

Мы продолжаем серию редакционных статей, направленных на то, чтобы дать читателям более объемное представление о материалах, представленных в журнале. Этот номер содержит пять тематических разделов: «Математические основы и численные методы моделирования», «Численные методы и основы их реализации», «Модели в физике и технологии», «Анализ и моделирование сложных живых систем» и «Модели экономических и социальных систем».

Статья Брацуна Д. А. о моделировании пространственного сценария перехода к хаосу через разрушение тора в задаче с концентрационно-зависимой диффузией посвящена результатам математического и компьютерного моделирования процессов структурообразования в ячейке Хеле–Шоу. Такие процессы характеризуются зависимостью коэффициентов диффузии реагентов от их концентрации и возникновением хемоконвективной неустойчивости. В работе рассматривается физическая система, в которой реализуется пространственный аналог сценария Рюэля–Такенса. Особенностью рассматриваемых систем является то, что конвективные течения, возникающие в разных частях системы, влияют друг на друга посредством диффузии.

В статье Рыскиной Л. Л. о нахождении особых решений многомерных дифференциальных уравнений типа Клеро в частных производных с тригонометрическими функциями рассматривается вопрос получения особых решений дифференциального уравнения типа Клеро в частных производных первого порядка. Уравнение Клеро хорошо известно из курса обыкновенных дифференциальных уравнений, однако исследование его многомерных обобщений представляет значительный интерес. Уравнения такого типа возникают в связи с различными преобразованиями нелинейных уравнений математической физики, такими как, например, преобразования Лежандра. Общее решение уравнения типа Клеро в частных производных представляет собой многомерное обобщение решения обыкновенного уравнения Клеро. Однако процедура нахождения особых решений для уравнения в частных производных сопряжена с целым рядом технических проблем, в частности связанных с необходимостью поиска решений систем трансцендентных уравнений для определения производных искомой функции. Решение этих проблем и является предметом исследования настоящей работы.

Статья Кащенко Н. М., Ишанова С. А., Зеленина Л. В. и Мациевского С. В. о численном методе решения двумерного уравнения переноса при моделировании ионосферы Земли на основе монотонизированной Z-схемы может рассматриваться продолжением предыдущей работы авторов, направленным главным образом на исследование и совершенствование численного метода решения уравнений поперечного (по отношению к магнитному полю) переноса ионосферной плазмы в низкоширотных моделях среднemasштабных нестационарных процессов. Физически интересным и практически важным, безусловно, является вопрос о высокоградиентных плазменных неоднородностях, развивающихся главным образом в результате рэлей-тейлоровской неустойчивости. Отметим, что такого рода процессы достаточно подробно исследовались в связи с ядерным взрывом в ионосфере и магнитосфере, а также моделировались лазерной плазмой в лаборатории. Описание средне- и мелкомасштабных неоднородностей вызывает существенные трудности даже для приближенного численного моделирования. Авторы достаточно подробно исследовали диссипативные и дисперсионные свойства разностной схемы, полученной методом нелинейной коррекции и предложенной ранее самими авторами. Возможности исследуемого алгоритма достаточно подробно тестируются на модельных начальных профилях.

Статья Лоенко Д. С. и Шеремета М. А. о численном моделировании естественной конвекции неньютоновской жидкости в замкнутой полости посвящена плоскому конвективному течению жидкости, поведение которой соответствует степенному закону Оствальда–де-Вилла, вызванному прогреванием ограниченной области в нижней части. В результате анализа, проведенного в широком диапазоне параметров, получены распределения изолиний температуры

и функции тока, а также установлены зависимости среднего числа Нуссельта от варьируемых параметров. Показано, что увеличение числа Рэлея приводит к интенсификации конвективного теплопереноса и гидродинамики.

Статья Стогния П. В. и Петрова И. Б. о численном моделировании распространения сейсмических волн в моделях с ледовым полем в зоне арктического шельфа посвящена численному исследованию трехмерных динамических сейсмических систем. Актуальность этого направления обусловлена тем, что динамические системы с многомерной сеткой сосуществующих хаотических аттракторов позволяют генерировать хаотичный сигнал любой желаемой полярности и имеют широкий спектр инженерных приложений. Использована модель с ледяным полем и двумя положениями сейсмического (взрывного) источника — на поверхности льда и на границе «лед-океан». В работе на основе систем в форме линейно-упругих и акустических уравнений для неоднородной геологической среды посредством применения сеточно-характеристического метода авторы изучают поведение продольной компоненты скорости сейсмических волн и предлагают различные способы борьбы с кратными волнами в волноводах, образованных естественными границами арктического шельфа. При этом ставится задача возможной минимизации значения продольной компоненты скорости в слое льда. Показано, что это достигается положением сейсмоисточника на поверхности льда. Приводятся сейсмограммы горизонтальных компонент скорости для рассмотренных случаев. При решении задачи авторы удачно выбрали метод расщепления по пространственным координатам исходной постановки задачи и преобразовали полученные гиперболические системы в набор из уравнений переноса. Для решения использовалась схема Русанова 3-го порядка точности.

В статье Сорокина К. Э., Бывальцева П. М., Аксенова А. А., Жлуктова С. В., Савицкого Д. В., Бабулина А. А. и Шевякова В. И. о численном моделировании обледенения в программном комплексе FlowVision дано достаточно ясное описание проблемы и современного состояния исследований в области моделирования обледенения, представлены основные особенности разработанной модели (вполне ясной и логичной, но отнюдь не очевидной ввиду сложности и многофакторности моделируемого явления) и некоторые детали ее реализации в пакете FlowVision, что само по себе интересно для разработчиков CFD-кодов. Статья содержит развернутое описание методологии и тестовые примеры, которые показали весьма обнадеживающую результативность предложенной методики.

Статья Андрущенко В. А. и Ступицкого Е. Л. о численных исследованиях структуры возмущенных областей, образованных мощными взрывами на различных высотах, представляет собой обзор, содержащий наиболее значимые результаты работ самих авторов и других исследователей за период в несколько десятилетий. В нем представлен широкий круг физических, в том числе газодинамических, процессов и эффектов, присущих такому содержательному и многоплановому явлению, как мощный взрыв в атмосфере. В статье отражены исторические вехи развития теории взрыва, начиная от первых теоретических и численных исследований идеализированных одномерных задач, заложивших основы теории точечного взрыва, их продолжение в более сложных физических постановках с переходом к двумерности и увеличению числа взрывов и в итоге завершающий переход к трехмерным эволюционным задачам, учитывающим широчайший спектр различных процессов, сопровождающих одиночные и множественные взрывы, которые из-за сложности их постановок можно изучать только посредством численного моделирования на современных вычислительных системах. Естественно, что в подборе представленного материала сказались научные интересы самих авторов, но, несмотря на это, обзор в известной мере отражает состояние проблематики теории взрыва на настоящее время и, несомненно, привлечет внимание специалистов соответствующего профиля. Список литературы, на котором базируется обзор, содержит 77 ссылок.

Статья Тукмакова Д. А. о численном исследовании влияния параметров дисперсных частиц на движение и отражение интенсивной ударной волны в запыленной среде посвящена математическому моделированию распространения ударных волн в неоднородных средах, а именно в газовзвесах. Взаимодействие ударных волн с дисперсионными средами до сих пор

представляет интерес, что подтверждается множеством работ различных коллективов как в России, так и за рубежом. В данной работе исследуется движение запыленной среды в ударной трубе. Математическая модель основывается на системе уравнений движения двухкомпонентной смеси, в которой дисперсная компонента смеси обладает своей скоростью и температурой. В модели учитываются межфазное взаимодействие и теплообмен. Несущая компонента описывается моделью как вязкий, сжимаемый и теплопроводный газ. Для численного решения системы уравнений применялась явная конечно-разностная схема Мак-Кормака второго порядка аппроксимации с коррекцией для монотонности схемы. Получены профили распределения физических параметров газа и дисперсной фазы в движущейся ударной волне, отраженной ударной волне в чистом газе и газовзвесах с разной дисперсией частиц и объемным содержанием дисперсионной фазы. Отмечен ряд закономерностей влияния параметров дисперсной компоненты запыленной среды на картину течения многофазной смеси.

В статье Хусаинова Р. Р., Мамедова Ш. Н., Савина С. И. и Климчика А. С. о поиске реализуемых энергоэффективных походок плоского пятизвенного двуногого робота с точечным контактом рассматривается динамика шагающего робота с точечным контактом. Используются методы редукции при помощи наложения виртуальных связей и алгоритмы нелинейной оптимизации для поиска параметров связей. Для аппроксимации используются полиномы Безье и на основе численных расчетов показано, что на практике достаточно ограничиться полиномами пятой-шестой степени. Построен алгоритм оптимизации энергозатрат, позволяющий получить двукратный выигрыш по энергоэффективности.

В статье Чернова И. А. о высокопроизводительной идентификации моделей кинетики гидридного фазового перехода рассматривается математическое моделирование кинетики гидридного перехода путем сведения к краевой диффузионной задаче с нелинейными граничными условиями. Для определения коэффициентов этой математической модели используются решение соответствующей обратной задачи и сравнение с экспериментами. Используемые модели делятся на два класса: диффузионные, принимающие во внимание градиент концентрации водорода в решетке металла, и модели с быстрой диффузией. Первые более сложны и имеют форму неклассических краевых задач параболического типа. Вторые решаются сравнительно просто, но могут сильно меняться при изменении модельных предположений. Предложена библиотека, в которой реализован функционал для упрощения моделирования взаимодействия водорода с металлами.

В статье Гиричевой Е. Е. об анализе неустойчивости системы «хищник–жертва», вызванной таксисом, на примере модели сообщества планктона анализируется модель планктонного сообщества. Уравнения типа «реакция–диффузия–адвекция» в одномерной области используются автором для описания пространственно-временной динамики планктона и биогенов в вертикальном столбе воды поверхностного слоя. При равенстве коэффициентов диффузии всех компонент модели выявлены условия образования пространственных структур. Хотелось бы обратить внимание на подробные пояснения к постановке задачи исследования, приведенные обоснования параметров численных экспериментов и проведенное достаточно обстоятельное обсуждение полученных результатов. Данная работа является естественным продолжением статьи, опубликованной в нашем журнале в 2016 году в третьем номере.

В статье Борисовой Л. Р., Кузнецовой А. В., Сергеевой Н. В. и Сенько О. В. о применении методов машинного обучения для сравнения компаний Арктической зоны РФ по экономическим критериям в соответствии с рейтингом Полярного индекса проводится сравнительный анализ предприятий Арктической зоны Российской Федерации по экономическим показателям в соответствии с рейтингом Полярного индекса и показывается, что использованные методы позволяют распознать по финансовым показателям те предприятия, которые вошли в ТОП Рейтинга Полярного индекса среди всех компаний Арктической зоны. Полярный индекс, который рассматривается в работе, разработан совместно экспертным центром «ПОРА» и кафедрой экономики природопользования экономического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова. Несомненный интерес представляют использованные методы, результаты выявления экономических

показателей, наиболее информативных с точки зрения разделения сравниваемых классов, определенные одномерные и двумерные закономерности, применяемые методы машинного обучения, два из которых являются оригинальными, а именно метод оптимально достоверных разбиений (ОДР) и метод статистически взвешенных синдромов (СВС), в задаче распознавания принадлежности компаний к их позиции в рейтинге Полярного индекса по экономическим показателям.

В статье Шумова В. В. и Корепанова В. О. о математических моделях боевых и военных действий построена достаточно простая модель, отражающая наиболее естественные предположения относительно результатов военных столкновений. В статье рассмотрено несколько моделей военных действий, учитывающих различные аспекты боевых столкновений, начиная от тактических локальных боев и заканчивая анализом стратегических операций. Связь моделей между собой носит несколько формальный характер. В работе приводятся подробные описания и сравнение результатов моделирования с результатами реальных военных и боевых действий и операций.

В статье Митина Н. А. и Орлова Ю. Н. о статистическом анализе биграмм специализированных текстов рассматривается задача классификации текстовой информации методами статистического анализа, примененными к матрицам вероятностей буквосочетаний. Исследование таких матриц позволило найти статистические индикаторы, с помощью которых можно классифицировать информацию по определенным атрибутам, в данном случае — по принадлежности к определенной профессиональной тематике в областях естественных и гуманитарных наук. Нетривиальность вводимых индикаторов состоит в том, что обычно для идентификации тематики вводятся некоторые эталоны, характеризующие тему, после чего с ними и сравниваются анализируемые объекты. Однако при работе со случайными векторами большой размерности, каковыми и являются вероятности буквосочетаний, проекция в пространство эталонов может быть весьма плохо определенной операцией. В этом случае ошибки проецирования будут связаны как с неточностью определения координат проецируемого вектора, так и с числом обусловленности матрицы проектора. Вводимый в работе индикатор не связан с расстояниями между текстами в каком-либо смысле, а имеет чисто статистический характер, связанный с расположением собственных значений матрицы биграмм.

Мы надеемся, что данный материал позволит нашим читателям лучше ориентироваться в этом номере журнала и привлечет более пристальное внимание к какой-либо из опубликованных статей.

*С уважением от имени редакции,
Н. Митин*