблемы аттестации кадров высшей квалификации в математике», НТУ Сириус, г. Сочи, 30 марта 2022 г.

Василевский Ю.В. Современные тренды в прикладной математике.

Всероссийская конференция «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования», 28 июня, 2022 г.

Василевский Ю.В. Устойчивые схемы расчета течений в областях с движущимися границами.

The 9th International Conference on Differential and Functional Differential Equations, Москва, РУДН, 3 июля 2022 г.

Василевский Ю.В. «Устойчивые схемы расчета течений в областях с движущимися границами. Stable numerical schemes for modelling incompressible fluid flows in time-dependent domains».

Международная конференция «О.А. Ladyzhenskaya centennial conference on PDE». Санкт-Петербург, Международный математический институт Эйлера, 20 июля, 2022 г.

Василевский Ю.В. Stable numerical schemes for modelling hemodynamic flows in time-dependent domains.

Всероссийская конференция «Марчуковские научные чтения», Новосибирск, 3 октября 2022 г.

Василевский Ю.В. Математические технологии и модели в задачах медицины.

Всероссийская конференция «Математика в медицине», Владивосток, 11 октября 2022г.

Василевский Ю.В. Математические технологии и модели в задачах медицины.

Семинар Математического института им. Никольского РУДН, 25 октября 2022 г.

Василевский Ю.В. Приближенное решение краевых задач на сетках с многогранными ячейками.

Научный интенсив «Математическое моделирование материалов: современные исследования и подготовка кадров», НТУ Сириус, г. Сочи, 9 ноября 2022 г.

Василевский Ю.В. Математическое моделирование как научная дисциплина.

Вторая конференция Математических центров России, Москва, 11 ноября 2022 г.

Василевский Ю.В. Математические технологии и модели в задачах медицины.

14я всероссийская конференция «Математические модели и численные методы в биологии и медицине», ИВМ РАН, Москва, 1– 2 ноября, 2022 г.

Василевский Ю.В. Stable numerical schemes for modeling hemodynamic flows in time-dependent domains.

Терехов К.М. Динамический адаптивный метод конечных объемов для моделирования течения и свертываемости крови на подвижных сетках.

Легкий А.А. Численный алгоритм виртуального размещения шаблонов лепестков аортального клапана внутри аорты.

Симаков С.С. Персонализированный вычислительный анализ коронарного кровотока с учетом данных о перфузии миокарда.

22я международная конференция «BIOMAT 2022 – 22nd International Symposium on Mathematical and Computational Biology», 11 ноября 2022 г.

Василевский Ю.В. A web-based non-invasive estimation of fractional flow reserve (FFR): models, algorithms and application in diagnostics.

Конференция «Супервычисления и математическое моделирование», г. Саров, 23-26 мая 2022 г.

И.В.Капырин, Д.В.Ануприенко, И.Н. Коньшин. Об эффективности решения гидрогеологических задач в программном комплексе GeRa.

Russian Supercomputing Days, г. Москва, 26-27 сентября 2022 г.

Капырин И.В., Ануприенко Д.В., Коньшин И.Н. Аспекты эффективности трехмерного гидрогеологического моделирования в расчетном коде GeRa.

И.Н Коньшин. Distributed parallel bootstrap adaptive algebraic multigrid method.

Electromagnetic Simulation Workshop 2022, 9 августа 2022 г, Университет Сириус, Россия.

A. Danilov, Yu. Vassilevski. Ani3D framework: techniques for generation and adaptation of triangular and tetrahedral computational meshes.

Терехов К.М. INMOST technologies for distributed generation and adaptation of general meshes.

Научный семинар ИБРАЭ «Разработка расчетного кода GeRa для гидрогеологического моделирования», 24.10.2022.

Никитин К.В. Модель двухфазной фильтрации: текущее состояние и перспективы.

Международный семинар «Workshop on mathematics and algorithms», Новосибирск, 17 мая, 2022 г.

Терехов К.М. INMOST programming platform and general finite-volume framework.

Летняя школа в университете Сириус, г. Сочи, 15 августа 2022 г.

Терехов К.М. Математическое моделирование в задачах фильтрации.

Конференция "Актуальные проблемы математической физики", посвященная памяти Валентина Федоровича Бутузова, МГУ имени М.В.Ломоносова, Россия, 2 июня 2022г.

Кобельков Г.М., Звягин А.В., Ложников М.А. Численное моделирование ледопородного ограждения.

Всероссийская конференция «Вычислительная математика и приложения», Математический центр НТУ Сириус, 1-5 августа 2022 г.

А.В.Лапин, Янбарисов Р.М. Математическая модель задачи конвекции-диффузии с дробной производной вдоль траектории движения.

Ануприенко Д.В. Численное моделирование пороупругости на неструктурированных сетках.

Кобельков Г.М., Звягин А.В., Ложников М.А. Численное моделирование ледопородного ограждения.

Всероссийский симпозиум «Биомеханика-2022», Институт механики МГУ, февраль 2022г.

Янбарисов Р.М. Численная модель вязкоупругого материала для задач компрессии сфероидов из стволовых клеток.

Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2022», 15 апреля 2022 г.

Ануприенко Д.В. Численное решение задач пороупругости на неструктурированных сетках.

Научная конференция «XXI Школа молодых учёных ИБРАЭ РАН “Безопасность и риски в энергетике”», Москва, 22 апреля 2022 г.

Ануприенко Д.В. Моделирование процессов пороупругости на неструктурированных сетках.

XVI всероссийская школа-конференция молодых учёных "Проблемы механики: теория, эксперимент и новые технологии", Новосибирск, Россия, 14–17 марта, 2022 г.

Легкий А.А., Саламатова В.Ю. Влияние нелинейности материала на характеристики коаптации идеализированного аортального клапана.

Всероссийский научный онлайн семинар по биомеханике, Пермь, Россия, 31 октября 2022 г.

Саламатова В.Ю., Легкий А.А. Численная оценка коаптации створок аортального клапана: оболочки и мембраны.

International biweekly online seminar on analysis, differential equations and mathematical physics, 9 June, 2022.

Симаков С.С. Multiscale modelling of cardiovascular system.

Конференция “МЕХАНИКА: эксперимент, моделирование, приложения”, НИИ Механики МГУ, 27 октября, 2022 г.

Симаков С.С. Многомасштабное пациент-ориентированное моделирование кровообращения.

«Биомеханика — 2022», 17 февраля, 2022 г.

Симаков С.С. Многомасштабное моделирование кровотока в сердечно-сосудистой системе.

Подтема «Математическое моделирование процесса противинфекционной защиты: энергетика и адаптация»

Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2022), г. Новосибирск, 3-9 июля, 2022 г.

Vlad A.I., Sannikova T.E., Romanyukha A.A. Transmission of acute respiratory infections in a city: agent-based approach.

Kisselevskaya-Babinina V., Romanyukha A., Sannikova T. Markov model of hospitalized patients with COVID-19.

Novikov K., Romanyukha A. Coupled agent-based model of COVID-19 and major depressive disorder spread in Moscow.

Sannikova T.E., Danilova S.S. Seeking the threshold for herd immunity in the synthetic population of a medium-sized city.

XX научная школа «Нелинейные волны – 2022», Нижний Новгород, 7 – 13 ноября 2022г.

А.А. Романюха, К.А. Новиков, Т.Е. Санникова. Расширенная модель эпидемии: КОВИД-19 и психические заболевания.

IAEA 2nd Research Coordination Meeting on Nutritional Care During Cancer and Monitoring of Nutritional Status in LMIC, 20-23 июня 2022 г., Вена, Австрия.

А.Ю. Ваура, Ю.А. Алымова, А.И. Ефимова, С.Г. Руднев, В.М. Сенявин. Body composition assessment using deuterium dilution techniques in children with oncological and hematological diseases undergoing HSCT: a prospective study.

IV всероссийский демографический форум с международным участием, 2-3 декабря 2022 г., Москва.

Руднев С.Г. Центры здоровья и возможности использования их данных для прогнозирования здоровья населения.

Конференция «Ломоносовские чтения – 2022», Москва, 14-22 апреля, 2022 г.

Киселевская-Бабина В.Я., Санникова Т.Е. Оценка эффективности применения блокатора IL-6 при COVID-19.

Пятнадцатая международная конференции «Управление развитием крупномасштабных систем», Москва, Россия, 26-28 сентября 2022 г.

Новиков К. Оценка эффекта вакцинации от COVID-19 на основе агентной модели.

Тема «Моделирование динамики Земной системы»

Подтема «Моделирование климата и его изменений»

Всероссийская конференция «Вычислительная математика и ее приложения», Сочи, 1-5 августа, 2022 г.

П.А. Останин, Д.В. Кулямин, В.П. Дымников. Усвоение данных для двумерных уравнений амбиполярной диффузии в модели ионосферы Земли.

Ostanin P.A., Kulyamin D.V., Dymnikov V.P. Approximation of the ambipolar diffusion operator with conserving the direction of magnetic field lines.

EGU General Assembly 2022, 23–27 May 2022, Vienna, Austria.

Alexey Chernenkov, Evgeny Volodin, Sergey Kostrykin. Physics of snow cover in the climate model INMCM.

Турбулентность, динамика атмосферы и климата, 22-24 ноября 2022 г., Москва, Россия.

Варгин П.Н., Кострыкин С.В., Володин Е.М., Погорельцев А. Изменение циркуляции стратосферы Арктики в XXI веке по расчетам климатической модели ИВМ РАН.

Кострыкин С.В., Якушкин И.Г. Исследование стационарных течений и скорости затухания нестационарных течений кармановской модели с вынуждающей силой, находящихся в режиме Бетчелора.

Международная конференция и школа по измерению, моделированию и информационным системам, ENVIROMIS-22, Томск, 10-17 сентября 2022 г.

Володин Е.М. От модели климата INM-CM5 к модели земной системы INM-CM6.

Воробьева В.В., Володин Е.М., Грицун А.С. Исследование качества декадных прогнозов климатической модели ИВМ РАН на срок до 5 лет.

Тарасевич М.А., Володин Е.М. Влияния начального состояния океана на качество сезонных хиндкастов с помощью модели климата ИВМ.

Хан В.М., Грицун А.С., Володин Е.М., Тищенко В.А. Перспективы усовершенствования технологического комплекса по климатическому прогнозированию в Северо-Евразийском климатическом центре с использованием результатов проекта ВИП ГЗ.

Онопrienко В.А., Благодатских Д.В., Мортиков Е.В., Яковлев Н.Г. Построение двуполярной прямоугольной сетки для воспроизведения экваториальной динамики океана в модели невысокого пространственного разрешения.

Благодатских Д.В., Мортиков Е.В., Онопrienко В.А., Яковлев Н.Г. Модернизация океанологического блока климатической модели ИВМ РАН.

Черненко А.Ю., Володин Е.М., Кострыкин С.В. Моделирование снежного слоя в рамках глобальной климатической модели.

Norway, Arctic Climate Forum, 26-27 Oct. 2022.

Vorobyeva V.V., Tarasevich M.A., Volodin E.M., Gritsun A.S. Experimental forecast of sea ice characteristics at the Hydrometcenter of Russia based on the INM RAS climate model.

Climate Dynamics Panel annual workshop: External versus internal variability on decadal and longer time scales 12 Sept. – 21 Oct. 2022.

Vorobyeva V.V., Gritsun A.S., Tarasevich M.A., Volodin E.M. Evaluation of external forcing and initial conditions contributions to decadal predictions of the INMCM5 climate model.

SPARC general assembly, 24-28 Oct. 2022.

Gritsun A.S., Vorobyeva V.V., Tarasevich M.A., Volodin E.M. Decadal prediction system on the basis of climate model INMCM5.

Vorobyeva V.V., Volodin E.M. Assessing the seasonal prediction skill of the INMCM5 climate model in winter and summer hindcasts.

XX научная школа «Нелинейные волны», Нижний Новгород, 7-13 ноября 2022 г.

Володин Е.М. Математические модели климатической системы Земли. Современное состояние и перспективы развития.

Турбулентность, динамика атмосферы и климата, Москва, 22-24 ноября 2022 г.

Володин Е.М. Развитие модели климатической системы ИВМ РАН.

Воробьева В.В., Володин Е.М., Грицун А.С., Тарасевич М.А. Анализ предсказуемости ведущих мод климатической изменчивости на временных масштабах до 5 лет на основе климатической модели INMCM5.

23 сессия Северо-Евразийского климатического форума, 29-30 ноября 2022 г.

Тарасевич М.А., Воробьева В.В., Володин Е.М., Грицун А.С. Сезонный прогноз параметров льда с моделью климата ИВМ РАН.

Международная конференция «Генеральная ассамблея EGU 2022», 23-27 мая 2022 г., Вена, Австрия.

C.Maiocchi, V.Lucarini, A.Gritsun. Decomposing the Dynamics of the Lorenz 1963 model using Unstable Periodic Orbits: Averages, Transitions, and Quasi-Invariant Sets.

Летняя школа «Матричные методы и моделирование в науках о жизни и Земле», 06-19 августа 2022 г., Сириус, г. Сочи, Россия.

Грицун А.С. Устойчивость, неустойчивость и хаос в моделях динамики атмосферы.

Яковлев Н.Г. Численное моделирование состояния Мирового океана как составной части Земной Системы и Физические основы и практика численного моделирования Северного Ледовитого океана: океан, морской лед и пограничные слои.

Володин Е.М. Модели климатической системы – основной инструмент для исследования и предсказания климата и его изменений. Параметризации физических процессов в модели климатической системы.

Международная конференция «CLIVAR Climate Dynamics Panel (CDP) annual workshop», 12.09–21.10.2022.

V.V. Vorobyeva, A.S. Gritsun, M.A. Tarasevich, E.M. Volodin. Evaluation of external forcing and initial conditions contributions to decadal predictions of the INMCM5 climate model.

Всероссийская конференция «Россия в десятилетия ООН наук об океане», 24-28.10.2022, Москва, РТУ МИРЭА, Технопарк «Альтаир», Россия.

Грицун А.С., Володин Е.М., Воробьева В.В., Тарасевич М.А. Сверхдолгосрочное прогнозирование состояния Земной системы.

Яковлев Н.Г. Численные модели – инструмент изучения океана 21-го века.

Подтема «Математическое моделирование региональных природно-климатических процессов»

Семинар "Математическое моделирование геофизических процессов: прямые и обратные задачи", 2022 г., Москва, Россия.

Глазунов А.В., Мортиков Е.В., Дебольский А.В. Воспоминания о численном моделировании стратифицированной турбулентности над поверхностями городского типа.

IV всероссийская конференция с международным участием «Турбулентность, динамика атмосферы и климата, Президиум РАН, Ленинский проспект 32А, Россия, 22-24 ноября 2022 г.

Варенцов М.И., Константинов П.И., Репина И.А., Глазунов А.В., Самсонов Т.Е., Степаненко В.М., Артамонов А.Ю., Дебольский А.В., Печкин А.С., Соромотин А.В., Эзау И.Н. Особенности пограничного слоя атмосферы над арктическим городом по данным экспериментальных наблюдений и вихреразрешающего моделирования.

Russian Supercomputing Days 2022, Россия, 26-27 сентября 2022 г.

Мортиков Е.В., Дебольский А.В., Гацук Е.М., Глазунов А.В. Численное моделирование турбулентности в пограничных слоях атмосферы и океана на гетерогенных вычислительных системах.

Международная конференция и школа молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2022, г. Томск, Россия, 12-17 сентября 2022 г.

Дебольский А.В., Мортиков Е.В., Глазунов А.В., Володин Е.В. Improvements of PBL scheme in INMCM5 climate model.

Мортиков Е.В., Дебольский А.В., Глазунов А.В. Развитие параметризаций турбулентного обмена в пограничных слоях атмосферы и океана в рамках модели Земной системы ИВМ РАН: текущее состояние и актуальные задачи.

Ткаченко Е.В., Дебольский А.В., Мортиков Е.В., Глазунов А.В. Численное моделирование и исследование переходных периодов атмосферного пограничного слоя.

Школа по вычислительным технологиям, многомерному анализу данных и моделированию в образовательном центре “Сириус”, г. Сочи, август 2022 г.

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

Подтема «Определение объёма биомассы растительного покрова по данным аэрокосмического мониторинга»

XX международная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов), Москва, Институт космических исследований РАН, 14-18 ноября 2022 г.

Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В., Мельник П.Г., Донской С.А. Повышение эффективности текстурного дешифрирования панхроматических спутниковых изображений сверхвысокого пространственного разрешения.

Егоров В.Д. О применении классификатора Random Forests для распознавания типов лесной растительности по дистанционным спутниковым и самолетным данным высокого пространственного разрешения. Сравнение полученных результатов с результатами расчетов некоторыми другими методами.

XXI международная конференция молодых учёных «Леса Евразии – Большой Кавказ», посвящённая 300-летию Российской академии наук, 285-летию со дня рождения академика А.А. Нартова и 30-летию Горного ботанического сада, г. Махачкала, Россия, 27 июня – 02 июля 2022 г.

Дмитриев Е.В. Определение породного состава смешанных древостоев с использованием спутниковых изображений среднего и высокого пространственного разрешения.

IX международная научная конференция «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли», Красноярск, Россия, 13 – 16 сентября 2022 г.

Дмитриев Е.В., Говедар З., Мельник П.Г., Зотов С.А. Оценка изменений состояния насаждений ели Панчича вследствие воздействия лесных пожаров.

International Scientific Conference "Forestry Science for Sustainable Development – FORS2D", Perspectives of forestry and related sectors as drivers of sustainable development in the post-Covid era, Banja Luka, the Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, 29–30 September 2022.

Dmitriev E., Zotov S., Bazarova A., Melnik P. Assessment of species structure of mixed forests of central Russia based on joint processing of medium- and high-resolution satellite images.

Новые технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии, Гурзуф, 29 мая – 08 июня 2022 года.

Петухов В.И., Дмитриев Е.В. NA,K-гомеостаз в эпидермисе как феномен самоорганизованной критичности.

Международная научная конференция «Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем», Минск, 15–17 июня 2022 года.

Петухов В.И., Дмитриев Е.В. Спектрометрия волос: проблемы индивидуальной оценки металло-лигандного гомеостаза (МЛГ).

Подтема «Исследование крупно- и мезомасштабной динамики вод Мирового океана и окраинных морей России на основе моделирования и анализа данных наблюдений»

Суперкомпьютерные дни в России, 26-27 сентября 2022, Москва.
<https://russianscdays.org/agenda>

Nikita Turko, Alexander Lobashev, Konstantin Ushakov, Maxim Kaurkin, Rashit Ibrayev, 2022. Information Entropy Initialized Concrete Autoencoder for Optimal Sensor Placement and Reconstruction of Geophysical Fields.

Международная ассамблея "Каспийский диалог", Москва, Россия, 11 мая 2022 г.

Фомин В.В., Дианский Н.А., Коршенко Е.А., Выручалкина Т.Ю. Система краткосрочного диагноза и прогноза гидрометеорологических характеристик Каспийского моря и оценка точности прогнозов по данным натурных изменений.

Международная выставка-конференция по судостроению и разработке высокотехнологичного оборудования для освоения континентального шельфа OMR-2022, КВЦ «Экспофорум», Санкт-Петербург, Россия, 13-16 сентября 2022 г.

Фомин В.В., Панасенкова И.И., Дианский Н.А. Технологии численного моделирования для гидрометеорологических изысканий и практических задач на морском шельфе.

Всероссийская научная конференция «Моря России: вызовы отечественной науки», Севастополь, Россия, 26-30 сентября 2022 г.

Дианский Н.А., Жмур В.В., Гусев А.В. Исследование самоорганизации Гольфстрима с помощью численных и аналитических методов.

Багатинский В.А., Дианский Н.А. Вклады климатических изменений температуры и солености в формирование трендов термохалинной циркуляции Северной Атлантики в 1951–2017 годы.

Фомин В.В., Дианский Н.А. Влияние способов усвоения спутниковой температуры поверхности моря на воспроизведение гидрофизических полей Черного, Азовского и Мраморного морей в модели INMOM.

Багатинская В.В., Дианский Н.А., Гусев А.В., Морозов Е.Г., Багатинский В.А. Геострофическая и ветровая составляющие Антарктического циркумполярного течения.

Шестая всероссийская школа молодых океанологов «Методы и средства исследований прибрежной морской зоны», Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь, Россия, 3-7 октября 2022 г.

Дианский Н.А. Вихреразрешающее моделирование циркуляции в Северной Атлантике. Сравнение реальных и модельных траекторий переноса объектов в экваториальной Атлантике для поиска места падения лайнера АЗЗО (рейс АБ 447 Рио де Жанейро – Париж 01.06.2009).

8-я международная научная конференция-школа молодых ученых "Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах", Москва, Россия, 12-14 октября 2022 г.

Сухонос П.А., Дианский Н.А. Изучение зимних связей аномалий суммарного потока тепла на поверхности океана и температуры верхнего слоя океана в Северной Атлантике по данным ре-анализов.

XI международная научно-практическая конференция «Морские исследования и образование (MARESEDU – 2022)», Москва, Россия, 24-28 октября 2022 г.

Фомин В.В., Дианский Н.А. Исследование влияния методов усвоения температуры поверхности моря на воспроизведение гидрофизических полей на примере Черного моря.

Панасенкова И.И., Фомин В.В., Дианский Н.А. Моделирование гидро-термодинамических и ледовых характеристик западных морей Российской Арктики в квазиоперативном режиме с усвоением спутниковых данных.

Захарова Е.В., Ладохина Е.М., Попов С.К., Фомин В.В., Дианский Н.А. Сравнение качества воспроизведения скорости и направления ветра моделями атмосферной циркуляции GFS, WRF-ARF, COSMO-RU07 и HIRLAM в Балтийском регионе.

Первая всероссийская научно-практическая конференция с международным участием Россия в 10-летию ООН в науках об океане 24-28.10, МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, Россия, 24-28 октября 2022 г.

Дианский Н.А. Оперативное и ретроспективное моделирование циркуляции Северного Ледовитого океана и его морей на основе российской модели INMOM для решения научных и практических задач.

Двадцатая международная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)», Москва, Россия, 14 ноября - 18 декабря 2022 г.

Фомин В.В., Дианский Н.А. Влияние алгоритмов усвоения спутниковых данных по температуре поверхности моря на воспроизведение гидрофизических полей Черного моря в модели INMOM.

IX всероссийская конференция по прикладной океанографии «Моря и океаны в условиях изменяющегося климата», Москва, ГОИН 19–20 октября 2022 г., Россия, 19 октября - 20 ноября 2022 г.

Дианский Н.А., Жмур В.В., Гусев А.В. Исследование самоорганизации фронта Гольфстрима с помощью численных и аналитических методов.

Багатинский В.А., Дианский Н.А. Вклад климатических изменений температуры и солености в формирование трендов термохалинной циркуляции Северной Атлантики. Москва, ГОИН 19–20 октября 2022 г.

IV всероссийская конференция с международным участием Турбулентность, динамика атмосферы и климата, Москва, Президиум РАН, Ленинский проспект 32А., Россия, 22-24 ноября 2022 г.

Багатинская В.В., Дианский Н.А., Гусев А.В., Морозов Е.Г., Багатинский В.А. Геоострофическая и ветровая составляющие Антарктического циркумполярного течения.

Багатинский В.А., Дианский Н.А. Океанические климата в атлантическом секторе Мирового океана.

Подтема «Математическое моделирование динамики океана и вариационная ассимиляция данных наблюдений»

Конференция "Вычислительная математика и приложения", Университет Сириус, Сочи, Россия, 1-5 августа 2022 г.

Шутяев В.П., Агошков В.И., Залесный В.Б., Пармузин Е.И., Захарова Н.Б. Методы вариационного усвоения данных и их приложения в задачах геофизической гидродинамики.

Международная конференция «Марчуковские научные чтения 2022» (МНЧ-2022), Академгородок, Новосибирск, Россия, 3–7 октября 2022 г.

V. Shutyaev, V. Agoshkov, V. Zalesny, E. Parmuzin, N. Zakharova. Variational data assimilation applied for sea dynamics problems.

Всероссийская конференция «Турбулентность, динамика атмосферы и климата». Москва, 22–25 ноября 2022 г.

Залесный В.Б. Квазигеострофическая модель потенциальной завихренности в океане с вариационным управлением.

Всероссийская научная конференция «Моря России: вызовы отечественной науки», Севастополь, 26–30 сентября 2022 г.

Дианский Н.А., Жмур В.В., Гусев А.В. Исследование самоорганизации фронта Гольфстрима с помощью численных и аналитических методов.

Багатинская В. В., Дианский Н. А., Гусев А. В., Морозов Е. Г., Багатинский В. А. Геострофическая и ветровая составляющие Антарктического циркумполярного течения.

Всероссийская конференция по прикладной океанографии «Моря и океаны в условиях изменяющегося климата». Москва, ГОИН, 19–20 октября 2022 г.

Дианский Н.А., Жмур В.В., Гусев А.В. Исследование самоорганизации фронта Гольфстрима с помощью численных и аналитических методов.

Бышев В.И., Гусев А.В., Сидорова А.Н. Концептуальные основы альтернативной физической модели современного климата.

IX международная научная конференция «Региональные проблемы дистанционного зондирования», Институт космических и информационных технологий, ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Красноярск, 13-16 сентября 2022 г.

Бышев В.И., Гусев А.В., Сидорова А.Н. Концептуальные основы физической модели современного климата.

Двадцатая международная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», 14-18 ноября 2022 г., Институт космических исследований РАН, г. Москва

Бышев В.И., Анисимов М.В., Гусев А.В., Сидорова А.Н. О концептуальных основах физической модели современного климата.

Подтема «Создание вычислительного ядра для модели атмосферы нового поколения»

Международная конференция и школа молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2022, 12-17 сентября 2022 года, Томск, Россия.

Толстых М.А. Долгосрочный прогноз погодных аномалий в Северной Евразии.

Фадеев Р. Ю., Толстых М.А., Шашкин В.В., Травова С.В., Мизяк В.Г., Рогутов В.С., Гойман Г.С., Алипова К.А., Зарипов Р.Б. Особенности реализации модели ПЛАВ 076L96 для долгосрочного прогноза аномалий погоды.

Мизяк В.Г., Толстых М.А., Алипова К.А., Рогутов В.С., Гойман Г.С. Система ансамблевого среднесрочного прогноза погоды на основе модели ПЛАВ.

Международная суперкомпьютерная конференция «Суперкомпьютерные дни в России», 26-27.09.2022, г. Москва.

В.В. Шашкин, Г.С. Гойман, М.А. Толстых, Р.Ю. Фадеев. Прототип глобальной негидростатической модели атмосферы на сетке кубическая сфера для прогноза погоды.

Marchuk Scientific Readings-2022, October 3–7, 2022 / Institute of comput. mathematics and mat. geophysics SB RAS, Новосибирск.

Толстых М.А., Фадеев Р.Ю., Шашкин В.В., Заринов Р.Б., Травова С.В., Гойман Г.С., Мизяк В.Г., Розутов В.С., Алипова К.А. Отечественная система среднесрочного и долгосрочного прогноза погоды на основе модели ПЛАВ.

3d WMO workshop on operational climate prediction, Lisbon, 20-22/09/2022.

Mikhail Tolstykh, Rostislav Fadeev, Vladimir Shashkin, Svetlana Travova, Ksenia Alipova, Gordey Goyman. Simulation of the atmosphere circulation with the HMCR subseasonal and seasonal forecast system.

IV всероссийская конференция с международным участием «Турбулентность, динамика атмосферы и климата, посвященная памяти академика А.М. Обухова», 22–24 ноября 2022 г., Москва.

Толстых М.А., Фадеев Р.Ю., Шашкин В.В., Травова С.В., Заринов Р.Б., Гойман Г.С., Алипова К.А. Развитие системы среднесрочного и долгосрочного прогноза на основе модели ПЛАВ.

Мизяк В.Г.1, Толстых М.А.1,2, Алипова К.А.2, Розутов В.С.1, Гойман Г.С.

Новая система ансамблевого среднесрочного прогноза погоды Гидрометцентра России на основе модели атмосферы ПЛАВ и ансамблевого фильтра Калмана с переходом в пространство ансамбля.

Фадеев Р.Ю., Толстых М.А., Шашкин В.В. О некоторых усовершенствованиях в глобальной модели атмосферы ПЛАВ.

Алипова К.А., Гойман Г.С., Мизяк В.Г., Розутов В.С., Толстых М.А.

Учет неопределенностей в ансамблевой системе прогноза погоды на основе модели ПЛАВ.

Шашкин В.В., Гойман Г.С. Перспективная глобальная модель динамики атмосферы.

23я сессия Климатического форума стран СНГ по сезонным прогнозам (СЕАКОФ-23), Москва, 29-30.11.2022.

Толстых М.А., Фадеев Р.Ю., Шашкин В.В., Травова С.В., Заринов Р.Б., Гойман Г.С., Алипова К.А., Круглова Е.Н. Предварительные результаты применения новой модели долгосрочного прогноза Гидрометцентра России.

Всероссийская конференция «Современные проблемы наук о Земле», 11-15 апреля 2022г.

Толстых М.А. Применение глобальной модели атмосферы ПЛАВ в прогнозе погоды и воспроизведении современного климата.

6th WGNE workshop on systematic errors in weather and climate models, Reading, UK, 31.10-4.11.2022.

R.Yu. Fadeev, M.A. Tolstykh, V.V. Shashkin, S.V. Travova, G.S. Goyman. Reduction of systematic forecast errors in the SLAV model through the improving the subgrid scale parameterizations.

22 сессия Северо-Евразийского Климатического Форума (СЕАКОФ-22), 26 мая 2022 г.

М.А. Толстых, Р.Ю. Фадеев, В.В. Шашкин, С.В. Травова, В.Г. Мизяк, В.С. Розутов, Г.С. Гойман, К.А. Алипова. Результаты воспроизведения атмосферной циркуляции усовершенствованной моделью ПЛАВ 072L96.

Mathematics of the Weather, Bad-Orb, Germany, 4-6 October 2022.

V. Shashkin, G. Goyman. Cubed-sphere shallow-water model using summation-by-parts finite differences.

12. Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, полученные сотрудниками ИВМ РАН в 2022 году

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022618954 «Программа для устойчивого алгоритма вариационного усвоения данных в задачах геофизической гидродинамики», авторы: В.П. Шутяев, Е.И. Пармузин, Н.Б. Захарова. Дата госрегистрации: 18 мая 2022 г. Правообладатель ИВМ РАН.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022617062 «MosaicSkeleton», авторы: Е.Е. Тыртышников, Д.В. Савостьянов, С.Л. Ставцев, А.А. Апаринков. Дата госрегистрации: 18 апреля 2022 г. Правообладатель ИВМ РАН.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022669814 «IEQ_Application_F», авторы: А.В. Сетуха, Д.А. Желтков, С.Л. Ставцев, Р.М. Третьякова. Дата госрегистрации: 25 октября 2022 г. Правообладатель ИВМ РАН.
4. Ануприенко Д.В., Болдырев К.А., Василевский Ю.В., Григорьев Ф.В., Капырин И.В., Коньшин И.Н., Копытов Г.В., Крамаренко В.К., Неуважаев Г.Д., Никитин К.Д., Новиков К.А., Нужный А.С., Плёткин А.В., Расторгуев А.В., Савельева-Трофимова Е.А., Сускин В.В., Терехов К.М., Трофимов А.А., Уткин С.С., Чернышенко А.Ю. Аттестационный паспорт программы для электронных вычислительных машин «Программа для трехмерного геофильтрационного и геомиграционного моделирования (CeRa/V2)» No. 534-13.11.2021.

Отчёт Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук утвержден Учёным советом ИВМ РАН 29 декабря 2022 года, протокол №9.

Учёный секретарь ИВМ РАН, д.ф.-м.н.

В.П.Шутяев