
ОТ РЕДАКЦИИ

Мы продолжаем серию редакционных статей, направленных на то, чтобы дать читателям более объемное представление о материалах, представленных в журнале. Этот номер содержит четыре тематических раздела: «Математические основы и численные методы моделирования», «Модели в физике и технологии», «Анализ и моделирование сложных живых систем» и «Модели экономических и социальных систем».

В статье М. В. Гогугева и А. А. Кислицына о моделировании траекторий временных рядов с помощью уравнения Лиувилля рассматривается новый метод изучения нестационарного временного ряда с помощью моделирования ансамбля траекторий, выборочные распределения которых статистически близки наблюдаемому распределению. Метод использует ряд эвристических допущений, основанных на гипотезе скрытого детерминизма, состоящей в том, что по некоторым неизвестным причинам система, производящая наблюдаемые данные, переключается из одного состояния в другое. В общем случае это переключение не мгновенное, что и позволяет авторам предложить концепцию статистического предиктора. Поскольку, в предположении авторов, исходная система динамическая, то решение уравнения относительно плотности функции распределения должно удовлетворять полугрупповому свойству. Кроме того, плотность вероятности должна быть неотрицательна и в каждый момент времени нормирована на единицу. Авторам удалось построить аппроксимацию численного решения уравнения Лиувилля для описания переходного процесса из одного состояния в другое, удовлетворяющее перечисленным свойствам. Решением является нестационарная плотность функции распределения. На основе этого решения описан алгоритм генерации траектории временного ряда, имеющего данное распределение. Таким образом, авторы предложили инструмент компьютерного моделирования процессов, нестационарность которых вызвана случайным нестационарным потоком событий, состоящих в переключении состояний.

Статья А. О. Ушакова, Т. В. Ганджи, В. М. Дмитриева и П. Б. Молокова о компьютерной модели экстракционного реактора идеального смешения в формате метода компонентных цепей с неоднородными векторными связями посвящена созданию цифрового двойника технологического процесса, что является необходимой составной частью всего разрабатываемого аппаратно-программного комплекса. Авторы исследуют модифицированную модель реактора, новизной которой является использование неоднородной векторной связи, расширяющей возможности метода компонентных цепей (МКЦ) в части моделирования и исследования химико-технологических систем. Идеи и предлагаемые подходы предложенного авторами МКЦ представляются перспективными для дальнейшего самостоятельного исследования, развивающего математический и вычислительный потенциал МКЦ, в частности, аспекты дискретной топологии, анализ структурно-функциональных свойств создаваемой технологической цепи с точки зрения теории графов и т. п. МКЦ, являясь научно-методической основой среды моделирования МАРС, обеспечивают анализ химико-технологических систем, между элементами которых протекают мультифизические энергетические и многокомпонентные вещественные потоки. Положительным моментом среды МАРС является возможность сочетания в одной модели методов и средств математического, имитационного и визуального моделирования с визуализацией результатов моделирования и интерактивным варьированием значениями параметров компонентов исследуемой модели. Используемый и развиваемый в данной статье комплекс программ имеет возможность гибко подстраиваться под нужный класс задач, о чем свидетельствуют публикации авторов данной статьи.

Статья С. Г. Небабы и Н. Г. Маркова о сверточных нейронных сетях (СНС) семейства YOLO для мобильных систем компьютерного зрения посвящена анализу и выбору перспективных моделей СНС для детектирования летающих объектов на изображениях в мобильных системах компьютерного зрения реального времени. Рассматриваются СНС семейства YOLO и выбираются наиболее перспективные из них для решения задачи классификации изображений по четырем классам: «птица», «беспилотный летательный аппарат самолетного типа», «беспилотный летательный аппарат вертолетного типа» и «неизвестный объект». Для настройки выбранных СНС авторами разработаны соответствующие наборы данных, позволяющие детектировать объекты рассматриваемых классов. Показано, что скорости детектирования в некоторых из реализованных моделей способны удовлетворять требованиям по скорости и точности детектирования. Авторы статьи представили результаты исследования задачи идентификации и распознавания объектов на изображениях в реальном времени в условиях ограниченных вычислительных ресурсов мобильных систем компьютерного зрения.

Статья о развитии неустойчивости границы раздела «вода–масло» в вертикальном электрическом поле (авторы: А. Н. Долуденко, Ю. М. Куликов, В. А. Панов, А. С. Савельев и Д. В. Терешонок) посвящена результатам натурального и численного эксперимента по исследованию развития электрогидродинамической неустойчивости в сильном электрическом поле. В статье приводятся схема экспериментальной установки и описание условий проведения натурального эксперимента. Далее достаточно подробно разбираются постановка задачи численного моделирования, математическая модель, программные средства, использованные при моделировании, и различные аспекты используемых численных методов. Вода и масло при моделировании рассматриваются, как слабосжимаемые жидкости, описываемые уравнениями Навье–Стокса. Динамика напряженности электрического поля не моделировалась, а в расчетах использовалась напряженность, полученная в начальный момент времени. В работе приведены результаты натурального и численного экспериментов и проанализирована динамика развития неустойчивости контактной поверхности двух слабопроводящих жидкостей с сильно отличающимися величинами диэлектрической проницаемости в электрическом поле.

Статья В. Н. Литвинова, А. Е. Чистякова, А. В. Никитиной, А. М. Атаян и И. Ю. Кузнецовой о математическом моделировании гидродинамических процессов Азовского моря на многопроцессорной вычислительной системе посвящена построению модели и численным методам, позволяющим вычислить трехмерные поля вектора скорости движения водной среды. Особенностью данной работы является то, что в ней исследуется не модельный пример, а моделируются процессы в реальном объекте (Азовское море) с учетом большого количества физических факторов, таких как сгонно-нагонные явления, динамически перестраиваемая геометрия дна, возвышение уровня и береговой линии, ветровые течения и трение о дно, сила Кориолиса, турбулентный обмен, испарение, стоки рек Дон и Кубань, водообмен с Черным морем и озером Сиваш. Авторами разработан алгоритм, позволяющий проводить моделирование на многопроцессорной системе с распределенной памятью и ориентированный на применение технологии MPI и гибридной технологии OpenMP + MPI. Проведено сравнение результатов применения этих технологий. Также в работе кроме моделирования гидродинамических процессов проанализированы характеристики работы вычислительных систем, учет которых необходим для оптимальной настройки параметров вычислительных алгоритмов. Работа является естественным продолжением исследований, результаты которых публиковались в различных журналах на протяжении нескольких лет.

В статье Ю. А. Мезенцева, О. М. Разумниковой, И. В. Эстрайха, И. В. Тарасовой и О. А. Трубниковой о задачах и алгоритмах оптимальной кластеризации многомерных объектов по множеству разнородных показателей и их приложениях в медицине рассматривается несколько постановок задач оптимальной кластеризации, обсуждаются их различные

варианты и строятся алгоритмы решения таких задач. Постановки задач формулируются в общем виде для произвольного множества объектов и кластеров и обсуждается принадлежность этих задач к NP-трудным. Также авторы описывают, каким языком программирования и какими стандартными пакетами они пользовались при реализации вычислительных алгоритмов. Подробно расписаны последовательный гибридный алгоритм кластеризации и алгоритм муравьиной колонии, используемый для локального поиска. В работе представлены вычислительные эксперименты с использованием массивов данных, включающих социально-демографические, клинично-anamнестические, электроэнцефалографические и психометрические данные, отражающие состояние когнитивных функций пациентов кардиологической клиники. В вычислительных экспериментах рассматривалось менее 200 объектов, которые разбивались на два или три кластера.

Статья А. Н. Герасимова и М. И. Шпитонкова о математической модели системы «паразит – хозяин» с распределенным временем сохранения иммунитета посвящена исследованию модели класса SIR (Susceptible – Infected – Recovered) – модели, которая описывает динамику распространения заболевания. В своей работе авторы рассматривают математическую модель, которая учитывает неоднородность носителей вирусов в плане времени сохранения иммунитета. Большая часть работы посвящена аналитическому исследованию системы дифференциальных уравнений. Доказан ряд теорем о поведении решений изучаемой системы. Далее приводятся прикладные следствия из полученных результатов для значений параметров, соответствующих COVID-19, и обсуждается специфика эпидемического процесса для этого заболевания.

В статье G. Suganya, E. Jenitta и R. Senthamarai об исследовании динамики популяции вредителей с использованием биологического контроля с использованием хищников и паразитов рассматривается математическая модель системы «вредитель – хищник – паразит» для анализа роли осведомленности фермеров в биологическом контроле активности вредителей в отношении выращивания кокосовых пальм. Авторы исследуют как аналитически, так и численно свойства решений уравнений модели и показывают, что популяции хищников и паразитов играют важную роль в снижении воздействия вредителей. Ключевым результатом этого исследования является демонстрация необходимости осведомленности фермеров для снижения популяции вредителей. В представленной модели динамика программы осведомленности, $A(t)$, существенно зависит от параметров r_0 , h и η , значения которых, по мнению авторов, должны выбираться на основе экспериментальных результатов и данных, приведенных в литературе.

Статья N. Jeeva и K. M. Dharmalingam об анализе чувствительности и полуаналитическом решении для анализа динамики заболевания кофейных ягод представляет некоторый подход к решению системы дифференциальных уравнений, дающий полуаналитическое решение. В работе рассматривается известная модель заражения популяций растений кофе вполне конкретным вредителем. Модель представлена системой уравнений с уже оцененными коэффициентами, приведенными авторами. Для этой системы уравнений достаточно произвольно выбираются некоторые начальные условия и строится полуаналитическое выражение, которое сопоставляется с полученными авторами численными результатами и демонстрируется хорошая точность совпадения полуаналитического и численного решения. Также в работе приведены обоснование и описание метода построения полуаналитического решения. Кроме того, авторы приводят некоторые интересные содержательные биологические интерпретации полученных ими количественных результатов.

Статья К. Ю. Калитина, А. А. Невзорова, А. А. Спасова и О. Ю. Мухи о распознавании эффектов и механизма действия препаратов на основе анализа внутричерепной ЭЭГ с помощью методов глубокого обучения посвящена актуальной проблеме автоматизированного анализа ЭЭГ для оценки функционального состояния мозга, в том числе в контексте классификации и характеристики нормальных и патологических состояний, эффектов фармакологии. В работе предла-

гается оригинальный подход к решению данной задачи, совмещающий автоэнкодер, классификатор и дополнительные нелинейные методы понижения размерности. Применимость подхода проверялась на примере сигналов ЭЭГ крыс, подвергавшихся действию различных фармакологических агентов. Важной стороной работы является открытый доступ к наборам данных и программному коду, использовавшемуся в работе.

В статье А. В. Матвеева о математических особенностях индивидуального дозиметрического планирования радиойодтерапии на основе фармакокинетического моделирования рассматривается разработка программного комплекса моделирования кинетики радиойода для целей диагностики и терапии. В основе программного комплекса лежит разработанная автором и опубликованная в 2021 году фармакокинетическая модель для расчета терапевтической активности радиофармацевтического лекарственного препарата. На программный комплекс в 2022 году было получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. В работе обсуждаются методы идентификации транспортных констант модели по экспериментальным данным. Проведен сравнительный анализ фармакокинетических и дозиметрических параметров, рассчитанных в рамках двух математических методов идентификации.

Статья А. П. Петрова, О. Г. Подлипской и О. К. Подлипского о моделировании динамики политических позиций (плотность сети и шансы меньшинства) посвящена специализированной имитационной модели влияния плотности социальных связей на информационное противоборство. В основе этой модели лежит агентная модель социального влияния, построенная на основании модели Барабаши – Альберт. Используя ее, авторы проводят вычислительные эксперименты и фиксируют терминальное состояние системы. В результате серии расчетов сделан вывод, что при увеличении плотности увеличиваются шансы на то, что победившая точка зрения охватит практически все население. И наоборот, низкая плотность сети способствует шансам меньшинства сохранить значимую численность.

В статье С. А. Смоляка о стоимостной оценке машин при случайном процессе их деградации и досрочной продажи рассматривается модель на основании сложного пуассоновского процесса. Задача оценок среднего числа досрочных продаж, остаточного срока службы и т. д. сведена к решению специальных интегральных уравнений (наряду с традиционным аппаратом производящих функций). В результате анализа предложенной модели удалось получить значения среднего числа досрочных продаж и остаточного срока службы машины, зависимости рыночной стоимости машины от ее состояния и средних коэффициентов годности от возраста, а также учесть инфляцию и утилизационную стоимость.

Мы надеемся, что данный материал позволит вам лучше ориентироваться в этом номере журнала и привлечет более пристальное внимание к какой-либо из опубликованных статей.

*С уважением от имени редакции,
Н. Митин*