

ОТ РЕДАКЦИИ

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 В. Г. Полосина о квантильных мерах формы для распределений с тяжелыми хвостами рассматривается компьютерное моделирование положений реализаций распределений в пространстве параметрических, квантильных и информационных мер формы. В работе проводится сравнение свойств распределений с тяжелыми хвостами на примере семейства обобщенного бета-распределения второго рода с такими распределениями, как логарифмические, устойчивые распределения Леви и Коши и распределение Парето. Для сравнения распределений автор также использует введенный им коэффициент энтропии для смещенных и несмещенных несимметричных распределений. Автор исследует положение реализаций различных распределений в трехмерном пространстве, координатами в котором являются квантильные меры форм асимметрии, контрэкцесса и коэффициента энтропии. В работе утверждается, что такой подход является удобным для сравнения и анализа форм распределений с тяжелыми хвостами.

Статья А. Н. Божко о структурных моделях изделия в автоматизированных системах проектирования содержит анализ математических свойств, характеризующих гиперграфовое описание механической структуры изделий и процесса их сборки. Работа является естественным продолжением серии статей автора, в которых предложена гиперграфовая модель механической структуры изделия. Математическим описанием сборочных операций служит стягивание ребер гиперграфовой модели. Автором доказаны теоремы о необходимых и достаточных условиях стягиваемости. Упорядоченное по включению множество всех подграфов гиперграфа является решеткой (в алгебраическом смысле), которую можно использовать для синтеза всевозможных последовательностей сборки и разборки изделия и его составных частей.

В статье В. В. Денисенко, С. В. Фортовой, В. В. Лебедева и И. В. Колоколова о численном моделировании обратного влияния полимерной примеси на колмогоровское течение рассматривается численный метод расчета динамики слабосжимаемого вязкого течения с полимером в потоке. Гидродинамика моделируется уравнением Навье – Стокса с использованием линеаризованного метода Годунова, а полимер описывается системой уравнений для вектора растяжений молекул \mathbf{R} , которая численно аппроксимируется методом Курганова – Тедмора. В работе исследуются структура и характеристики потока в зависимости от количества полимеров. Показано возникновение и развитие режима эластической турбулентности. Также численный эксперимент показал, что наличие полимерной примеси значительно меняет характер гидродинамического течения благодаря влиянию упругих сил, действующих со стороны полимерных молекул.

В статье С. С. Ситникова и Ф. Г. Черемисина о расчете структуры ударной волны в газовой смеси на основе уравнения Больцмана с контролем точности численно исследуется плоская ударная волна, распространяющаяся в бинарной газовой смеси. Исследование проводилось с использованием разработанной авторами программно-моделирующей среды. Моделирование осуществлялось на основе прямого решения кинетического уравнения Больцмана. Следует обратить внимание на довольно подробное описание методики вычислений и расчетных формул. В работе проведено сравнение полученных результатов с существующими расчетными данными. Статья является естественным продолжением большой серии публикаций.

Статья Ф. Х. Назарова о численном исследовании высокоскоростных слоев смешения на основе двухжидкостной модели турбулентности посвящена математическому моделированию

области, где два потока жидкости с разными скоростями соприкасаются и смешиваются. Рассмотрены теоретические аспекты построения модели, представлены результаты численного моделирования смешения сверхзвукового и дозвукового потоков. Полученные результаты показывают количественное и качественное соответствие с данными натуральных экспериментов.

В статье У. И. Янковской, М. Д. Старостенкова, Н. Н. Медведева и П. В. Захарова о методах моделирования композитов, армированных углеродными нанотрубками, представлен обзор по одному из актуальных направлений в материаловедении — исследованиям свойств углеродных нанотрубок (УНТ), обладающих перспективными физическими свойствами для применений в различных областях науки и разработки новых технологий. Основное внимание авторы уделили методам моделирования свойств композитов с металлической матрицей, армированных УНТ, композитов с полимерными и металлическими матрицами. В качестве математических инструментов моделирования рассмотрены метод градиентного спуска, метод Монте-Карло, методы молекулярной статики и молекулярной динамики и показана эффективность этих методов для решения поставленных задач моделирования. Проведен детальный анализ механических свойств УНТ в зависимости от геометрии нанотрубок и их физических характеристик. Данный обзор может представлять интерес для широкого круга специалистов, использующих математическое моделирование в разработке наноструктурных материалов. Обзор содержит ссылки на 90 источников.

В статье Д. И. Потапова и И. И. Потапова о модели установившегося течения реки в поперечном сечении изогнутого русла предложена модель движения установившегося речного потока в створе канала. При математическом моделировании проведена редукция задачи от трехмерной модели движения речного потока к двумерной модели потока в плоскости створа канала. Построен вычислительный алгоритм для численного интегрирования уравнений модели. В работе используется метод конечных элементов в формулировке Петрова – Галёркина. Выполнено численное моделирование установившегося течения потока и проведено сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными.

Статья Ю. В. Заики и Н. И. Родченковой о вычислительном алгоритме решения нелинейной краевой задачи водородопроницаемости с динамическими граничными условиями и концентрационно-зависимым коэффициентом диффузии посвящена разработке и апробации алгоритма решения актуальной задачи водородопроницаемости конструкционных материалов. Авторами разработан вычислительный алгоритм второго порядка аппроксимации нелинейной краевой задачи на основе явно-неявных разностных схем, что позволило, избежать решения нелинейной системы уравнений. На основе этого алгоритма создан программный комплекс и проведено моделирование, результаты которого подтверждают адекватность рассматриваемой модели изучаемого процесса.

Статья М. Н. Петрова и С. В. Зиминой о суррогатной нейросетевой модели для восстановления поля течения в серийных расчетах стационарных турбулентных течений с разрешением пристенной области посвящена решению задач компьютерного моделирования в индустриальной аэродинамике — снижению вычислительной трудоемкости серийных расчетов за счет применения сверточных нейронных сетей. Основная идея работы заключается в сокращении количества вычислений в большой серии расчетов за счет восстановления части из них с помощью сверточных нейронных сетей по уже проведенным расчетам. Демонстрация метода приводится для случая обтекания скругленной пластины турбулентным потоком воздуха при фиксированных параметрах набегающего потока.

Статья Л. Н. Марченко, Я. А. Косенок, В. Е. Гайшуна и Ю. В. Бруттан о моделировании реологических характеристик водных суспензий на основе наноразмерных частиц диоксида кремния посвящена исследованию применимости методов машинного обучения и нейросетевых алгоритмов для статистического анализа влияния состава водных суспензий на их реологические

свойства. Реологическое поведение сильно зависит от динамической вязкости. В работе для прогнозирования динамической вязкости обучались нейросетевые модели и модели машинного обучения, такие как многослойный перцептрон, сеть радиальной базисной функции, метод опорных векторов, метод случайного леса. Оценка эффективности построенных моделей строилась с использованием средней абсолютной ошибки аппроксимации, средней квадратичной ошибки, коэффициента детерминации и среднего процента абсолютного относительного отклонения. В работе показано, что наилучшие результаты демонстрируют модели случайного леса. Точность полученных результатов сравнивалась с данными из ранее опубликованных работ.

Статья А. С. Юмаганова, А. А. Агафонова и В. В. Мясникова об адаптивном управлении сигналами светофоров на основе обучения с подкреплением, инвариантном к конфигурации светофорного объекта, посвящена методу управления, инвариантному к топологии сети. Ключевыми особенностями предлагаемого метода являются универсальное описание состояния перекрестка, инвариантное к топологии и набору фаз светофора, а также предобучение алгоритма на примерах эксперта. Для формирования вектора состояния используются различные параметры, получаемые с дорожных полос. Предлагаемый в работе метод за счет инвариантности к топологии можно использовать для обучения данных сразу со всех светофоров, что есть в сети, и далее применять на любом новом светофоре, что является довольно серьезным преимуществом по отношению к другим, неинвариантным, методам, что было подтверждено в экспериментальной части статьи.

В статье И. А. Керчева, Н. Г. Маркова, К. Р. Мачука и О. С. Токаревой о моделях сверточных нейронных сетей для классификации поврежденных вредителями хвойных деревьев на изображениях с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) рассмотрены три модификации классической сверточной нейронной сети U-Net для попиксельной классификации изображений пораженных деревьев пихты сибирской и кедра сибирского. Обсуждается проблема вспышек энтомоповреждений, которые наносят серьезный ущерб лесной отрасли и приводят к существенным ежегодным экономическим потерям. В качестве материалов для исследования взяты снимки высокого и сверхвысокого разрешения, полученные с помощью съемки с камер, установленных на БПЛА. Обработка снимков позволила выделить несколько уровней повреждения древостоев, что определило возможности формулирования стратегии управления, которые направлены на смягчение ущерба, причиненного вредителями. В работе подробно разбираются методы идентификации состояния лесных сообществ на основе снимков, рассматриваются их преимущества и ограничения. В рамках данного исследования изучаются новые модели сверточных нейронных сетей на основе классической архитектуры нейронной сети U-Net. В работе показано, что универсальность моделей обуславливает широкий спектр возможностей их применения в мониторинге и управлении.

Статья А. И. Шестопёрова, А. В. Ивченко и Е. В. Фоминой посвящена применению непараметрических методов поиска множественной разладки применительно к временным рядам, представляющим высокочастотный поток данных биометрического характера. В задаче, которую рассматривают авторы, необходимо провести сегментацию профиля скорости движения человека по беговой дорожке, разделив этот профиль на отдельные шаги в соответствии с показаниями датчика давления на платформу. Авторами проведен детальный анализ существующих методов и компьютерных алгоритмов сегментации временных рядов, рассмотрены их сравнительные преимущества и недостатки. Авторами также предложен собственный метод, позволяющий решать эту задачу. Тем самым в работе не только описана методология анализа данных, получаемых из тренировок космонавтов, но и сконструирован алгоритм, что применительно к данной проблематике делается впервые.

В статье С. Ю. Малкова, О. А. Шпырко и О. И. Давыдовой представлены результаты исследования по разработке математической модели морального выбора. В основу создания такой

модели положены идеи, предложенные В. А. Лефевром. Авторы успешно сочетают описание интересного математического аппарата В. А. Лефевра и оригинальных предложений по развитию этого аппарата. Авторы, в отличие от В. А. Лефевра, рассматривают ситуации, когда субъект при принятии решений учитывает свое индивидуальное восприятие внешнего мира, которое может сформироваться под влиянием других субъектов, например, как результат манипулятивных воздействий. При этом учитывается также, что добро и зло не абстрактны, а связаны с ценностями, доминирующими в конкретном обществе. В статье рассмотрены частные случаи применения разработанной модели для анализа ситуаций морального выбора при принятии решений субъектом.

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

*С уважением от имени редакции,
Н. Митин*