

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 Холодова Я. А. о разработке сетевых вычислительных моделей для исследования нелинейных волновых процессов на графах посвящена классу моделей, в настоящее время широко используемых в задачах моделирования транспортных потоков. Эти модели также применяются для моделирования распространения примесей в вентиляционных сетях, течения биологических жидкостей (кровеносная, дыхательная и лимфатическая системы) и др. В работе рассматривается общая математическая постановка задачи о волновых процессах в связанной ориентированной сети; обсуждены особенности полученной системы нелинейных гиперболических уравнений; предложены численные методы и рассмотрены прикладные задачи, включающие модель транспортных потоков в мегаполисе, информационных потоков в компьютерных сетях и распространения примесей в вентиляционных системах. Следует отметить, что последняя задача является хорошим примером современного многомасштабного (1D–3D) подхода.

Статья Антиповой С. А. и Воробьева А. А. о целенаправленной трансформации математических моделей на основе стратегической рефлексии является обзором подходов к проблеме модификации математической модели в тех случаях, когда выясняется ее неадекватность или неэффективность. Авторы проводят классификацию этих ситуаций, делая упор на проблему выхода результата за рамки имеющихся специальных ограничений, а также рассматривая ситуации учета слишком большого числа параметров, учета не всех нужных параметров или слишком сложных вычислений. Все возможные неадекватности математической модели разбиваются на шесть классов. В качестве основного метода преодоления таких дефектов моделирования предлагается «стратегическая рефлексия», когда разработчик и заказчик вступают в диалог с целью уточнения информации, используемой при построении модели. Приводятся понятные примеры успешной модификации модели после уточнения постановки задачи. Примеры носят демонстрационный характер. При этом статья содержит большое число ссылок на работы в области реальной коррекции моделей по результатам испытаний.

В статье Сухинова А. И., Чистякова А. Е. и Проценко Е. А. о разностной схеме для решения задач гидродинамики при больших сеточных числах Пекле рассматриваются развитие и применение метода учета заполненности прямоугольных ячеек материальной средой для повышения гладкости и точности конечноразностного решения задач гидродинамики со сложной граничной поверхностью. Работа опирается на ранее предложенные разностные схемы для решения задач диффузии-конвекции: центрально-разностную схему, учитывающую функцию заполненности ячеек, и схему, построенную на основе линейной комбинации разностных схем, названных «кабаре» и «крест», с оптимальными весовыми коэффициентами. В данной работе предложена разностная схема, построенная на основе линейной комбинации этих разностных схем с весовыми коэффициентами, полученными в результате минимизации погрешности аппроксимации, и учитывающая функцию заполненности ячеек. Авторами исследуются возможности предлагаемой разностной схемы при решении задач вычислительной гидродинамики для больших значений сеточного числа Пекле, что является актуальным.

Статья Долгова Е. В., Колосова Н. С. и Фирсова А. А. об исследовании влияния искрового разряда на смешение струи газообразного топлива со сверхзвуковым воздушным потоком посвящена численному исследованию течения смеси газов в сверхзвуковой камере сгорания. Трехмерная модель расчетной области воспроизводит экспериментальную секцию сверхзвуковой аэродинамической трубы ИАДТ-50 ОИВТ РАН. Струя модельного топлива (CO_2) подается

в поток воздуха. Исследуется влияние искрового разряда на перемешивание топлива и воздуха. Искровой разряд моделируется источником энергии, действующим в течение определенного временного интервала, то есть решается нестационарная задача. Рассчитываются различные режимы течения: варьируются положение, форма, энергия и длительность разряда. В основе численной технологии лежит метод конечных объемов. Интегрирование уравнений, описывающих законы сохранения, осуществляется в рамках подхода URANS (Unsteady Reynolds-averaged Navier-Stokes equations).

Статья Андрущенко В. А., Моисеевой Д. С., Моторина А. А. и Ступицкого Е. Л. о моделировании физических процессов воздействия мощного ядерного взрыва на астероид посвящена активно развивающейся в последние десятилетия проблеме астероидно-кометной опасности. По общему мнению, единственным реальным средством предотвращения столкновения крупного астероида с Землей является достаточно мощный ядерный взрыв. В рассматриваемой работе выполнен подробный физический анализ процессов воздействия основных факторов приподнятого ядерного взрыва на поверхностный слой сферического астероида. Получены поверхностные плотности импульса энергии в зависимости от угловой координаты. Рассчитаны структура и разогрев приповерхностного слоя и показано, что основной вклад в импульс астероида дает плазма продуктов взрыва и реактивный импульс отлетающего разогретого вещества астероида. На физическом уровне предложена модель и выполнены оценки возможности раскола астероида ($R = 100$ м) на несколько крупных фрагментов под действием формирующихся в нем ударных волн. В связи с возможными большими размерами фрагментов предложена двухэтапная концепция ядерного воздействия на астероид и его фрагменты. Оценена возможность радиолокационного мониторинга движения крупных фрагментов с целью их последующей ликвидации взрывами меньшей мощности.

В статье Ильичева В. Г. и Дашкевич Л. В. об оптимальном промысле и эволюции путей миграции рыбных популяций рассматривается новая дискретная эколого-эволюционная математическая модель, в которой предложены механизмы поиска эволюционно устойчивых маршрутов миграции рыбных популяций. Подробно исследована ситуация с двумя регионами обитания и промыслового вылова рыбы. Изучается устойчивость популяции, а также рассмотрены вопросы эволюции динамики системы при различных стратегиях вылова. При исследовании устойчивости использованы как геометрические подходы нелинейного анализа, так и компьютерные «асимптотические» методы. Динамика миграции рыбной популяции описывается некоторой марковской матрицей, которая может изменяться в процессе эволюции. В результате конкуренции исходной популяции с мутантами выявляется перспективное направление эволюции пространственного поведения рыбы при заданном промысле и кормовой базе. Модель была применена к решению проблемы оптимального вылова на долгосрочную перспективу, при условии, что водоем разделен на две части, у каждой из которых свой собственник. При решении оптимизационных задач используется динамическое программирование, основанное на построении функции Беллмана. Обнаружена парадоксальная стратегия «заманивания», когда один из участников промысла на своей акватории временно сокращает вылов. В этом случае мигрирующая рыба больше времени проводит в этом районе (при условии равной кормовой базы). Такой маршрут эволюционно закрепляется и не изменяется даже после возобновления промысла в этом районе. Второй участник промысла может восстановить статус-кво, применив «заманивание» на своей части акватории. Возникает бесконечная последовательность «заманиваний» — своеобразная игра в поддавки. Введено новое эффективное понятие — внутренняя цена рыбной популяции, зависящая от района водоема. Фактически эти цены представляют собой частные производные функции Беллмана и могут быть использованы в качестве налога на выловленную рыбу. В этом случае проблема многолетнего промысла сводится к решению задачи одногодичной оптимизации.

Статья Малыгиной Н. В. и Суркова П. Г. о моделировании преодоления водной преграды *Rangifer tarandus* L. посвящена важному направлению современной популяционной экологии — моделированию коллективного поведения животных. Авторы ставят своей целью задачу по-

строения модели для создания возможности управления сценариями развития популяционных систем на примере рассмотрения динамики значений поведенческих данных дикого северного оленя на рубеже «берег – река – берег». Модель поведения вожака строится из предположения оптимальности траектории ее движения, а остального стада — из принципа следования за вожаком. В работе приводятся как аналитические результаты, так и результаты численного моделирования. Проводится сравнение результатов моделирования с натурными наблюдениями, а также обсуждаются возможности метода агентного моделирования для исследования рассматриваемых в работе задач.

Статья Тинькова О. В., Полищука П. Г., Хачатряна Д. С., Колотаева А. В., Балаева А. Н., Осипов В. Н. и Григорьева В. Ю. о количественном анализе «структура – противоопухолевая активность» и рациональном молекулярном дизайне бифункциональных VEGFR-2/HDAC ингибиторов посвящена задаче создания гибридных лекарств, одновременно действующих на несколько физиологических мишеней. Авторы рассматривают поиск новых веществ-ингибиторов двух мишеней, VEGFR-2, эндотелиального фактора роста сосудов и HDAC, гистодацетилаз, регулирующих клеточный цикл клетки и связанные с этим процессы. Кроме того, были использованы данные по ингибированию роста раковых клеток легкого (MCF-7). Данные по уже известным активностям молекул для тренировки моделей QSAR были взяты из литературы. Главными результатами статьи являются анализ вклада тех или иных группировок во взаимодействии с мишенью VEGFR-2, а также список молекул, рекомендованный к синтезу и дальнейшим тестам *in vitro*.

Статья Малкова С. Ю. о режимах с обострением в истории человечества (или воспоминания о будущем) представляет собой размышления автора о различных сингулярностях, возникающих в биологических и социальных системах. Фактически статья состоит из трех частей, первая из которых посвящена некоторым примерам возникающих сингулярностей и предварительным соображениям, вторая — примерам из биологической эволюции, а третья — историческим примерам. Работа носит скорее общеобразовательный характер, опирается на огромный объем разнородных, плохо формализованных, субъективно подобранных данных и поэтому требует от читателя внимательного, очень вдумчивого и критического отношения.

Статья Варшавского Л. Е. о методах расчета динамики показателей олигополистических рынков на основе операционного исчисления посвящена описанию подхода к исследованию оптимальных по Нэшу–Курно разомкнутых (open-loop) стратегий участников олигополистических рынков, основанному на использовании операционного исчисления. Этот подход является альтернативой более известному и распространенному подходу к расчету таких стратегий, основанному на использовании линейных динамических игр с квадратичными критериями и решении обобщенных матричных уравнений Риккати. Исследование динамики показателей олигополистических рынков очень востребованная сегодня задача. Статья является продолжением работ автора, две из которых были опубликованы в нашем журнале в 2012 и 2014 годах, но при этом содержит новые результаты. Предложенный в статье метод действительно отличается относительной простотой вычислений и необходимой для экономического анализа наглядностью. В данном случае одним из важных достоинств описанного метода является то, что во многих важных для экономической практики случаях он, в отличие от традиционного подхода, обеспечивает возможность проведения расчетов с использованием широко распространенных электронных таблиц (например, Excel).

В статье Пехтерева А. А., Домашенко Д. В. и Гусевой И. А. о моделировании трендов динамики объема и структуры накопленной кредитной задолженности в банковской системе исследуется влияние процентных ставок на кредитную задолженность в банковской системе России. С этой целью авторами используются методы теории автоматического управления, которые могут быть успешно использованы при анализе и прогнозировании показателей экономических систем. После обзора подходов к анализу и моделированию экономических систем на основе методов теории автоматического управления и описания методологии исследования авторы рассматривают ряд линейных моделей и нелинейную модель исследуемых процессов.

В работе показано, что нелинейную модель в рассматриваемой задаче нельзя использовать для прогнозирования. Для моделирования использовался пакет Matlab.

В статье Светлова К. В. и Иванова С. А. о стохастической модели популяции сторонников политического лидера в цифровом публичном пространстве рассматривается модель марковского процесса для описания динамики рейтинга политического лидера в цифровом публичном пространстве. Случайной величиной является доля сторонников лидера при общем фиксированном числе агентов. Соответствующая функция распределения удовлетворяет уравнению Колмогорова и в пределе бесконечного числа агентов приводится к уравнению Фоккера–Планка с определенными параметрами диффузии и сноса, выражающимися через исходные параметры модели. Эти исходные параметры (переходные вероятности) могут быть, в принципе, измерены в рамках модельных предположений политологов. Далее предполагается, что у лидера имеются безусловные сторонники и противники, число которых не меняется. Это приводит модель к стохастическому дифференциальному уравнению, описывающему процесс Якоби. Эти подходы к предмету исследований, описанному в работе, применяются впервые. В этом плане работа представляет интерес, поскольку может дать объяснение поведению агентов в информационном поле и предложить определенный способ влияния на них.

Статья Хосаевой З. Х. и Цибулина В. Г. о математической модели дифференциации общества с социальной напряженностью посвящена математическому моделированию временной эволюции закрытой политической системы, которая состоит из нескольких политических партий, а также группы неопределившихся граждан. Особенностью предлагаемых моделей является группирование их около базового случая, определяющие уравнения которого допускают свойство косимметрии. Излагается общий подход к построению модели, рассматриваются два конкретных малоразмерных случая (однопартийная и двухпартийная системы), исследуются их динамические свойства. Авторы обнаружили интересную роль косимметрии уравнений в моделях социальных явлений, как некоего базового («нейтрального») сценария, вокруг которого могут быть получены и исследованы более реалистичные варианты эволюционного развития, в которых косимметрия слегка нарушается.

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*