
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 Т. В. Яковлевой о статистическом анализе фазы квазигармонического сигнала методом моментов как инструменте оценивания параметров сигнала рассматривается статистическое распределение фазы квазигармонического сигнала, формируемого при воздействии аддитивного гауссовского шума на исходный гармонический сигнал. В работе предложен метод оценивания математического ожидания данного распределения фазы и ее второго центрального момента на основе измеренных данных. Для второго центрального момента фазы получено аналитическое выражение, определяющее его однозначную зависимость от отношения сигнала к шуму. Этот метод позволяет получить уровень квазигармонического сигнала относительно уровня шума на основе измерения дисперсии фазы без измерения амплитуды или интенсивности сигнала. Данная работа является естественным продолжением серии работ автора, две из которых опубликованы в нашем журнале в 2016 году в № 3 и в 2024 году в № 2.

Статья А. А. Килина, Е. М. Артемовой и А. М. Гавриловой о странном репеллере в динамике эллиптического профиля с присоединенным вихрем в идеальной жидкости посвящена компьютерному моделированию динамики нелинейной системы, построенной на основе гидродинамических соображений. В работе исследуется плоскопараллельное движение эллиптического профиля с присоединенным вихрем постоянной интенсивности в идеальной жидкости. Рассмотрен случай, когда вихрь не лежит на продолжениях полуосей эллипса. Особое внимание уделено исследованию хаотической динамики и механизмов хаотизации профиля.

Статья К. К. Забелло и А. В. Гарбарука об исследовании точности метода решеточных уравнений Больцмана при расчете распространения акустических волн посвящена применению кинетических моделей, а именно решеточных уравнений Больцмана (РУБ), к задаче акустики о распространении двумерных волн вокруг точечного источника. Исследования проводились для числа Рейнольдса $\sim 10^8$, что на несколько порядков больше, чем для типичных задач аэродинамики. Это требует чрезвычайно устойчивых численных методов и аккуратного выбора РУБ, которые на грубых сетках подвержены излишней или недостаточной диссипации и искажению дисперсионных свойств распространения волн. Кроме того, моделирование на сетках небольшого разрешения является предпочтительным, так как это позволяет экономить вычислительные ресурсы. Авторы работы решили задачу с использованием стандартной девятискоростной модели добавлением рекурсивной регуляризации четвертого порядка и поглощающих граничных условий, что в итоге позволило получить устойчивое и точное поле давления.

Статья В. В. Аристова, А. А. Музыки и А. В. Строганова о применении метода компьютерной аналогии для решения сложных нелинейных систем дифференциальных уравнений посвящена развитию метода, который используется для построения полуаналитических решений. Решение представляется в виде отрезка ряда по степеням шага сетки. В качестве руководящей разностной схемы выбран явный метод Эйлера первого порядка аппроксимации. В работе рассматривается построение решений для уравнения Ван дер Поля, для систем Лоренца, Мариока – Шимицу и Рёсслера. Полученные решения сопоставляются с точными и исследуются в линейном приближении. Коэффициенты при старших степенях по шагу демонстрируют вероятностные свойства, а решение по методу компьютерной аналогии может быть получено с заменой этих коэффициентов на значения случайных величин.

Статья О. А. Сафарьян об определении характеристик случайного процесса путем сравнения со значениями на основе моделей законов распределения посвящена разработке алгоритма определения характеристик случайного процесса на основе выборки ограниченного объема, когда закон распределения априорно неизвестен. В вычислительном эксперименте предполагалось, что наблюдаемый случайный процесс описывается одним из трех законов распределения: нормальным, логистическим или распределением Лапласа. Длина выборки — 100. В работе результаты использования разработанного алгоритма сравнивались с результатами, полученными с использованием критерия согласия Пирсона и расстояния Крамера – фон Мизеса. В работе показаны устойчивость работы предлагаемого алгоритма с выборками ограниченного объема и возможность совместного использования с известными алгоритмами проверки статистических гипотез. Получаемые с помощью этого алгоритма оценки являются несмещенными и состоятельными.

В статье М. К. Горковца, А. В. Фаворской и И. Б. Петрова о задачах расчета техногенных вибраций в условиях городской среды с использованием сеточно-характеристического метода численно исследованы воздействие вибраций, возникающих в результате строительных работ или движения по транспортным магистралям, и действие на многоквартирные дома вибрации от движения поездов метрополитена в подземном тоннеле. В работе исследовалось упругое волновое уравнение в линейном приближении и двумерной постановке. Авторы разобрали различные подходы к моделированию распространения волнового фронта и обосновали использование сеточно-характеристического метода для решения поставленных ими задач. Проведенные вычислительные эксперименты показали возможность изучения эффектов городских вибраций от разных источников на различные строения, идентификации наиболее чувствительных зон и оценки интенсивности вибраций от подземного транспорта, строительных операций и трафика на дорогах.

Статья П. В. Москалева, М. М. Стебулянина и А. С. Мягкова о влиянии пространственного разрешения на оптимальность пути мобильного робота в двумерных решеточных моделях посвящена задаче оценки влияния масштаба решетки, используемой для описания обстановки на метрику оптимальности при построении путей для мобильных роботов. В своей работе авторы исследуют влияние пространственного разрешения решеточного представления рабочего пространства на корректность и эффективность поиска оптимального пути, особенно при наличии узких проходов, неоднородных препятствий и зон с повышенными требованиями к безопасности. Проведенный анализ выявил нелинейную зависимость вероятности существования и эффективности оптимального пути от параметров решетки, а также показал, что снижение пространственного разрешения решетки может привести к потере связности и недостижимости цели.

Статья И. Н. Орловой, А. Н. Голубцовой, В. А. Орлова и Н. В. Орлова об исследовании достижимости цели в медицинском квесте посвящена построению и исследованию математической модели последовательности назначений медицинских обследований в виде дерева событий. По предположению авторов, такое дерево может быть бесконечным, что позволило использовать понятие размытого фазового перехода и провести некоторую аналогию с задачами теоретической физики. Фактически в работе исследуется совокупность случайных деревьев конечной высоты в зависимости от поведения совокупности ветвей, некоторые из этих деревьев определяются как условно-бесконечные. Рассматривая параметры распределения числа ветвей, выходящих из вершины дерева, как температуру и энергию некоторой физической системы, авторы исследуют структуру фазового перехода между фазой конечных деревьев и фазой условно-бесконечных. Полученные результаты интерпретируются с точки зрения исходной постановки о медицинском квесте.

Статья Н. В. Перцева и К. К. Логинова о моделировании начального периода развития инфекции ВИЧ-1 в лимфоузле на основе дифференциальных уравнений с запаздыванием посвяще-

на математической модели, описывающей динамику инфекции ВИЧ-1 и представленной в форме системы нелинейных дифференциальных уравнений. В рассматриваемой математической модели используются 15 переменных и соответствующее количество уравнений, часть из которых являются интегро-дифференциальными. Доказана глобальная разрешимость системы и приведены результаты численного моделирования. Работа является естественным развитием предыдущих исследований авторов, опубликованных в различных журналах. Полученные результаты иллюстрируются конкретными примерами.

В статье К. В. Тикуновой, Г. Г. Голышева, С. Г. Соколовского, Э. У. Рафаилова и А. Н. Гольцова о математическом моделировании действия лазерного излучения ближнего ИК-спектра на раковые клетки представлена разработанная авторами математическая модель, описывающая основные молекулярные процессы генерации активных форм кислорода (АФК), индуцированные лазерным излучением (ЛИ), а также процессы деградации АФК в системе антиоксидантной защиты раковых клеток. Продemonстрировано, что модель удовлетворительно описывает экспериментальные данные по кинетике АФК в популяции клеток карциномы шейки матки HeLa при действии ЛИ. Сделаны выводы о механизме пролонгированного ответа раковых клеток на действие ЛИ.

В статье Д. Д. Вавиловой, К. В. Кетовой и Р. Зерари о компьютерном моделировании динамики валового регионального продукта (сравнительный анализ нейросетевых моделей) описываются и сравниваются три варианта нейросетевых алгоритмов, используемых авторами для оценки величины валового регионального продукта (ВРП). Эта оценка производится на основе данных значений таких факторов, как величина производственного капитала, среднегодовая численность трудовых ресурсов, доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВРП, а также индекса-дефлятора валового регионального продукта. ВРП оценивается по данным статистики для одного из типичных регионов РФ (Удмуртской Республики) за период с 2000 по 2023 год. Авторы определяют наиболее удачный алгоритм и на его основе осуществляют прогноз ВРП до 2030 года.

Статья Л. Е. Варшавского об итерационных методах декомпозиции при моделировании развития олигополистических рынков посвящена итерационному методу для определения оптимальных по Нэшу – Курно решений. Этот метод предполагает наличие координатора, которому известна конфиденциальная информация об участниках рынка. Вместо прямого определения цен используется итерационный метод, состоящий из последовательного повторения двух шагов: координатор формирует цены на перспективный период, а участники рынка корректируют свою стратегию и оптимальный объем выпуска. Теоретическое описание подхода включает в себя явные формулы и обсуждение сходимости к настоящему решению. Далее автор обсуждает результаты расчетов в различных случаях, таких как дуополия, триополия, дуополия на рынке дифференцированной продукции в случае линейной функции спроса, монополия и дуополия в случае логарифмической функции спроса.

Надеемся, что данный материал позволит 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*