

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 Сурова В. С. о многомерном узлом методе характеристик для гиперболических систем посвящена разработке трехмерного численного метода решения нелинейных систем уравнений гиперболического типа на основе характеристического подхода. Работоспособность метода продемонстрирована в основном на ряде задач из области течений двухфазных сред. Автором рассмотрены численное решение одномерной задачи Римана в газожидкостной смеси, в рамках многожидкостной гидродинамики, взаимодействие плоской воздушной ударной волны с неподвижным приповерхностным слоем запыленного газа и задача о растекании столба жидкости в воздухе, находящегося в поле массовых сил при нормальных условиях.

Статья Стёпкина А. В. и Стёпкиной А. С. посвящена решению проблемы распознавания конечных графов с помощью коллектива агентов. В работе рассматриваются конечные неориентированные графы без петель и кратных ребер. Статья фактически является продолжением работы авторов, которая была опубликована в нашем журнале в четвертом номере за 2013 год, в которой рассматривалась та же задача. Для решения задачи в обеих работах используется один тот же коллектив, состоящий из двух агентов-исследователей и одного агента-экспериментатора. В то же время рассматриваемые алгоритмы имеют ряд существенных различий. Если сравнивать характеристики сложности алгоритмов, то алгоритм, рассматриваемый в работе, публикуемой в этом номере журнала, имеет худшую временную сложность, аналогичную емкостную сложность и лучшую коммуникационную сложность.

В статье Кирюшкина А. Е. и Минькова Л. Л. о параллельной реализации решения сопряженной задачи определения внутрибаллистических характеристик двигателей на твердом топливе (ТТ) рассматривается методика определения площади поверхности горения осесимметричного заряда ТТ применительно к бессопловому ракетному двигателю, построенная на применении метода уровней для определения положения поверхности горения и численного решения уравнений газовой динамики для нахождения параметров течения в камере сгорания. Решение дифференциальных уравнений в частных производных реализовано с помощью разностных схем высокого порядка точности. Поскольку подобный подход требует значительных затрат компьютерного времени при использовании последовательного алгоритма, авторы предлагают распараллеливание данного алгоритма на графических ускорителях с использованием технологии CUDA. При использовании алгоритма распараллеливания авторами было предложено несколько альтернативных реализаций и выбраны наиболее быстрые в смысле минимального времени расчетов.

Статья Beed R. S., Sarkar S., Roy A., Biswas S. D. и Biswas S. о гибридной многоцелевой методике оптимизации автомобильного маршрута с использованием генетического алгоритма и алгоритма  $A^*$  посвящена интересной задаче определения оптимального пути при совместном использовании автомобиля пассажирами, едущими в различные конечные пункты. Такая стратегия уменьшает количество транспортных средств, используемых пассажирами. В данной работе представлен гибридный алгоритм GA- $A^*$  для получения оптимальных маршрутов для задачи многоцелевой оптимизации, имеющей несколько различных целей. Хотя генетический алгоритм обеспечивает решение задачи, один из наиболее широко используемых алгоритмов поиска пути — алгоритм  $A^*$  — из-за своей эффективности поиска кратчайшего маршрута между любыми двумя точками на основе эвристики улучшает маршруты, полученные с помощью генетического алгоритма.

В статье Зенюка Д. А. о стохастическом моделировании химических реакций в субдиффузионной среде рассмотрено стохастическое моделирование аномальных диффузионных процессов, в которых вместо линейных законов, характеризующих нормальную диффузию, фигурирует степенной закон роста характерного среднеквадратичного расстояния от времени. В работе описана одна из возможных схем прямого стохастического моделирования. Рассматриваемые в работе случайные процессы не обладают свойством марковости, поэтому предложено несколько эвристических процедур для учета этой специфики. Вычислительные эксперименты показали высокую зависимость результатов от выбора одной из этих процедур. Особый интерес представляет аналитическое обоснование тесной связи между рассматриваемым классом случайных процессов и дифференциальными уравнениями с производными дробного порядка.

Статья Шибкова А. А. и Кочегарова С. С. о компьютерном и физико-химическом моделировании эволюции фрактального коррозионного фронта посвящена проведению численного и экспериментального исследования коррозионного процесса — химического растворения поликристаллического металла в растворе кислоты. В работе предложена математическая модель коррозионного воздействия раствора соляной кислоты на промышленный алюминий-магниевый сплав, учитывающая особенности поликристаллической структуры этого сплава. В модели учитывалось, что различные зерна имеют различные скорости разрушения вследствие анизотропии их коррозионных потенциалов. Численный расчет проводился при помощи дискретной модели, которую можно рассматривать как клеточный автомат. Численно рассчитывались эволюция формы коррозионного фронта, его фрактальной размерности и временные зависимости основных характеристик: растворенной массы металла, скорости коррозии, глубины и ширины коррозионного фронта.

В статье Булатова А. А., Сысоева А. А. и Иудина Д. И. о самоорганизующейся транспортной модели электрического разряда и ее применении к вопросу инициации молнии в грозовом облаке предложена математическая модель этого процесса. Авторы строят феноменологическую модель развития электрического разряда в грозовом облаке, итогом развития которого является инициация молнии. Считается, что формирующийся разряд представляет собой некое дерево с емкостными вершинами и проводящими ребрами. Дерево, рассматриваемое авторами, носит случайный характер, для его построения используются методы Монте-Карло.

Статья Губайдулина И. М. и Язовцевой О. С. об исследовании усредненной модели окислительной регенерации закоксованного катализатора посвящена построению и исследованию усредненной математической модели окислительной регенерации катализатора гидрокрекинга. С прикладной точки зрения регенерация закоксованного катализатора представляет собой важную инженерную и экономическую проблему, которая исследуется и успешно решается уже многие десятилетия. Предложенная в работе математическая модель представляет собой нелинейную систему обыкновенных дифференциальных уравнений, включающих кинетические уравнения для концентрации реагентов и уравнения для учета изменения температуры катализатора и реакционной смеси. Адекватность предложенной модели подтверждена анализом динамики концентраций веществ и температуры.

Статья Киреевкова А. А., Жаворонка С. И. и Нуштаева Д. В. о моделях шины, учитывающих как деформированное состояние, так и эффекты сухого трения в области контакта, посвящена актуальной проблеме предотвращения явления «шимми». В основу теоретических выкладок положена «модель поликомпонентного сухого трения», ранее предложенная в некоторых работах, в том числе и при участии одного из соавторов настоящей работы. Следует отметить, что основным предназначением представленных теоретических результатов явно является описание известного явления «шимми» колеса, детально исследованного в основополагающих работах М. В. Келдыша, В. С. Гоздека и многих других на базе модели качения, использующей неголономную связь. Вместе с тем до сих пор остается не до конца изученным ряд условий его возникновения, что делает невозможным полное объяснение данного явления в рамках существующих моделей. Результаты компьютерного моделирования, приведенные в работе, продемонстрировали корректность развиваемой авторами теории комбинированного трения и необходимость ее использования при изучении явления «шимми». Кроме того, в статье предложена

эффективная методика вычисления коэффициентов модели трения на основе численного эксперимента.

В статье Козырь П. С. и Савельева А. И. об анализе эффективности методов машинного обучения в задаче распознавания жестов на основе данных электромиографических сигналов исследуется возможность определить движение кисти руки по данным электромиографии от пары электродов, закрепленных в определенных точках предплечья. В качестве мотивировки исследований предлагаются техническая задача управления манипуляторами и медицинская задача восстановления двигательных реакций больных людей. Указывается на недостатки других способов решения этой задачи, которые частично устраняются в данном методе. Авторами исследуются несколько альтернативных вариантов расположения электродов на руке и набор известных методов распознавания. Выбор оптимального метода распознавания и расположения электродов делается по критерию минимума ошибок и приемлемого времени решения задачи. Среди рассмотренных методов предпочтение отдано методу градиентного бустинга, ансамблю методов (дерево решений и наивный байесовский классификатор), методу  $k$ -ближайших соседей и методу «дерево решений». Они дают вероятность верного ответа выше 80 %. Но по времени первый из указанных методов самый медленный. В статье приведены сводные таблицы экспериментальных данных по надежности распознавания. Подробно показаны конструкция электродов и схема алгоритма. Показана структура ошибок каждого из методов.

В статье Элараби А. и Нечаевского А. В. об эффективном подходе к сегментации компьютерной томографии печени с использованием нечеткой экспоненциальной энтропии предлагается подход к анализу компьютерной томографии (КТ) сегментации областей печени на основе объединения экспоненциальной энтропии и методов нечеткого разделения. Теоретические результаты сравниваются с полученными экспериментальными результатами при различных компьютерных томографических исследованиях печени. Результаты демонстрируют эффективность предложенного подхода.

В статье Калачина С. В. о нечетком моделировании восприимчивости человека к паническим ситуациям рассматривается актуальная задача как с научной, так и с практической точек зрения. Использование нечетких и лингвистических переменных наряду с алгоритмами нечеткого логического вывода позволяет не только построить адекватную математическую модель, но и наделяет ее естественно-языковой интерпретацией. Автор статьи строит свою математическую модель, отталкиваясь от известных в психологии типов темперамента человека, их психических свойств, оперируя такими понятиями, как высокий, средний, большой, слабый и т. д. Данные понятия автор интерпретирует как нечеткие переменные, формализуемые с помощью треугольных функций принадлежности. Далее формируется база знаний, разрабатывается алгоритм нечеткого логического вывода и на основе этого фактически строится искомая математическая модель. Такой подход к моделированию является понятным, допустимым и вполне реализуемым с помощью современных сред программирования и нечеткого моделирования.

В статье Варшавского Л. Е. об исследовании динамики структуры олигополистических рынков при нерыночных противодействиях сторон представлены результаты математического моделирования стратегий олигополистов на основе использования линейных динамических игр с квадратичным критерием. Основная проблема, на исследование которой направлена представленная работа, — это анализ влияния нерыночных действий участников олигополистических рынков на изменение рыночной структуры. Показана эквивалентность подходов к решению задачи с максиминными критериями олигополистов в пространстве состояний и в частотной области. Рассмотрены результаты расчетов применительно к дуополии.

Статья Дроботенко М. И. и Невечери А. П. посвящена построению математической модели динамики трудовых ресурсов на многоотраслевом рынке труда. Поскольку предлагаемая модель является неавтономной, то для получения прогноза требуется оценивать не только динамику переменных, но и динамику переходных коэффициентов, прогноз которых также оказывается весьма важен, поскольку позволяет авторам получить ряд интересных содержательных выводов. В работе сделаны некоторые количественные оценки и дана их содержательная интерпретация.

Статья Хавинсона М. Ю., Лосева А. С. и Кулакова М. П. о моделировании численности занятого, безработного и экономически неактивного населения Дальнего Востока посвящена исследованию социально-демографической ситуации, характеризуемой авторами как кризисная, с точки зрения распределения трудовых ресурсов. Построенная математическая модель является системой из трех нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Эти коэффициенты оценивались методом наименьших квадратов по реальным статистическим данным за восемнадцать лет (2000–2017 гг.). В работе представлены анализ предложенной математической модели, описание социально-демографических проблем Дальнего Востока, а также их интерпретация с точки зрения полученных решений исследованной системы дифференциальных уравнений.

Статья Апальковой Т. Г. о выборе структуры многофакторной регрессионной модели на примере анализа факторов выгорания творческих работников посвящена вопросу влияния особенностей предметной области и целей моделирования на спецификацию математической постановки задачи многофакторного статистического анализа и выбор методов ее решения. На примере решения задачи выявления факторов профессионального выгорания творческих работников продемонстрировано сочетание процедуры снижения размерности при помощи метода главных компонент с предварительной систематизацией первичных предикторов, осуществленной путем их качественного анализа. Преимущество такого сочетанного подхода заключается в том, что синтезируемые методом главных компонент предикторы не представляют затруднений при их интерпретации, поскольку благодаря этапу предварительного отбора регулирующие, регулируемые и нерегулируемые факторы не входят одновременно в состав какой-либо главной компоненты. В итоге получена модель, позволяющая определить степень влияния на результативный признак отдельных групп факторов, а также показать, какие именно меры управления могут снизить проявленность этих факторов.

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*