

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 Гайко В. А., Савина С. И. и Климчика А. С. о глобальных бифуркациях предельных циклов полиномиальной системы Эйлера–Лагранжа–Льенара посвящена глобальному бифуркационному анализу и решению проблемы о максимальном числе и распределении предельных циклов в системе типа Эйлера–Лагранжа–Льенара. Работа является естественным продолжением большой серии работ первого автора, выполненных им за последние почти двадцать лет, и носит чисто математический характер. Результаты работы могут представлять интерес для довольно широкого круга исследователей. К сожалению, в работе отсутствуют рисунки, которые бы иллюстрировали рассматриваемые конструкции и полученные результаты.

В статье Чуканова С. Н. о моделировании структуры сложной системы на основе оценивания меры взаимодействия подсистем рассматривается вопрос декомпозиции векторного процесса с управлением на компоненты с сильной и слабой зависимостью. Это делается в контексте решения задачи оптимального управления при решении задачи перехода из заданного начального состояния в заданное финальное состояние. Оптимизация ведется по минимизации средней нормы вектора управляющих воздействий на интервале времени управления. Задача решается с помощью введения мер взаимозависимости компонент процесса на основе матриц, определяющих процесс с управлением, и передаточных функций. Процесс задается линейным дифференциальным или разностным уравнением первого порядка. Предложенные критерии позволяют провести искомую декомпозицию, что продемонстрировано несколькими вычислительными примерами. Один из примеров связан с практической задачей управления вращением твердого тела.

Статья Кожевникова В. С., Матюшкина И. В. и Черняева Н. В. об анализе основного уравнения физико-статистического подхода теории надежности технических систем является развитием метода Алексаняна И. Т., который позволяет на компьютерных моделях деградации физических свойств электронных элементов рассчитать количественные показатели надежности интегральных микросхем. Авторами рассматриваются математические проблемы применения указанного метода, исследуется одномерный случай уравнения непрерывности. Эти вопросы являются актуальными в настоящее время для аттестации качества и надежности в технике. Статья представляет интерес для специалистов, занимающихся разработкой математических моделей, описывающих надежность электронных и других технических систем.

В статье Емалетдиновой Л. Ю., Мухаметзянова З. И., Катасёвой Д. В. и Кабириной А. Н. о методе построения прогнозной нейросетевой модели временного ряда описан метод подготовки данных статистической выборки для использования алгоритмов прогнозирования очередного значения по предыстории. Метод ориентирован на получение выборки, удовлетворяющей критериям стационарного процесса. Подбираются глубина памяти прогноза, сезонность, порядок разностной схемы модели. В качестве проверочной задачи авторы использовали график энергопотребления в регионах США по открытым данным. Временной ряд был обработан разработанным методом. На полученном стационарном временном ряду исследовалась и сравнивалась работа стандартного алгоритма прогноза регрессионного типа и обученной нейронной сети. Оказалось, что на обучающей последовательности большей точности достиг стандартный регрессионный алгоритм, но на тестовой последовательности прогноз нейросети был значительно точнее.

Статья Садина Д. В. об анализе диссипативных свойств гибридного метода крупных частиц для структурно сложных течений газа посвящена анализу диссипативных свойств метода и обсуждению вопросов его настройки на тестах. Публикуемая работа является естественным продолжением серии работ автора, посвященных вычислительным задачам для структурно сложных течений газа и реализации предложенного метода. В статье приводится описание метода. Метод верифицируется на тестовых расчетах, проводится его сравнение с другими численными методами.

Статья Семакина А. Н. об оценке масштабируемости программы расчета движения примесей в атмосфере средствами симулятора gem5 направлена на оценку эффективности новой программной реализации разработанной автором схемы переноса, основанной на вейвлет-разложении и использующей адаптивные сетки, получающиеся как прямое произведение сеток по каждой из осей. Предлагается использовать эту схему для расчета трансконтинентального переноса пассивной примеси в атмосфере. Получена оценка эффективности работы двух версий программной реализации при работе на системе с 32 ядрами. Показано, что новая реализация вдвое быстрее старой.

Статья Бруйка В. А. о моделировании течения тонкого слоя жидкости с учетом разрывов и шероховатости границ рассматривает задачу о течении жидкости в тонком слое между твердыми или деформируемыми стенками. Если между шероховатыми поверхностями допускается контакт, то возникают проблемы при решении задачи о течении жидкости в зазоре между ними. В работе исследуется подход, основанный на идее о замене шероховатой подобласти на эквивалентный пористый слой, который представляется достаточно перспективным для решения различных упругогидродинамических контактных задач при условии адекватного расчета проницаемости слоя в зависимости от шероховатости границ и их сближения. Автор показывает эффективность применения модели эквивалентного пористого слоя для расчета течения жидкости в указанных областях.

В статье Грачева В. А. и Найштута Ю. С. о релаксационных колебаниях и устойчивости тонких оболочек проводится анализ реакции цилиндрической тонкой оболочки на внешнее давление. Исследуется появление динамической деформации, отличной от упругих колебаний (релаксационные колебания). Построена математическая модель, сводящая эту задачу к решению обыкновенных дифференциальных уравнений. Наличие нелинейных членов в уравнении порождает бифуркации, которые моделируют изучаемый фазовый переход. В найденных решениях релаксационные колебания имеют разрывный характер, соответствующий скачкообразному изменению деформации оболочки. При дальнейшем росте нагрузки растет спектр частот релаксационных колебаний, и они постепенно переходят в хаос, который соответствует разрушению оболочки. На основе проведенного анализа предлагается метод экспериментального измерения запаса прочности оболочки при заданной нагрузке.

В статье Савина С. И., Ворочаевой Л. Ю. и Куренкова В. В. о математическом моделировании тензегрити-роботов с жесткими стержнями рассматривается математическое моделирование напряженно-связных конструкций. В работе предложен подход к описанию и составлению динамических уравнений для таких конструкций, основанный на описании динамики второго порядка декартовых координат элементов структуры (стержней), динамики первого порядка для угловых скоростей стержней и динамики первого порядка для кватернионов, используемых для описания ориентации стержней. Разработанный авторами программный комплекс с открытым исходным кодом позволяет существенно сократить время на моделирование динамики напряженно-связных конструкций, что в свою очередь открывает путь для анализа и синтеза оптимальных структур такого рода.

Статья Говорухина В. Н. и Загребневой А. Д. о популяционных волнах и их бифуркациях в модели «активный хищник – пассивная жертва» является естественным продолжением ряда работ авторов. В статье проведено исследование динамики модельных популяций активного хищника и пассивной жертвы на одномерном ареале с периодическими граничными условиями. Показано, что модель реализует разнообразные бифуркационные сценарии, в том числе

возникновение популяционных волн. Хотя авторы и не ставили своей целью привязку модели к какой-либо реальной экологической ситуации, тем не менее работа представляет интерес для большого круга читателей, поскольку демонстрирует, как простые математические модели могут порождать огромное число динамических режимов.

Статья Карпаева А. А. и Алиева Р. Р. о применении упрощенного неявного метода Эйлера для решения задач электрофизиологии посвящена анализу применимости некоторых численных методов к задачам электрофизиологии. Авторы использовали численный метод низкого порядка аппроксимации для численного решения задач для двух классических математических моделей электрофизиологии — системы Ходжкина–Хаксли и системы Алиева–Панфилова. Проведено сравнение с результатами, полученными другими методами. Показано, что применение методов низкого порядка аппроксимации иногда предпочтительно в силу того, что правая часть системы уравнений не является липшиц-непрерывной, а все теоремы о свойствах методов доказаны в предположении липшиц-непрерывности правой части или более сильных ограничений на гладкость, вплоть до бесконечной непрерывной дифференцируемости.

Статья Ильина О. В. о граничных условиях для решеточных уравнений Больцмана в приложениях к задачам гемодинамики посвящена проблеме моделирования волновых процессов в сетевых структурах. Работа является продолжением серии статей, одна из которых опубликована в нашем журнале в четвертом номере за 2019 год, посвященных применению аппарата решеточных уравнений Больцмана, что является нестандартным и весьма интересным методом решения данного круга задач. Предложенный в работе математический аппарат позволяет выполнять моделирование течения невязкой жидкости в эластичных трубках в одномерном приближении.

В статье Матвеева А. В. о моделировании кинетики радиофармпрепаратов с изотопами йода в задачах ядерной медицины представлен хорошо известный в мировой литературе подход к компартментному, или камерному, описанию систем организма и получения транспортных констант перехода между этими компартментами для модельного описания распределения препаратов. Представлены три системы для моделирования, а именно: модель кинетики при функциональном исследовании щитовидной железы и проведении радиойодотерапии, модель кинетики при функциональном исследовании печени и модель кинетики при функциональном исследовании почек. Все модели позволяют получить аналитическое выражение для кривых «активность–время». Для интерполяции экспериментальных данных в соответствии с полученными зависимостями, а также для численного решения представленных уравнений была написана специальная программа, хотя подобную интерполяцию можно провести во многих существующих математических пакетах для обработки экспериментальных данных.

Статья Шумова В. В. о моделях борьбы с силовыми актами в морском пространстве посвящена необычной теме — математическому моделированию блокирования и нейтрализации судов, т. е. пиратству. Математическая модель носит вероятностно-статистический характер. Работа интересна как тематикой исследования, так и обилием фактических данных. Статья, по всей видимости, является одной из первых открытых публикаций по математическому моделированию борьбы с силовыми актами в морском пространстве, поэтому модель рассматривает достаточно упрощенную ситуацию. Но подобные модели часто служат фундаментом для построения более сложных, более детализированных и более точных моделей и дальнейших перспективных исследований.

Статья Данилова Г. В., Жукова В. В., Куликова А. С., Макашовой Е. С., Митина Н. А. и Орлова Ю. Н. о сравнительном анализе статистических методов классификации научных публикаций в области медицины содержит сравнительный анализ трех методов классификации текстов по тематикам. За основу взяты медицинские статьи из разных областей медицины. Проверены методы наибольшего правдоподобия по частоте определенных слов, метод опорных векторов, соответствующий факторному анализу, и метод минимизации расстояний текста до совокупности эталонных текстов. Расстояние вычисляется по гистограммам частот определенных буквосочетаний в тексте. Ищется эталон с наиболее близкой гистограммой. Для использо-

ванных наборов статей и классов наилучший результат по полным текстам дал метод расстояний, а для аннотаций — метод опорных векторов.

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*