

КИБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 681.3

Эволюционный метод построения систем искусственного интеллекта / А.В. Анисимов, А.А. Марченко, В.Р. Землянский // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 3–13.

Лл.: 1. Табл. 1. Библиогр.: 12 назв.

Аннотация. Представлена эволюционная модель построения искусственного интеллекта, предназначенная для проектирования и разработки интеллектуальных систем. Ключевым базовым элементом предложенной модели является так называемый ALF — интеллектуальный агент со способностями к самообучению, коммуникации, самоорганизации и совместным действиям с подобными агентами. В основу ALF-агентов заложены эволюционные принципы с применением генетических алгоритмов. Реализация предложенного подхода выполнена в виде игровой модели. Разработанная структура и функциональность ALF-агентов обуславливают гибкость и эффективность модели, что подтверждено в проведенных экспериментах.

Ключевые слова: искусственный интеллект, мультиагентные системы, эволюционное программирование.

Еволюційний метод побудови систем штучного інтелекту / А.В. Анісімов, О.О. Марченко, В.Р. Землянський // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 3–13.

Анотація. Описано еволюційну модель побудови штучного інтелекту, призначену для проектування та розроблення інтелектуальних систем. Ключовим базовим елементом запропонованої моделі є так звані ALF — інтелектуальні агенти з можливостями для самонавчання, комунікації, спільних дій і самоорганізації серед подібних агентів. В основу ALF-агентів покладено еволюційні принципи, реалізовані з використанням генетичних алгоритмів. Реалізацію запропонованого підходу виконано у вигляді ігрової моделі. Унікальна структура та функціональність ALF-агентів зумовлюють значну гнучкість і ефективність моделі, продемонстровані в проведених експериментах.

Ключові слова: штучний інтелект, мультиагентні системи, еволюційне програмування

Evolutionary method of constructing artificial intelligence systems / A.V. Anisimov, O.O. Marchenko, V.R. Zemlianskyi // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 3–13.

Abstract. The paper describes an evolutionary model for artificial intelligence construction, designed for the development of intelligent systems. It allows describing a variety of subject areas with the construction of knowledge bases. The model has universal means for formal description of tasks, as well as environment for implementing computational processes of their solution. The key element of the proposed model is a so-called ALF, which is an intelligent agent with the ability of learning, communication, self-organization, and joint action with other agents. The development of ALF agents is based on evolutionary principles implemented with the use of genetic algorithms. The implementation of the proposed approach was performed as a game model. A considerable flexibility and efficiency of the model demonstrated in the experiments are due to the unique structure and functionality of ALF agents.

Keywords: artificial intelligence, multi-agent systems, evolutionary programming.

УДК 004.383

Квантовые вычисления: обзор и анализ / М.Н. Савчук, А.В. Фесенко // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 14–29.

Лл.: 0. Табл. 0. Библиогр.: 17 назв.

Аннотация. Выполнен обзор и анализ основных понятий и положений квантовой модели вычисления, эффективных квантовых алгоритмов, последних результатов, возможностей и перспектив в построении масштабированного квантового компьютера. Рассмотрен некоторый класс алгебраических задач в квантовой модели вычислений, для которых существует эффективный квантовый алгоритм решения. Проведен детальный анализ существующих практических реализаций квантового компьютера и показано, что пока что нет достаточного прогресса в построении масштабированного квантового вычислительного устройства, но, тем не менее, большинство исследователей ожидают создание полноценного квантового компьютера в течение следующих 10–15 лет.

Ключевые слова: квантовая модель вычислений, квантовая криптография, квантовый компьютер, эффективные квантовые алгоритмы, постквантовые криптографические примитивы.

Квантові обчислення: огляд та аналіз / М.М. Савчук, А.В. Фесенко // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 14–29.

Анотація. Зроблено огляд та аналіз основних понять і положень квантової моделі обчислень, ефективних квантових алгоритмів, останніх результатів, можливостей та перспектив у побудові масштабированного квантового комп'ютера. Розглянуто певний клас алгебраїчних задач у квантовій моделі обчис-

лень, для яких існує ефективний квантовий алгоритм розв'язку. Проведено детальний аналіз наявних практичних реалізацій квантового комп'ютера. Показано, що на сьогодні немає достатнього прогресу у побудові масштабованого квантового обчислювального пристрою, проте більшість дослідників очікують на створення повноцінного квантового комп'ютера впродовж наступних 10–15 років.

Ключові слова: квантова модель обчислень, квантова криптографія, квантовий комп'ютер, ефективні квантові алгоритми, постквантові криптографічні примітиви.

Quantum computing: survey and analysis / M.M. Savchuk, A.V. Fesenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 14–29.

Abstract. The authors conduct a survey and analysis of the main concepts and postulates of the quantum computing model, efficient quantum algorithms, recent results, capabilities, and prospects in constructing a scalable quantum computer. A certain class of algebraic problems in a quantum computation model is considered, for which there and efficient quantum solution algorithm exists. A detailed analysis of available quantum computer implementations has been carried out and it has been shown that sufficient progress has yet been made in constructing a scalable quantum computing device; nevertheless, most of researchers expect a quantum computer to be created in the next 10–15 years.

Keywords: quantum computing model, quantum cryptography, quantum computer, efficient quantum algorithms, postquantum cryptographic primitives.

УДК 519.685.3

Многомерное шкалирование средствами псевдообратных операций / Ю.В. Крак, Г.И. Кудин, А.И. Куляс // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 30–38.

Лл.: 0. Табл. 2. Бібліогр.: 19 назв.

Аннотация. Предложен метод многомерного шкалирования информации на основе результатов теории возмущения псевдообратных и проекционных матриц и решений систем линейных алгебраических уравнений. Разработан алгоритм кусочно-гиперплоскостной кластеризации с проверкой заданного критерия ее эффективности. Приведен пример использования метода шкалирования характеристических признаков для распознавания букв алфавита украинского жестового языка.

Ключевые слова: шкалирование, классификация, кластеризация, псевдообратные матрицы.

Багатовимірне шкалювання засобами псевдообернених операцій / Ю.В. Крак, Г.І. Кудин, А.І. Куляс // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 30–38.

Анотация. Запропоновано метод багатовимірного шкалювання інформації на основі результатів теорії збурення псевдообернених та проекційних матриць і розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Розроблено алгоритм кусково-гіперплощинної кластеризації з перевіркою заданого критерію ефективності здійснення такої кластеризації. Наведено приклад використання методу шкалювання характеристичних ознак для розпізнавання букв абетки української жестової мови.

Ключові слова: шкалювання, класифікація, кластеризація, псевдообернені матриці.

Multivariate scaling based on pseudo-inverse operations / Yu.V. Krak, G.I. Kudin, A.I. Kulyas // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 30–38.

Abstract. The method of multidimensional information scaling based on the results of the theory of perturbation of pseudo-inverse and projective matrices and solutions of systems of linear algebraic equations is proposed in the paper. The algorithm of piecewise hyperplane clusterization with the verification of a given criterion for efficiency of such a clusterization is developed. An example of using the method of scaling characteristic features to recognize letters of the Ukrainian sign language alphabet is given.

Keywords: scaling, classification, clusterization, pseudo inverse matrices.

УДК 519.714.7

Об одном алгоритме построения сокращенных ДНФ порядково-выпуклых булевых функций / А.И. Тимошкин // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 39–43.

Лл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 4 назв.

Аннотация. Рассматривается проблема построения сокращенных дизъюнктивных нормальных форм порядково-выпуклых булевых функций. Предлагается оригинальный алгоритм нахождения этих форм. Алгоритм использует такие понятия теории упорядоченных множеств как идеал и коидеал и имеет существенно меньшую временную сложность, чем классический алгоритм Квайна–Мак-Класки.

Ключевые слова: импликант, решетка, порядково-выпуклое подмножество, идеал, коидеал.

Про один алгоритм побудови скорочених ДНФ порядково-опуклих булевих функцій / А.І. Тимошкін // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 39–43.

Анотація. Розглянуто проблему побудови скорочених диз'юнктивних нормальних форм порядково-опуклих булевих функцій. Запропоновано оригінальний алгоритм знаходження цих форм. Алгоритм використовує такі вирази теорії упорядкованих множин як ідеал і коідеал і має істотно меншу часову складність, ніж класичний алгоритм Квайна–Мак–Класкі.

Ключові слова: імплікант, решітка, порядково-опукла підмножина, ідеал, коідеал.

On an algorithm for constructing reduced DNF of order-prominent boolean functions / A.I. Timoshkin // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 39–43.

Abstract. The problem of building the reduced disjunctive normal forms of order-convex Boolean functions is considered. An algorithm of finding the reduced disjunctive normal forms of order-convex Boolean functions is proposed. The algorithm uses notions of partial order theory such as ideal and coideal and has much less time complexity than classical Quine and McCluskey's algorithm.

Keywords: implicant, lattice, order-convex subset, ideal, coideal.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

УДК 519.217.2

Оптимальные помехоустойчивые генетические коды / И.В. Сергиенко, Б.А. Белецкий, А.М. Гупал, Н.А. Гупал // Кібернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 44–50.

Лл.: 0. Табл. 4. Бібліогр.: 7 назв.

Аннотация. На основе симметрии в ДНК построены оптимальные генетические коды, помехоустойчивость которых относительно полярности аминокислот при мутациях в нуклеотидах значительно выше, чем у стандартного кода. Исследована помехоустойчивость оптимальных симметричных и несимметричных генетических кодов. С учетом баз данных генетических заболеваний показано, что оптимальный код, для которого симметрия выполняется в половине случаев, сохраняет полярность аминокислот при мутациях первого и второго нуклеотидов в кодоне по сравнению со стандартным кодом.

Ключевые слова: генетический код, симметрия в ДНК, мутации в нуклеотидах, помехоустойчивость, аминокислота, кодон.

Оптимальні завадостійкі генетичні коди / І.В. Сергієнко, Б.А. Білецький, А.М. Гупал, М.А. Гупал // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 44–50.

Анотація. На основі симетрії в ДНК побудовано оптимальні генетичні коди, завадостійкість яких відносно полярності амінокислот для мутацій у нуклеотидах значно вища, ніж у стандартного коду. Досліджено завадостійкість оптимальних симетричних та несиметричних кодів. На основі баз даних генетичних захворювань показано, що оптимальний код, для якого симетрія виконується у половині випадків, зберігає полярність амінокислот для мутацій першого та другого нуклеотидів у кодоні в порівнянні зі стандартним кодом.

Ключові слова: генетичний код, симетрія в ДНК, мутації в нуклеотидах, завадостійкість, амінокислота, кодон.

Optimal noise-immune genetic codes / I.V. Sergienko, B.A. Biletsky, A.M. Gupal, M.A. Gupal // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 44–50.

Abstract. Optimal genetic codes are constructed using DNA symmetry, whose noise immunity with respect to polarity of amino acids in case of mutations in nucleotides is much greater than immunity of standard codes. Noise immunity of optimal symmetric and non-symmetric genetic codes is analyzed. Databases of genetic diseases are used to show that optimal symmetric code for which symmetry holds in half of cases keeps polarity of amino acids at mutations in first and second nucleotides of codon as compared with standard code.

Keywords: genetic code, symmetry in DNA, mutations in nucleotides, noise immunity, amino acid, codon.

УДК 519.64; 517.443; 519.254

Использование резервов оптимизации вычислений при решении сложных задач / В.К. Задирака // Кібернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 51–67.

Лл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 12 назв.

Аннотация. В статье рассмотрены этапы развития исследований по оптимизации вычислений в Украине, в частности в Институте кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины, касающихся элементов теории погрешностей, оптимальных по точности и быстродействию вычислительных алгоритмов, наукоемких компьютерных технологий решения задач вычислительной и прикладной математики с заданными значениями характеристик качества.

Ключевые слова: вычислительный алгоритм, приближенное решение, погрешность приближенного решение, оптимизация алгоритмов, резервы оптимизации вычислений, компьютерные технологии.

Застосування резервів оптимізації обчислень для розв'язання складних задач / В.К. Задірака // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 51–67.

Анотація. У статті розглянуто етапи розвитку досліджень з оптимізації обчислень в Україні, зокрема в Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, що стосуються елементів теорії похибок, оптимальних за точністю та швидкістю обчислювальних алгоритмів, наукоємних комп'ютерних технологій розв'язання задач обчислювальної та прикладної математики із заданими значеннями характеристики якості.

Ключові слова: обчислювальний алгоритм, наближений розв'язок, похибка наближеного розв'язку, оптимізація алгоритмів, резерви оптимізації обчислень, комп'ютерні технології.

Using reserves of optimization of calculations to solve complex problems / V.K. Zadiraka // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 51–67.

Abstract. The paper considers stages of the development of studies in optimization of computation in Ukraine, in particular, at the V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, related to elements of the theory of errors, computational algorithms that are optimal in terms of accuracy and speed, high-tech computer technologies for solving problems in computational and applied mathematics with given values of quality characteristics.

Keywords: computational algorithm, approximate solution, error of approximate solution, optimization of algorithms, optimization reserves of computation, computer technologies.

УДК 519.8

О моделях стохастической оптимизации для менеджмента водохранилищ с учетом рисков / Ю.М. Ермолев, Т.Ю. Ермолева, Т. Кахил, М. Оберштайнер, В.М. Горбачук, П.С. Кнопов // Кібернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 68–79.

Лл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 59 назв.

Аннотация. В статье приведен обзор публикаций по менеджменту водоемов и сформулирована новая модель стохастической динамической оптимизации для управления балансами водных масс в данной области. Предлагаемый подход стохастической оптимизации допускает использование таких множественных ключевых индикаторов результативности, как производство в отрасли сельского хозяйства и энергетики, защита от наводнений и водоохрана болотистых местностей, поддержка биоразнообразия и сохранение водоема. Двухэтапная особенность предлагаемой модели индуцирует условия безопасности на водоснабжение, известные как вероятностные ограничения в стохастической оптимизации — ограничения безопасности в ядерной энергетике, ограничения устойчивости в страховом бизнесе или ограничения на условную стоимость под риском в финансах. Исходную нелинейную, невыпуклую и часто разрывную модель можно свести к задачам линейного программирования.

Ключевые слова: стохастическая оптимизация, риск, менеджмент водных ресурсов, двухэтапная задача, экстремальные события.

Про моделі стохастичної оптимізації для менеджменту водосховищ з урахуванням ризиків / Ю.М. Ермолев, Т.Ю. Ермолева, Т. Кахил, М. Оберштайнер, В.М. Горбачук, П.С. Кнопов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 68–79.

Анотація. У статті наведено огляд публікацій з менеджменту водойм і побудовано нову модель стохастичної динамічної оптимізації для управління балансами водних мас у даній області. Запропонований підхід стохастичної оптимізації допускає такі множинні ключові індикатори результативності, як виробництво у галузі сільського господарства та енергетики, захист від повеней і водоохорона болотистих місцевостей, підтримка біорізноманіття і збереження водойми. Двоетапна особливість запропонованої моделі індукує умови безпеки на водопостачання, відомі як імовірнісні обмеження у стохастичній оптимізації — обмеження безпеки в ядерній енергетиці, обмеження стійкості у страховому бізнесі чи обмеження на умовну міру ризику у фінансах. Початкову нелінійну, неопуклу і часто розривну модель можна звести до задач лінійного програмування.

Ключові слова: стохастична оптимізація, ризик, менеджмент водних ресурсів, двоетапна задача, екстремальні події.

On stochastic optimization models for risk-based reservoir management / Yu. Ermoliev, T. Ermolieva, T. Kahil, M. Obersteiner, V. Gorbachuk, P. Knopov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 68–79.

Abstract. The paper provides an overview of publications on reservoir management and formulates a novel stochastic dynamic optimization model for controlling the water mass balances in the area affected. The proposed stochastic optimization approach allows multiple key performance indicators such as agriculture and energy production, wetland water and flood protection, biodiversity preservation, and reservoir storage. A two-stage feature of the proposed model induces the safety constraints on water supply known as chance

conditions in stochastic optimization – safety constraints in nuclear energy, stability constraints in insurance business, or constraints on the Conditional Value-at-Risk (CVaR) in finance. The original nonlinear, nonconvex and often discontinuous model can be reduced to linear programming problems.

Keywords: stochastic optimization, risk, water resource management, two-stage problem, extreme events.

УДК 519.6

Краевой эффект в оценке точности сеточного метода для решения дифференциального уравнения с дробной производной / В.Л. Макаров, Н.В. Майко // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 80–95.

Лл.: 0. Табл. 1. Библиогр.: 19 назв.

Аннотация. Построены и исследованы сеточные методы решения первой краевой задачи для дифференциального уравнения с производной Римана–Лиувилля дробного порядка. При помощи функции Грина краевая задача сводится к интегральному уравнению Фредгольма, для дискретизации которого применяются интерполяционные полиномы Лагранжа. Доказаны весовые оценки точности сеточных задач, учитывающие влияние краевого условия Дирихле. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в приграничных узлах сетки точность приближенного решения выше, чем в ее внутренних узлах. Теоретические результаты проиллюстрированы численным примером.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, краевое условие Дирихле, производная дробного порядка, сеточное решение, оценка погрешности, краевой эффект.

Крайовий ефект в оцінці точності сіткового методу для розв'язування диференціального рівняння з дробовою похідною / В.Л. Макаров, Н.В. Майко // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 80–95.

Анотація. Побудовано і досліджено сіткові методи розв'язування першої крайової задачі для диференціального рівняння з похідною Римана–Ліувілля дробового порядку. За допомогою функції Гріна крайову задачу зведено до інтегрального рівняння Фредгольма, для дискретизації якого застосовано інтерполяційні поліноми Лагранжа. Доведено вагові оцінки точності сіткових задач, які враховують вплив крайової умови Діріхле. Отримані результати свідчать про те, що точність наближеного розв'язку вища у приміжових вузлах сітки, ніж в її внутрішніх вузлах. Теоретичні результати проілюстровано чисельним прикладом.

Ключові слова: диференціальне рівняння, крайова умова Діріхле, похідна дробового порядку, сітковий розв'язок, оцінка похибки, крайовий ефект.

Boundary effect in error estimate of the grid method for solving a fractional differential equation / V.L. Makarov, N.V. Mayko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 80–95.

Abstract. We construct and analyze grid methods for solving the first boundary-value problem for an ordinary differential equation with the Riemann–Liouville fractional derivative. Using Green's function, we replace the boundary value problem by the Fredholm integral equation, which is then discretized by means of the Lagrange interpolation polynomials. We prove the weight error estimates, which take into account the impact of the Dirichlet boundary condition. All the results give us clear evidence that the accuracy order of the grid scheme is higher near the endpoint of the line segment than in the inner points of the mesh set. We provide a numerical example to support the theory.

Keywords: fractional differential equation, Dirichlet boundary condition, grid solution, error estimate, boundary effect.

УДК 519.8, 629.7

Разработка робастного алгоритма гарантированного эллипсоидального оценивания и его применение для ориентации искусственного спутника Земли / Н.Д. Панкратова, А.В. Шолохов // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 96–105.

Лл.: 3. Табл. 0. Библиогр.: 19 назв.

Аннотация. Разработан метод оценивания линейных многомерных динамических управляемых систем, возмущаемых только по одной фазовой координате. В системе также доступна измерению только одна фазовая координата, по которой не действует возмущение. Создан робастный алгоритм эллипсоидального оценивания, минимизирующий след матрицы эллипсоида, который аппроксимирует допустимое множество точечных оценок. Применение метода и работоспособность алгоритма показаны на примере оценивания курсового угла искусственного спутника Земли в процессе его движения по орбите. Для оценивания используются показания бортовых построителя местной вертикали и датчиков угловой скорости.

Ключевые слова: робастный алгоритм гарантированного эллипсоидального оценивания, ориентация искусственного спутника Земли, гироскопический датчик угловой скорости, инфракрасный построитель местной вертикали.

Розробка робастного алгоритму гарантованого еліпсоїдального оцінювання і його застосування для орієнтації штучного супутника Землі / Н.Д. Панкратова, О.В. Шолохов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 96–105.

Анотація. Розроблено метод оцінювання лінійних багатовимірних динамічних керованих систем, які збурюються тільки за однією фазовою координатою. У системі доступна вимірюванню також тільки одна фазова координата, вздовж якої не діє збурення. Створено робастний алгоритм еліпсоїдального оцінювання, який мінімізує слід матриці еліпсоїда, що апроксимує допустиму множину точкових оцінок. Застосування методу і працездатність алгоритму показано на прикладі оцінювання курсового кута штучного супутника Землі в процесі його руху по орбіті. Для оцінювання використовуються показання бортових побудовача місцевої вертикалі і датчиків кутової швидкості.

Ключові слова: робастний алгоритм гарантованого еліпсоїдального оцінювання, орієнтація штучного супутника Землі, гіроскопічний датчик кутової швидкості, інфрачервоний побудовувач місцевої вертикалі.

Development of the robust algorithm of the guaranteed ellipsoidal estimation and its application for orientation of the Earth artificial satellite / N.D. Pankratova, O.V. Sholokhov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 96–105.

Abstract. The method of estimation of linear multidimensional dynamic control systems perturbed by only one of the phase coordinates is developed in the paper. Only one phase coordinate on which perturbation is not operated is available for measurement in the system. A robust algorithm for ellipsoidal estimation is developed, which minimizes the trace of the matrix of ellipsoid that approximates admissible set of point estimates. Application of the method and efficiency of the algorithm are shown on the example of estimating the heading angle of an artificial Earth satellite during its orbital motion. The onboard builder of local vertical and angular velocity sensors are used for the estimation.

Keywords: robust algorithm of guaranteed ellipsoidal estimation, orientation of artificial Earth satellite, gyroscopic thahometer, infrared builder of local vertical.

УДК 519.6:551.511.6

Атмосферные процессы в элементах городской застройки / В.А. Прусов, А.Е. Дорошенко, Т.А. Сологуб // Кібернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 106–126.

Лл.: 11. Табл. 1. Бібліогр.: 30 назв.

Аннотация. Показаны эффективность и точность предлагаемых гидродинамической модели атмосферы, турбулентной модели замыкания, методов аппроксимации производных первого и второго порядков на неравномерной сетке и абсолютно устойчивая разностная схема на основе решения прикладных задач. Проведено сравнение результатов математического моделирования аэродинамики уличных каньонов с существующими теоретическими и экспериментальными данными. Исследовано влияние длины уличного каньона и высоты домов на характеристики воздушного потока в городской застройке. Показано, что изменение конфигурации городской застройки приводит не только к количественному, но и к существенному качественному изменению картины течения воздуха и его скорости.

Ключевые слова: гидродинамическая мезомасштабная модель атмосферы, разностная схема, замыкание модели турбулентности, скорость ветра, ротор скорости, прямоугольный канал, уличный каньон, городская застройка.

Атмосферні процеси в елементах міської забудови / В.А. Прусов, А.Ю. Дорошенко, Т.А. Сологуб // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 106–126.

Анотація. Продemonстровано ефективність і точність розроблених гідродинамічної моделі атмосфери, турбулентної моделі замикання, методів апроксимації похідних першого і другого порядків на нерівномірній сітці та абсолютно стійка різницева схема на основі розв'язання прикладних задач. Наведено порівняння результатів математичного моделювання аеродинаміки вуличних каньйонів з наявними теоретичними і експериментальними даними. Досліджено вплив довжини вуличного каньйону і висоти будинків на характеристики повітряного потоку в міській забудові. Показано, що зміна конфігурації міської забудови призводить не тільки до кількісної, але й до істотної якісної зміни картини течії повітря і його швидкості.

Ключові слова: гідродинамічна мезомасштабна модель атмосфери, різницева схема, замикання моделі турбулентності, швидкість вітру, ротор швидкості, прямокутний канал, вуличний каньйон, міська забудова.

Atmospheric processes in elements of urban construction / V.A. Prusov, A.Yu. Doroshenko, T.A. Sologub // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 106–126.

Abstract. The authors demonstrate the efficiency and accuracy of the developed hydrodynamic model of the atmosphere, turbulent closure model, methods for approximating the first- and second-order derivatives on an irregular grid, and the absolutely stable difference scheme based on the solution of applied problems. The results of mathematical modeling of aerodynamics of street canyons are compared with available theoretical and experimental data. The influence of the length of the street canyon and height of the houses on the characteristics of air flow in the urban development is investigated. It is shown that changes in the configuration

of urban development lead not only to quantitative but also to a significant qualitative change in air flow pattern and velocity.

Keywords: hydrodynamic mesoscale model of the atmosphere, difference scheme, closure of turbulence model, wind velocity, velocity rotor, rectangular channel, street canyon, urban development.

УДК 519.6

Методы линейной алгебры в задачах исследования некоторых классов нелинейных дискретно преобразующих систем. I. Мультипликативно нелинейные системы / В.А. Стоян // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 127–134.

Лл.: 0. Табл. 0. Библиогр.: 7 назв.

Аннотация. Рассмотрены идеи и методы псевдообращения линейных алгебраических систем для задач построения наилучшего среднеквадратического приближения к решению нелинейных дискретно преобразующих систем. Описаны случаи, когда форма нелинейности определяется декартовым произведением или итерационным уточнением линейно преобразованного входа. Построены псевдорешения квадратически нелинейных систем, а также систем произвольного порядка нелинейности и исследованы их точность и однозначность.

Ключевые слова: псевдообращение, нелинейные дискретно преобразующие системы, нелинейные алгебраические системы, мультипликативно нелинейные системы.

Методи лінійної алгебри в задачах дослідження деяких класів нелінійних дискретно перетворювальних систем. I. Мультиплікативно нелінійні системи / В.А. Стоян // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 127–134.

Анотація. Розглянуто ідеї і методи псевдообернення лінійних алгебраїчних систем для задач побудови найкращого середньоквадратичного наближення до розв'язків нелінійних дискретно перетворювальних систем. Наведено випадки, коли форму нелінійності визначають декартовим добутком або ітераційним уточненням лінійно перетвореного входу. Побудовано псевдорозв'язки квадратично нелінійних систем і систем довільного порядку не лінійності та досліджено їхню точність і однозначність.

Ключові слова: псевдообернення, нелінійні дискретно перетворювальні системи, нелінійні алгебраїчні системи, мультиплікативно нелінійні системи.

Methods of linear algebra in problems of the analysis of certain classes of nonlinear discretely transformative systems. I. Multiplicatively non-linear systems / V.A. Stoyan // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 127–134.

Abstract. The ideas and methods of pseudo-inversion of linear algebraic systems are propagated to problems of constructing the best root-mean square approximation to solutions of nonlinear discretely transformative systems. The cases are considered where the form of nonlinearity is defined by a Cartesian product or iterative specification of linearly transformed input. Pseudo-solutions of quadratic nonlinear systems and systems of arbitrary order of nonlinearity are constructed and analyzed for accuracy and uniqueness.

Keywords: pseudo-inversion, nonlinear discretely transformative systems, nonlinear algebraic systems, multiplicatively nonlinear systems.

УДК 519.6+51-74+621.791.011+539.43

Методы численного прогнозирования работоспособности сварных конструкций на компьютерах гибридной архитектуры / Е.А. Великоиваненко, А.С. Миленин, А.В. Попов, В.А. Сидорук, А.Н. Химич // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 135–148.

Лл.: 6. Табл. 0. Библиогр.: 21 назв.

Аннотация. Рассмотрены высокопроизводительные расчетные алгоритмы для компьютеров гибридной архитектуры для решения задач прогнозирования напряженно-деформированного состояния ответственных сварных конструкций с учетом зарождения и развития докритического разрушения металла по механизму малоциклового усталости. Предложены алгоритмы применительно к характерным задачам анализа работоспособности сварных трубопроводных элементов с дефектами несплошности металла коррозионной природы.

Ключевые слова: математическое моделирование, высокопроизводительные вычисления, гибридные алгоритмы, напряженно-деформированное состояние, вязкое разрушение, сварные конструкции.

Методи чисельного прогнозування роботоздатності зварних конструкцій на комп'ютерах гібридної архітектури / О.А. Великоіваненко, О.С. Міленін, О.В. Попов, В.А. Сидорук, О.М. Хімич // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 135–148.

Анотація. Розглянуто високопродуктивні розрахункові алгоритми для комп'ютерів гібридної архітектури з метою розв'язання задач прогнозування напружено-деформованого стану відповідальних

зварних конструкцій з урахуванням зародження і розвитку докритичного руйнування металу за механізмом малоциклової втоми. Запропоновано алгоритми для специфічних задач аналізу роботоздатності зварних трубопровідних елементів з дефектами несучільності металу корозійної природи.

Ключові слова: математичне моделювання, високопродуктивні обчислення, гібридні алгоритми, напружено-деформований стан, в'язке руйнування, зварні конструкції.

Methods of numerical forecasting of the working performance of welded structures on computers of hybrid architecture / E.A. Velikoivanenko, A.S. Milenin, A.V. Popov, V.A. Sidoruk, A.N. Khimich // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 135–148.

Abstract. The authors consider high-performance computational algorithms for computers of hybrid architecture to solve problems of predicting the stress-strain state of critical welded structures with regard for initiation and development of subcritical fracture of metal in accordance with the characteristic problems of analyzing the operability of welded pipeline elements with corrosive defects of metal discontinuity according to mechanism of low-cycle fatigue.

Keywords: mathematical modeling, high-performance computing, hybrid algorithms, stress-strain state, ductile fracture, welded structures.

УДК 517.977

Стратегии группового сближения в методе разрешающих функций для квазилинейных конфликтно-управляемых процессов / И.С. Раппопорт // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 149–163.

Лл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 29 назв.

Аннотация. Исследован метод разрешающих функций для стратегий группового сближения в квазилинейных конфликтно-управляемых процессах. Предложена модифицированная схема метода, обеспечивающая окончание игры за определенное гарантированное время в классе стробоскопических стратегий без дополнительных условий. Показаны результаты сравнения гарантированных времен различных схем метода разрешающих функций.

Ключевые слова: стратегия управления, групповое сближение, разрешающая функция, стробоскопическая стратегия.

Стратегії групового зближення у методі розв'язувальних функцій для квазілінійних конфліктно-керованих процесів / Й.С. Раппопорт // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 149–163.

Анотація. Досліджено метод розв'язувальних функцій для стратегій групового зближення у квазілінійних конфліктно-керованих процесів. Запропоновано модифіковану схему методу, що забезпечує закінчення гри за певний гарантований час у класі стробоскопічних стратегій без додаткових умов. Наведено результати порівняння гарантованих часів різних схем методу розв'язувальних функцій.

Ключові слова: стратегія керування, групове зближення, розв'язувальна функція, стробоскопічна стратегія.

Strategies of group approach in the method of resolving functions for quasilinear conflict-controlled processes / J.S. Rappoport // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 149–163.

Abstract. The paper analyzed the resolving-functions method as applied to strategies of group approach for quasilinear conflict-controlled processes. A modified scheme of the method is proposed. This scheme ensures the end of a game within a certain guaranteed time period in the class of stroboscopic strategies without any subsidiary conditions. The guaranteed times for various schemes of the resolving-functions method are compared.

Keywords: control strategies, group approach, resolving-function, stroboscopic strategy.

УДК 532.22

Непрерывная модель разрушительной осцилляционной динамики локальной популяции вредителя леса в Канаде / А.Ю. Переварюха // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 1. С. 164–177.

Лл.: 9. Табл. 0. Бібліогр.: 19 назв.

Аннотация. Описано резкое и продолжительное изменение в развитии популяционных процессов, требующее усовершенствования математических методов. Необычная смена фаз в развитии массовых размножений вредителей леса обусловила идею разработки новой модели, в которой важен не итоговый вид асимптотически устойчивого состояния после бифуркаций, а переходный режим. Явление, отождествляемое в исследованиях по экологии с популяционными вспышками (нестационарными разнородными процессами), в конкретной ситуации предложено рассматривать в контексте длительного колебательного режима как пик фазы резких негармонических осцилляций. Новая динамическая модель в фор-

ме дифференциального уравнения описывает убывающую псевдопериодическую траекторию затухания внезапных резких колебаний, реализующих безбифуркационный сценарий самопроизвольного завершения для особого варианта массовых размножений вредителя леса на примере ситуации в двух провинциях Восточной Канады.

Ключевые слова: непрерывная модель популяции, взрывообразная динамика популяционной вспышки насекомых, переходный режим осцилляций, затухание цикла, вспышки вредителя леса в Канаде.

Неперервна модель руйнівної коливальної динаміки локальної популяції шкідника лісу в Канаді / А.Ю. Переварюха // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 164–177.

Анотація. Описано різку і тривалу зміну в розвитку популяційних процесів, що вимагає вдосконалення математичних методів. Незвичайна зміна фаз у розвитку масових розмножень шкідників лісу спричинила ідею розроблення нової моделі, у якій важливим буде не підсумковий вигляд асимптотично стійкого стану після бифуркацій, а перехідний режим. Явище, яке в дослідженнях з екології ототожнюють з популяційними спалахами (нестационарними різномірними процесами), у конкретній ситуації запропоновано розглядати у контексті тривалого коливального режиму як пік фази різких негармонійних осциляцій. Нова динамічна модель у формі диференціального рівняння описує спадну псевдоперіодичну траєкторію згасання раптових різких коливань, що реалізують безбифуркаційний сценарій мимовільного завершення для особливого варіанту масових розмножень шкідника лісів на прикладі ситуації в двох провінціях Східної Канади.

Ключові слова: неперервна модель популяції, вибухоподібна динаміка популяційного спалаху комах, перехідний режим осциляцій, згасання циклу, спалахи шкідника лісу в Канаді.

Continuous model for the devastating oscillation dynamics of local forest pest populations in Canada / A.Yu. Perevaryukha // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 1. P. 164–177.

Abstract. A sharp and prolonged change in the development of population processes requires the mathematical methods to be improved. Unusual phase changes in the development of mass reproduction of insect species dictates the idea to develop a new model, where not the final form of the asymptotically stable state after bifurcations will be important, but the transitional mode. The phenomenon, which is identified in environmental studies with a population outbreak, in a particular situation is proposed to be considered within the context of a long oscillatory mode, only as a peak of the phase of sharp nonharmonic oscillations. The new dynamic model in the form of a differential equation describes a decreasing pseudoperiodic trajectory of damping of sudden sharp oscillations, which realize a non-bifurcation scenario of spontaneous completion for a particular variant of mass reproduction of the pest. A situation in the two provinces in East Canada are considered as an example.

Keywords: continuous model of the population, explosive dynamics of insects, transient oscillation mode, cycle damping, forest pest outbreaks in Canada.

НОВІ ЗАСОБИ КІБЕРНЕТИКИ, ІНФОРМАТИКИ, ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

NEW TOOLS IN CYBERNETICS, COMPUTER SCIENCE, AND SYSTEM ANALYSIS

УДК 519.64+519.86:53.072

Задачи, методы и алгоритмы в моделях физических основ элементов оптических компьютеров / В.Н. Старков, П.М. Томчук // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 178–192.

Лл.: 6. Табл. 0. Бібліогр.: 25 назв.

Аннотация. Рассмотрены два варианта задач, возникающих при разработке оптических компьютеров. Первый вариант связан с математическим исследованием проблем оптической бистабильности при многопучковом взаимодействии лазерного излучения в нелинейных средах. Существование оптической бистабильности подтверждено результатами решения краевой задачи для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений. В общем случае нестационарного процесса задача сведена к решению системы двух нелинейных интегральных уравнений относительно комплексных амплитуд интерференционных картин. Исследованию процессов поглощения и рассеяния света наноматериалами посвящен второй вариант задач. В результате получено многомерное интегральное уравнение относительно комплексной амплитуды электрического поля. Принципиально важной особенностью этого уравнения является его сингулярность внутри наночастицы.

Ключевые слова: бистабильность, оптический компьютер, математическая модель, лазерное взаимодействие, интегральное уравнение.

Задачі, методи і алгоритми в моделях фізичних основ елементів оптичних комп'ютерів / В.М. Старков, П.М. Томчук // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 1. С. 178–192.

Анотація. Розглянуто два варіанти задач, що виникають під час розроблення оптичних комп'ютерів. Перший варіант пов'язаний з математичним дослідженням проблем оптичної бістабільності для багатопучкової лазерної взаємодії в нелінійних середовищах. Існування оптичної бістабільності підтверджують результати розв'язання крайової задачі для системи нелінійних звичайних диференціальних

рівнянь. У загальному випадку нестационарного процесу задачу зведено до розв'язання системи двох нелінійних інтегральних рівнянь відносно комплексних амплітуд інтерференційних картин. Процеси поглинання і розсіювання світла матеріалами досліджено в другому варіанті задач. У результаті одержано багатовимірне інтегральне рівняння відносно комплексної амплітуди електричного поля. Принципово важливою властивістю рівняння є його сингулярність всередині наночастинки.

Ключові слова: бістабільність, оптичний комп'ютер, математична модель, лазерна взаємодія, інтегральне рівняння.

Problems, methods, and algorithms in the models of physical fundamentals of the elements of optical computers / V.N. Starkov, P.M. Tomchuk // *Kibernetika i sistemnyj analiz*. 2019. Vol. 55, N 1. P. 178–192.

Abstract. The paper considers two variants of problems that arise in the development of optical computers. The first variant is related to the mathematical analysis of optical bistability in case of multibeam interaction of laser radiation in nonlinear media. The presence of this phenomenon follows from the solution of the boundary-value problem for a system of nonlinear ordinary differential equations. In the general case of an arbitrary nonstationary process, the problem reduces to solving a system of two nonlinear integral equations with respect to complex amplitudes describing interference patterns. The other region of our study concerns absorption and scattering of light by nanomaterials. As the result, a multidimensional integral equation with respect to the complex amplitude of electric field was derived. A very important property of this equation is its singularity inside the nanoparticle.

Keywords: bistability, optical computer, mathematical model, laser interaction, integral equation.