

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 Ивановой А. С., Омельченко С. С., Котляровой Е. В. и Матюхина В. В. о калибровке параметров модели расчета матрицы корреспонденции для г. Москвы посвящена восстановлению матрицы корреспонденций автомобильного трафика между районами в городе по известным числам жителей и числам рабочих мест в каждом районе. Для решения этой задачи рассматривается энтропийная модель, использующая энтропийную регуляризацию для решения недоопределенной системы линейных уравнений для нахождения корреспонденций. Поскольку в модели используются неизвестные функции затрат, рассматривается несколько параметрических семейств таких функций и ставится задача оценки параметров этих функций по реальным данным о матрице корреспонденций. Приводятся результаты численных экспериментов по определению оптимальных параметров и функций затрат. Полученные результаты дают понять, какие функции затрат и с какими значениями параметров лучше отражают реальные данные.

В статье Окулова А. Ю. о численном моделировании когерентных и турбулентных структур излучения методом нелинейных интегральных отображений рассматривается новая модель для оптических резонаторов и описывается метод исследования волн, проходящих через них. В этом методе интегрирование заменяется итерированием отображений. Это интересный метод, дающий большие возможности для исследования сложных систем, и автор указывает на схожесть полученных таким образом результатов с аналитическими.

Статья Колдобы А. В. и Скалько Ю. И. о численном моделировании распространения прямоочных волн внутрипластового горения в инверсном режиме посвящена решению одной из актуальных задач повышения нефтедобычи при освоении трудноизвлекаемых запасов. Так как математическая модель включает в себя много различных физико-химических процессов, то для лучшего понимания свойств решений авторы рассматривают упрощенную постановку. Эта постановка допускает решения в виде бегущей волны. Поэтому система уравнений в частных производных сводится к нелинейной краевой задаче для ОДУ. Проведено исследование этой краевой задачи. Приведены результаты расчетов полной математической модели в одномерном случае.

Статья Божко А. Н. о гиперграфовом подходе в декомпозиции сложных технических систем посвящена одной из важных инженерных задач технической подготовки дискретного производства, а именно декомпозиции технической системы на сборочные единицы. В работе предложена новая гиперграфовая модель структуры технической системы, которая формализует многоместное отношение базирования, обеспечивающее геометрическую координацию деталей в составе изделия и сборочных единиц. Дано математическое описание сборочных операций и процессов. Декомпозиция технической системы на сборочные единицы поставлена как задача разрезания s -гиперграфа на s -подграфы. Предложено математическое описание данной задачи в терминах дискретного математического программирования.

Статья Мадеры А. Г. о кластерном методе математического моделирования сопряженных интервально-стохастических тепловых процессов в электронных системах посвящена расчету средних температур и их статистических разбросов в блоках (кластерах) электронных систем. Предложен метод, который сводит задачу к решению системы линейных дифференциальных уравнений. Тщательно оговорены условия, при которых данный метод можно применять,

не превышая допустимых погрешностей. В основе метода лежит представление электронной системы в форме графа, вершины которого соответствуют кластерам, а ребра несут на себе коэффициенты теплопередачи разных типов. Разброс параметров учитывается как по начальным условиям, так и по коэффициентам, которые в свою очередь рассматриваются как функции температур и потоков. Метод применен к реальной системе, были получены данные по распределенному тепловому состоянию и его разбросам. Полученные результаты имеют практическое значение.

Статья Зейде К. М., Вардугиной А. Ю. и Марвина С. В. о быстром методе анализа возмущения электромагнитного поля малыми сферическими рассеивателями посвящена определению и анализу электрического поля, сформированного вследствие рассеивания малыми частицами. Тема является важной для приложений ввиду большого распространения малых частиц различной природы в континуальной среде, например взвешенные в атмосфере частицы различных веществ. На частицы может воздействовать электромагнитное поле как природного, так и искусственного происхождения. В результате частицы сами становятся рассеивателями. Также это может быть рассеяние в коллоидных растворах, на различных дефектах и включениях. Авторы решают задачу об определении рассеянного поля в окрестности такой системы. Подход авторов позволяет снять ряд ограничений на использование обобщений формулировки для возмущенного электрического поля, например требование по удаленности неоднородностей друг от друга в пространстве распространения электромагнитных волн. Учет вклада каждого рассеивателя в семействе неоднородностей производится путем перехода к значениям их эффективных поверхностей рассеяния и дальнейшего их суммирования с учетом возникающих волновых эффектов, таких как интерференция и многократное отражение. В статье получена асимптотическая формула для определения поля в различных точках выделенного пространства, проведено численное моделирование. Предложен эффективный алгоритм анализа возмущения электромагнитного поля в пространстве, содержащем семейство идентичных электрически малых рассеивателей.

В статье Васильева Е. В., Пержу А. В., Король А. О., Капитана Д. Ю., Рыбина А. Е., Солдатова К. С. и Капитана В. Ю. о численном моделировании двумерных магнитных скирмионных текстур представлены результаты исследования численными методами с помощью алгоритма Метрополиса двумерных спиновых решеток, в которых из-за конкуренции между прямым гейзенберговским обменом и взаимодействием Дзялошинского–Мории возможно формирование неоднородных магнитных структур. Приведены результаты расчетов для двух систем 8×8 и 25×25 спинов. Были рассмотрены процессы формирования различных состояний в изучаемой системе при варьировании величины внешнего магнитного поля и температуры, выделены различные фазы, в которые переходит система спинов Гейзенберга. Всего выделено семь фаз: парамагнитная, спиральная, лабиринтная, спираль-скирмионная, скирмионная, скирмион-ферромагнитная и ферромагнитная фазы.

Статья Ворновских П. А., Кима А. и Прохорова И. В. о применимости приближения однократного рассеяния при импульсном зондировании неоднородной среды посвящена моделированию процесса высокочастотного акустического зондирования в океане. Используется интегро-дифференциальное уравнение переноса излучения. Актуальность данного направления связана с его широким спектром применения — от моделирования диффузии нейтронов до распространения электромагнитного и акустического излучения в рассеивающих средах. В работе приведены дифференциальные уравнения, описывающие процесс распространения высокочастотных волновых полей, представлены их решения в виде сходящегося ряда Неймана. Для вычисления интегралов использован метод Монте-Карло. Получены результаты математического моделирования, сопоставляющие решения обратной задачи с учетом однократного и многократного рассеяния.

Статья Волоховой А. В., Земляной Е. В., Качалова В. В. и Рихвицкого В. С. о моделировании процесса истощения газоконденсатного пласта посвящена математическому моделированию двухфазной фильтрации многокомпонентной газоконденсатной смеси через пористую среду. Краевая задача, описывающая рассматриваемый процесс, строится на основе линейного

закона Дарси и уравнения неразрывности для каждого компонента смеси. В результате применения метода конечных разностей полученные разностные уравнения решались на основе перехода к начальной задаче и последующего использования метода Рунге–Кутты четвертого порядка точности. При численном решении было проведено сравнение с имеющимися экспериментальными данными.

Статья Бобкова В. Г., Абалакина И. В. и Козубской Т. К. о методике расчета аэродинамических характеристик винтов вертолета на основе реберно-ориентированных схем в комплексе программ NOISEtte посвящена численному моделированию течения вязкого сжимаемого газа около винта вертолета в неинерциальной вращающейся системе координат, связанной с винтом. Численно интегрируются уравнения, включающие уравнение неразрывности, уравнение импульсов, уравнение энергии и уравнение для турбулентного коэффициента кинематической вязкости (модель турбулентности Спаларта–Аллмараса). Численный метод формулируется в переменных «скорость + плотность». Интегрирование по времени производится с использованием неявной трехслойной схемы второго порядка аппроксимации. Интегрирование по пространству производится с использованием разработанной авторами вершинно-центрированной конечно-объемной схемы, обеспечивающей второй порядок аппроксимации в практических задачах. Расчеты проводятся на неструктурированных гибридных сетках, включающих призматические слои ячеек около лопастей винта.

Статья Русяка И. Г. и Тененева В. А. о моделировании баллистики артиллерийского выстрела с учетом пространственного распределения параметров и противодавления посвящена прояснению некоторых малоизученных аспектов задач внутренней и промежуточной баллистики, в частности влияния формы головной части снаряда на величину противодавления при его движении по каналу ствола. Также предложена поправка к стандартной термодинамической модели внутриваллистического процесса, учитывающая распределение газодинамических параметров в камере. Проведено сравнение решений, полученных в рамках газодинамического и термодинамического подходов.

В статье Лобанова А. И. и Мирова Ф. Х. об использовании разностных схем для уравнения переноса со стоком при моделировании энергосетей рассматриваются задачи построения математической модели современной системы транспортировки электроэнергии и численного ее исследования. Для исследования таких систем приходится решать численно систему дифференциальных уравнений для сооружений, представленных в виде графов с различными типами вершин. В работе использован авторский вариант метода расщепления. В этом варианте расщепление проводится не по физическим процессам, а на перенос со стоковыми членами и «обменную» часть. Такое расщепление делает возможным построение гибридных схем для инвариантов Римана, обладающих высоким порядком аппроксимации и минимальной диссипативной погрешностью. Приведены примеры расчетов модельной задачи с использованием предложенного расщепления и построенной разностной схемы.

В статье Неверовой Г. П. и Фрисмана Е. Я. о режимах динамики популяции с перекрывающимися поколениями с учетом генетической и стадийной структур рассматривается модель популяции с перекрывающимися поколениями, в которой плотностно-зависимые факторы лимитируют интенсивность рождаемости. Репродуктивный потенциал определяется генетически, а процессы размножения приурочены к определенному сезону года. Полученная эколого-генетическая модель представляет собой объединение экологической модели динамики лимитированной популяции с перекрывающимися поколениями и микроэволюционной модели динамики ее генетической структуры при условии, что адаптивное разнообразие репродуктивных возможностей в популяции определяется одним диаллельным локусом. Модель показывает, что закономерности возникновения циклических режимов динамики популяции определяются особенностями жизненного цикла особей. Жизненный цикл определяет наличие изолированных субпопуляций разных лет, что приводит к возникновению сложных динамических режимов численности и генетической структуры. Полученные сценарии микроэволюции генетического состава популяции сравниваются с результатами исследования популяции тихоокеанской горбуши.

В статье Говоркова Д. А., Новикова В. П., Соловьёва И. Г. и Цибульского В. Р. об интервальном анализе динамики растительного покрова предлагается интересный авторский подход к анализу динамики растительного покрова, заключающийся в использовании при описании динамики вместо «плохо определяемых функциональных параметров более строгих их интервальных оценок. Предлагается обоснованное описание схемы интервального анализа динамики флористических образов формаций. Предполагается при этом, что параметр скорости реагирования модели динамики каждого учетного вида растений задается интервалом разброса своих значений. Предлагаемая в статье схема анализа иллюстрируется на примере анализа динамики растительного покрова полуострова Ямал. Продемонстрирована эффективность предлагаемой авторами схемы, ее ограничения четко обозначены.

В статье Маслакова А. С. об описании процессов в ансамблях фотосинтетических реакционных центров с помощью кинетической модели типа Монте-Карло рассматривается работа фотосинтетического аппарата, которая связана с переносом электронов по множеству цепей (миллионов и более), состоящих в свою очередь из большого числа компонентов (десятков–сотен и более). За процессом работы фотосинтетического аппарата можно следить разными методами, одним из которых является индукция флуоресценции. В работе предлагается описывать экспериментальные кривые индукции флуоресценции с помощью кинетического метода Монте-Карло. Автором представлена модель электрон-транспортной цепи, включающая компоненты двух фотосистем и цитохромного b6/f-комплекса, на основании которой проводилось моделирование кривых индукции флуоресценции. Представлены рассчитанные кривые индукции флуоресценции, соответствующие экспериментальным данным по регистрации флуоресценции и окислительно-восстановительных превращений фотоактивного пигмента.

Статья Каменева Г. К. и Каменева И. Г. о многокритериальном метрическом анализе данных при моделировании человеческого капитала посвящена описанию вычислительной модели человека в информационной экономике и демонстрации многокритериального оптимизационного подхода к метрическому анализу модельных данных. В работе предлагается модель, предназначенная для оценки выбора индивидов на основе экспериментов. Модель учитывает ненаблюдаемые характеристики, известные из качественных исследований по социологии.

В статье Аронова И. З. и Максимовой О. В. о теоретическом моделировании достижения консенсуса в условиях коалиций на основе регулярных марковских цепей рассматривается процедура принятия решения в социальной группе (группе экспертов). Описывается общая модель достижения консенсуса на основе регулярных цепей Маркова, далее — модель обеспечения консенсуса с коалициями, а затем проводится анализ индекса влияния коалиции и величины односторонней уступки на время достижения консенсуса. Статья является естественным продолжением целого цикла работ, первая из которых была опубликована в нашем журнале в 2015 году в третьем номере.

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*