
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 Н. Н. Веричева, С. Н. Веричева и В. И. Ерофеева о стационарных процессах и бифуркации в одномерной активной среде осцилляторов рассматривается математическая модель потоковой цепочки, в которой воздействие передается вперед. Работа носит теоретический характер, ее результаты могут быть использованы во многих прикладных областях. В качестве базовой модели рассматривается обобщенный осциллятор Лурье. Результаты работы демонстрируют большое разнообразие динамических режимов, в том числе и хаотических, реализующихся при возмущении как начальных условий, так и параметров одного или нескольких ее элементов.

Статья С. Н. Чуканова о сравнении сложных динамических систем на основе топологического анализа данных посвящена исследованию классического направления в теории оптимального управления, посвященного классификации ЛТИ-динамических систем, и представляет интерес для широкого круга специалистов. Приведены определения и достаточно подробные объяснения основных понятий, используемых в работе. В качестве основного результата работы предложен новый метод сравнения динамических систем на основе топологического анализа данных. Подробно рассмотрено несколько примеров.

В статье С. Pham, T. Tran и H. Dang о методе удаления шума на изображении, основанном на невыпуклой полной обобщенной вариации и прямодвойственном алгоритме, рассматривается новое развитие ранее реализованного метода шумоподавления изображений, описанного в их недавних работах. Представленный подход предполагает сочетание невыпуклой тотальной обобщенной минимизации (вместо ее ранее использовавшегося выпуклого аналога) и ранее использовавшихся квадратичной и логарифмической регуляризаций. Новый метод предназначен для предотвращения появления кусочно-постоянных артефактов в результирующих изображениях с шумоподавлением, и показано, что он успешно работает с использованием некоторых традиционных тестов (портретных и пейзажных фотографий). Функциональная минимизация шума проводится с использованием традиционного метода прямодвойственного проецируемого градиентного спуска с целью уменьшения разрыва двойственности. В работе получены некоторые обновления, внесенные авторами в разрабатываемую среду шумоподавления изображения, и предложена проверка ее эффективности с помощью традиционных функционалов.

В статье Ф. А. Максимова и В. О. Нигматуллина о методе гибридных сеток в задачах внешней и внутренней газовой динамики рассматривается применение этого метода для решения нестационарной задачи с движущимися телами. В частности, представленный алгоритм был адаптирован для решения задач внутренней газодинамики турбомашин. Для отработки алгоритма были проведены серии расчетов аэродинамических параметров нескольких турбинных решеток на различных дозвуковых и сверхзвуковых режимах и их сравнение с экспериментом. В статье представлены расчеты, которые в полной мере демонстрируют возможности алгоритма.

Статья А. С. Волошина, А. В. Конюхова и Л. С. Панкратова об усредненной модели двухфазных капиллярно-неравновесных течений в среде с двойной пористостью посвящена актуальной проблеме учета неравновесных эффектов фильтрации в неоднородной пористой среде с многомасштабной структурой неоднородности. В работе методом формальных асимптотических разложений выполнено усреднение уравнений неравновесной фильтрации в неоднородной

пористой среде, состоящей из низкопроницаемых изолированных блоков и высокопроницаемой связной прослойки между ними. Результатом усреднения является система уравнений двухфазной фильтрации, коэффициенты которой зависят от фазовых насыщенныхностей и параметра, характеризующего распределение фаз между подсистемами двойной пористости. Далее, вместо стандартной процедуры определения параметров из решения вспомогательной, затратной в вычислительном отношении, задачи расчета течения в матричном блоке авторы выводят обыкновенное дифференциальное уравнение, описывающее массообмен между подсистемами. Важным результатом исследования является термодинамически корректный учет влияния капиллярной неравновесности в каждой из подсистем двойной пористости на кинетику перераспределения фаз между подсистемами. Это достигается введением динамического капиллярного давления в каждой из подсистем по аналогии с моделью Хассанизаде. Авторы выводят уравнение для энтропии для двухфазного течения в модели двойной пористости и показывают, что учет динамического капиллярного давления приводит к появлению в выражении для производства энтропии неотрицательного источника, описывающего капиллярную диссипацию в процессах внутреннего массообмена. Также показано влияние параметров капиллярной неравновесности в матричных блоках на характеристики рассматриваемой неоднородной среды. Проведено сравнение с равновесными характеристиками. Дано качественное объяснение и сделан вывод о существенном влиянии неравновесности на процесс фильтрации в среде с двойной пористостью.

Статья Д. В. Кондратова, Т. С. Кондратовой, В. С. Попова и А. А. Поповой о моделировании гидроупругого отклика пластины, установленной на нелинейно-упругом основании и взаимодействующей с пульсирующим слоем жидкости, посвящена исследованию гидроупругих колебаний пластины. В работе построена математическая модель динамики упругой пластины, которая включает дифференциальные уравнения динамики упругой пластины с шарнирно закрепленными концами с учетом реакции нелинейного основания и уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости. Эти уравнения далее использованы для исследования нелинейного гидроупругого отклика пластины на заданный закон пульсации давления на ее торцах. Для этого методом Бубнова–Галёркина построено решение уравнения модели. Решение ограничено основной гармоникой и для динамики ее амплитуды получено нелинейное обыкновенное дифференциальное уравнение. С целью определения нелинейного гидроупругого отклика пластины на заданный закон пульсации давления на торцах канала данное уравнение было исследовано методом гармонического баланса. В итоге для амплитуды прогибов пластины получены нелинейное алгебраическое уравнение и выражение для фазового сдвига. Полученные нелинейные соотношения численно исследованы при различных сценариях динамики системы и различных параметрах системы.

В статье П. В. Захарова об эффекте нелинейной супратрансмиссии в дискретных структурах представлен обзор по эффекту нелинейной супратрансмиссии (НСТ), заключающемуся в передаче энергии на частотах, не поддерживаемых нелинейной дискретной системой (НДС), и некоторым сопутствующим явлениям. Супратрансмиссия может вызываться неустойчивостью состояния НДС под влиянием периодического внешнего воздействия, например в системе в состоянии бризера, когда амплитуда внешнего воздействия превышает максимальную амплитуду статического бризера при соответствии частот в бризере и внешнего воздействия. Необходимыми условиями для существования НСТ являются дискретность и нелинейность среды. В работе детально описано и проанализировано явление НСТ в различных областях нелинейной физики, как в теоретических моделях, так и в экспериментальных исследованиях. Данная работа представляет несомненный интерес для широкого круга специалистов, использующих методы теории солитонов, нелинейные модели в исследованиях нелинейных систем.

Статья Д. С. Моисеевой и Е. Л. Ступицкого о физических исследованиях и численном моделировании воздействия мощного потока радиоизлучения на нижнюю ионосферу является пер-

вой частью краткого обзора по математическому моделированию экспериментов по активному воздействию на верхнюю ионосферу Земли. Описано современное состояние проблемы. Приведена математическая формулировка задачи. Работа представляет интерес для исследователей, занимающихся математическим моделированием сложных физико-химических процессов в многокомпонентной плазме.

Статья Ю. А. Недбайло, А. В. Сурченко и И. Н. Бычкова о снижении частоты промахов в неинклюзивный кэш с инклюзивным справочником многоядерного процессора посвящена работе общего кэша мультипроцессорной системы. Указанное направление является актуальным в настоящее время, так как оптимизация и снижение числа отказов (промахов) в кэше позволят существенно повысить эффективность работы многопроцессорной системы. В статье представлен обзор предметной области, выделены достоинства и недостатки существующих подходов. Предлагаемый метод достаточно полно формализован, а также имеется достаточное количество схем, которые показывают уровни кэширования в системе. Проведен численный эксперимент, который показал работоспособность предложенного метода и его эффективность. Авторами предложены методы оптимизации и повышения эффективности общего кэша мультипроцессорной системы.

Статья А. А. Осипова, М. А. Останина и А. С. Климчик об анализе алгоритмов совместной глобальной локализации устройств смешанной реальности на основе регистрации облаков точек посвящена вопросам повышения качества взаимной локализации в помещении нескольких устройств. Проведено сравнение современных методов регистрации (сопоставления) облаков точек с позиции разницы в постановке и решении соответствующих оптимизационных задач для вычисления параметров геометрического преобразования между двумя облаками точек. Анализ разных подходов проводится по точности регистрации и времени обработки. Также предложены их модификации с использованием локального дескриптора признаков.

Статья А. К. Бернадотт и А. Д. Мазурина об оптимизации словаря команд в задаче распознавания невербальной речи на основе статистического критерия близости посвящена исследованиям в области разработки технологий интерфейса «мозг–компьютер». Проблема достаточно актуальная, результаты исследования могут быть использованы при разработке BCI (brain-computer interface), который ориентирован на распознавание мысленных команд движения. Этот интерфейс будет способен помогать людям с умственными и физическими недостатками повысить качество жизни. Авторы статьи представили результаты экспериментального исследования по применению метода обработки электроэнцефалографических данных для обеспечения требуемой точности классификации словарных команд, отдаваемых внутренним голосом.

Статья Д. В. Воронцовой, М. В. Исаевой, И. А. Меньшикова, К. Ю. Орлова и А. К. Бернадотт о частотных, временных и пространственных изменениях электроэнцефалограммы после COVID-19 при выполнении простого речевого задания посвящена подходам к определению паттернов электрической активности мозга по данным ЭЭГ, которые характерны для людей, переболевших COVID-19. Проблема весьма актуальная в современных условиях. Авторы статьи представили результаты экспериментального исследования по применению нейронных сетей для выявления долгосрочных последствий COVID-19 на данных ЭЭГ. Результаты авторов можно интерпретировать как признаки десинхронизации полушарий, преждевременного старения мозга и стресса при выполнении простых задач людьми, перенесшими COVID-19.

Статья Т. Ю. Салиховой, Д. М. Пушина и Г. Т. Гурии об исследовании гидродинамической активации тромбоцитов в артериовенозных фистулах для гемодиализа посвящена проведению численных расчетов для анализа процесса гидродинамической активации в зависимости от угла в месте сшивки между артерией и веной, типа соединения между артерией и веной, направления потока и мультимерности макромолекул фактора фон Виллебранда. На основе проведенных

численных экспериментов авторы дают рекомендации по конфигурациям артериовенозных фистул с наименьшим риском тромбообразования. Использованный в данной работе подход может быть применен для анализа гидродинамической активации и в других объектах с интенсивной гемодинамикой. Он позволяет оценить влияние как биомеханических, так и биохимических факторов на запуск процессов тромбообразования в ряде представляющих клинический интерес постановок.

В статье В. А. Федорова, С. С. Хрущева и И. Б. Коваленко об анализе траекторий броуновской и молекулярной динамики для выявления механизмов белок-белковых взаимодействий рассматривается объединение двух методов, имеющих серьезные ограничения по отдельности и показывающих эффективность в совместном применении. Так, броуновская динамика ограничена «жестким» представлением объектов, а молекулярная динамика (МД) не дает возможности широкого сканирования возможных конформаций комплекса. Авторы предлагают последовательное применение методов; моделированием броуновской динамики был сгенерирован набор вариантов взаимного расположения белков и выбраны наиболее энергетически выгодные для дальнейшего уточнения комплексов с учетом локальной конформационной подвижности методом МД. В ходе расчета МД действительно увеличилось число молекулярных контактов между белками и уменьшилось расстояние между кофакторами. Авторами дано широкое и емкое описание основных современных методов структурной биологии.

В статье А. С. Лелекова и Р. П. Тренкеншу о моделировании динамики макромолекулярного состава микроводорослей в накопительной культуре представлен подход к описанию такого роста с учетом смены лимитирующих рост факторов. Предлагается математическая модель, описывающая изменения структурных и резервных компонентов биомассы водорослей, которые, как предполагают авторы, составляют основу этой биомассы. Скорости синтеза структурных и резервных форм биомассы заданы линейными сплайнами, которые позволяют учесть смену лимитирующего фактора с ростом плотности накопительной культуры. Рассматривая условия светового лимитирования, авторы разделяют накопительную кривую на несколько областей. Для каждого участка авторы получают аналитическое решение предлагаемой модели, что позволяет им оценить видоспецифические коэффициенты. Модель верифицирована на экспериментальных данных роста биомассы и динамики относительного содержания хлорофилла *a* накопительной культуры красной морской микроводоросли *Porphyridium purpureum*.

В статье С. А. Махова о прогнозировании демографических и макроэкономических показателей в распределенной модели мировой динамики приведены результаты исследований, посвященных прогнозированию динамики демографических и макроэкономических показателей девятнадцати макрорегионов мира на период до 2040 года. Для прогнозирования использовались регрессионные уравнения (линейные, степенные, экспоненциальные), которые верифицировались на статистических данных за последние 50 лет. Проведена большая вычислительная работа, описана технология проведения расчетов, приведен критический анализ полученных результатов, возможностей и ограничений использованного метода, что представляет самостоятельную ценность, поскольку автор показывает как сильные, так и слабые стороны данного способа проведения прогнозных оценок. Статья представляет интерес для специалистов, занимающихся демографическим и экономическим прогнозированием.

В статье И. В. Мельниковой и В. А. Бовкуна о связи между дискретными финансовыми моделями и непрерывными моделями с процессами Винера и Пуассона рассматриваются два подхода к формированию справедливой цены в отношении активов опциона: дискретный (биномиальный) и непрерывный, исходя из случайных функций, инициированных винеровским процессом и процессом Пуассона. В представленной статье не определено, какого вида опционы используются для анализа (европейского или американского). Авторы делают акцент на математической постановке задачи установления справедливой цены опциона. Одна из целей работы

состоит в том, чтобы сравнить результаты, полученные для дискретного и непрерывного представления такой цены опциона. Показано, что использование различных моделей формирования позволяет оценить аналогию формальных выражений для цены активов опциона и хеджирующего портфеля.

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*