

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.

В статье А. В. Коганова об оценке вероятности спонтанного синтеза вычислительных структур применительно к реализации параллельной обработки информации рассматривается модель спонтанного формирования вычислительной структуры в мозге человека для решения заданного класса задач в процессе выполнения серии однотипных заданий. Модель основана на специальном определении числовой меры сложности алгоритма решения. Эта мера обладает информационным свойством: сложность вычислительной структуры, состоящей из двух независимых структур, равна сумме сложностей этих структур. Тогда вероятность спонтанного возникновения структуры экспоненциально зависит от сложности структуры. Этот метод оценки применён к результатам серии экспериментов, в которых определялась стратегия решения человеком серии однотипных задач с растущим числом исходных данных. Эти стратегии различаются схемами проведения вычислений. Используя оценку сложности схем, можно по эмпирической вероятности одной из стратегий рассчитать вероятность другой. Проведённые вычисления показали хорошее совпадение расчетной и эмпирической вероятности. Это подтверждает гипотезу о спонтанном формировании структур, решающих задачу, в процессе начальной тренировки человека.

В статье Н. Е. Юдина о модифицированном методе Гаусса–Ньютона для решения гладкой системы нелинейных уравнений представлена новая версия метода типа Гаусса–Ньютона для численной минимизации негладких функционалов вида норма невязки. Рассматриваемый метод оптимизации применим равно как для задач решения системы нелинейных уравнений, являющихся фундаментальными в численных методах, так же как и для решения задач восстановления регрессионной зависимости. В работе рассмотрены различные соотношения параметров, отвечающих за размерность задачи. Представленный метод решения задач минимизации по построению является итерационным, в самой его схеме заложен достаточный уровень общности для вычисления каждой итерации приближённо без потери в скорости сходимости к приближённому решению. Предложенный метод позволяет на каждой итерации адаптивно учитывать кривизну уровней оптимизируемой функции, ускоряя на практике сходимость метода в терминах внешних итераций. Работа метода протестирована на модельных примерах достаточно сложных при решении задач минимизации, по результатам проведённых экспериментов можно утверждать о практической верификации представленных теоретических результатов, представляя на практике предложенный метод как наиболее эффективный по сравнению с ближайшим конкурирующим алгоритмом Левенберга–Марквардта.

В статье А. Ю. Ветлужского о методе самосогласованных уравнений при решении задач рассеяния волн на системах цилиндрических тел предложен один из методов решения задач дифракции волн на больших совокупностях рассеивателей в виде цилиндров. Этот метод позволяет определять спектральные характеристики таких систем при произвольном положении источника и точки наблюдения, а также пространственную структуру поля, как в пределах, так и в дальней зоне рассматриваемых систем. Такого типа задачи актуальны для различных приложений: рассеивание на атмосферных частицах, в растворах или, как подробно указано в статье, на фотонных кристаллах. В предлагаемом методе используются известные подходы, позволяющие получить решения в виде двойных рядов и системы для определения коэффициентов. Хотя сами процедуры достаточно стандартны, однако полученные результаты позволяют достаточно эффективно получать решения конкретных практических задач.

Статья Р. М. Янбарисова о параллельном методе вложенных дискретных трещин для течений в трещиноватых пористых средах посвящена реализации и тестированию вычислительного алгоритма для численного интегрирования уравнений стационарной фильтрации однофазного несжимаемого флюида в трещиновато-пористых средах в рамках модели вложенных дискретных трещин. Вычислительный алгоритм ориентирован на использование вычислительных комплексов с параллельной архитектурой. Для распараллеливания используется программная платформа INMOST. Выполнен вычислительный эксперимент и показана эффективность разработанного метода.

В статье С. С. Ситникова, Ф. Г. Черемисина и Т. А. Сазыкиной о моделировании начальной стадии истечения двухкомпонентной разреженной газовой смеси через тонкую щель в вакуум рассматривается процесс формирования такого течения. Рассматривается подход на основе прямого решения кинетического уравнения Больцмана с использованием консервативного проекционно-интерполяционного метода. В работе подробно описана методика вычислений применительно к течению бинарной газовой смеси. Приведены результаты численного моделирования нестационарного двумерного истечения бинарной аргон-неоновой газовой смеси с использованием технологии распараллеливания на системах кластерной архитектуры. Представлены зависимости выходного потока компонентов газовой смеси от времени в процессе установления течения. Обнаружены нестационарные области сильного разделения компонентов газовой смеси.

В статье С. В. Зиминой и М. Н. Петрова о применении алгоритма Random Forest для построения локального оператора, уточняющего результаты расчетов в задачах внешней аэродинамики, рассматривается метод машинного обучения, позволяющий по результатам расчетов менее точной модели получить поле течения как при применении более точной. Эффективность и точность предложенного подхода демонстрируется на примере двумерной задачи сверхзвукового турбулентного обтекания угла сжатия при различных числах Рейнольдса. Представленный подход позволяет существенно сократить расчетное время при проведении массовых инженерных расчетов.

Статья А. В. Умановского о методике имитационного моделирования на основе обучающих данных для двухфазного течения в гетерогенной пористой среде посвящена решению задачи двухфазной фильтрации путем имитационного моделирования на основе нейросетевого подхода. Такой тип имитационного моделирования подразумевает создание аппроксиматора некой основной модели, которой в данном случае является численная модель, решающая задачу фильтрации в конечных объемах. Многие сложные математические модели, решаемые численными методами, требуют большого количества вычислительных ресурсов. Из этого возникает необходимость ускорения трудоемких расчетов. Создание аппроксиматоров методами машинного обучения, подобных описанному в данной статье, является одним из способов значительного ускорения расчетов ценой ограничений на формат входных и выходных данных, их диапазон и ценой падения точности расчетов. Особенно актуальными аппроксиматоры являются в инженерных расчетах, когда недостатки компенсируются на порядки возросшей скоростью. Результаты работы аппроксиматора были представлены автором на двух примерах, на которых показана работоспособность нейронной сети. Так же представлена усредненная статистика по всей тестовой выборке.

Статья З. М. Маликова и Ф. Х. Назарова об исследовании моделей турбулентности для расчета сильно-закрученного потока в резко расширяющемся канале посвящена новой RANS-модели турбулентности. В работе приводится сравнительного анализа трех принципиально различных моделей — однопараметрической модели Секундова, метода рейнольдсовых напряжений и двухжидкостной модели, предложенной авторами. Полученные в работе результаты показывают, что построенные по авторской модели кривые, характеризующие исследуемые процессы, хорошо согласуются с экспериментальными данными, опубликованными в 1988 году, а ее численная реализация требует меньше компьютерных ресурсов по сравнению с другими моделями.

В статье А. И. Кудрова и М. А. Шеремета о численном анализе естественной конвекции кориума в условиях внутрикорпусной локализации с учетом переменного тепловыделения изучается влияние безразмерного времени работы реактора до аварии и числа Рэлея на поведение кориума внутри полуцилиндрической полости в условиях временной зависимости внутреннего объемного тепловыделения. По результатам численного моделирования построены зависимости интегральных параметров от определяющих характеристик задачи. Показано, что максимумы временных зависимостей интегральных характеристик смещаются в сторону больших времен с ростом числа Рэлея, что связано с интенсификацией конвективных течений.

Статья О. Л. Ревуцкой, М. П. Кулакова и Е. Я. Фрисмана о влиянии изъятия на динамику численности сообщества «хищник–жертва» с учетом возрастной структуры жертвы посвящена анализу возможных последствий избирательного антропогенного изъятия на режимы динамики исследуемого модельного сообщества. Рассмотрены случаи, когда изъятие осуществляется либо только из младшего, либо только из старшего возрастного класса жертвы, либо из двух возрастных классов жертвы одновременно, либо из популяции хищника. Проведен качественный анализ рассмотренных случаев, описаны различные режимы функционирования исследуемых популяций, получены диапазоны значений параметров, при которых реализуются эти режимы.

Статья Л. Е. Варшавского о математических методах стабилизации структуры социальных систем при действии внешних возмущений посвящена интересной проблеме стабилизации структуры социальных систем при действии внешних возмущений. Предлагается авторская модель воздействия масс-медиа и социальных сетей на стабильность структуры социальных групп. Модель сводится к системе двух линейных неавтономных рекуррентных уравнений. На основе компьютерных экспериментов анализируется влияние коэффициентов модели и параметров управления на качество стабилизации системы. Этот анализ приводит к интересным содержательным выводам.

В статье С. Ю. Малкова и О. И. Давыдовой о модернизации как глобальном процессе: опыт математического моделирования рассматривается качественная модель и большой объем данных, на котором проходит фактически ее верификация. Под процессом модернизации авторы понимают переход от традиционных технологий к инновационным. Механизмы этого перехода могут быть различными и в основу своей модели авторы положили миграцию сельского населения в города. В работе описывается построенная модель, приводятся методы статистической оценки ее параметров и анализируется поведение основных характеристик (численность населения и валовый внутренний продукт) для разных стран, как по уровню развития, так и по географическому положению. Результаты приведены для 17 стран мира.

Мы надеемся, что данный материал позволит Вам немного лучше сориентироваться в этом номере нашего журнала и привлечет Ваше более пристальное внимание к какой-нибудь из опубликованных статей.

*С уважением от имени редакции,  
Н. Митин*