

КИБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 004.896

Проблемы построения интеллектуальных систем. Представление знаний / В.Ю. Мейтус // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 3–14.

Лл.: 1. Табл. 0. Библиогр.: 8 назв.

Аннотация. Рассмотрено построение формальной модели предметной области для интеллектуальной системы, использующей интеллект с дескрипционной логикой. Созданы три взаимосвязанные категориальные модели. В частности определено представление знаний о предметной области в виде категории знаний. Рассмотрены отдельные свойства введенных категорий и связь категории знаний с возможностью решения задач в моделируемой предметной области.

Ключевые слова: интеллект, интеллектуальная система, предметная область, дескрипционная логика, модель предметной области, знание, интенционал, онтология, категория знаний.

Проблеми побудови інтелектуальних систем. Подання знань / В.Ю. Мейтус // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 3–14.

Анотація. Розглянуто побудову формальної моделі предметної області для інтелектуальної системи, що використовує інтелект з дескрипційною логікою. Створено три взаємопов'язані моделі у вигляді категорій. Зокрема, визначено подання знань про предметну область у вигляді категорії знань. Розглянуто окремі властивості введених категорій і зв'язок категорії знань з можливістю розв'язання задач у предметній області, що моделюється.

Ключові слова: інтелект, інтелектуальна система, предметна область, дескрипційна логіка, модель предметної області, знання, інтенціонал, онтологія, категорія знань.

Problems of constructing intelligent systems. Knowledge representation / V. Meytus // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 3–14.

Abstract. Construction of a formal domain model for an intelligent system using intelligence with descriptive logic is considered. Three interrelated category models are created. In particular, the representation of knowledge about the subject area is defined as a category of knowledge. The individual properties of the introduced categories and the relationship of the category of knowledge with the ability to solve problems in the modeled subject area are considered.

Keywords: intelligence, intelligent system, subject domain, description logic, domain model, knowledge, intensional, ontology, category of knowledge.

УДК 517.9

Эффективный метод исследования устойчивости существенно нелинейных динамических систем / Э.Р. Смольяков // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 15–23.

Лл.: 0. Табл. 0. Библиогр.: 5 назв.

Аннотация. Приведен простой и быстрый метод оценки асимптотической устойчивости существенно нелинейных динамических систем, в частности систем большой размерности, для которых ряды Тейлора разложения правых частей дифференциальных уравнений сходятся медленно и сумма членов выше второго порядка малости может значительно превышать величину любого члена второго порядка. В таком случае метод функций Ляпунова не может гарантировать корректную оценку устойчивости. В основе предложенного метода — процедура максимизации скорости изменения метрики пространства возмущенного состояния, которая только в частных случаях может оказаться одновременно и функцией Ляпунова. Описанная методика не рассчитана на оценку устойчивости линейных систем.

Ключевые слова: устойчивость движения, нелинейные динамические системы.

Ефективний метод дослідження стійкості істотно нелінійних динамічних систем / Е.Р. Смольяков // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 15–23.

Анотація. Наведено простий і швидкий метод оцінювання асимптотичної стійкості істотно нелінійних динамічних систем, зокрема систем великої розмірності, для яких ряди Тейлора розвинення правих частин диференціальних рівнянь збігаються повільно і сума членів вище другого порядку малості може суттєво перевищувати величину будь-якого члена другого порядку. У такому випадку метод функцій Ляпунова не може гарантувати коректної оцінки стійкості. В основі запропонованого методу — процедура максимізації швидкості зміни метрики простору збуреного стану, яка лише в окремих випадках може бути одночасно і функцією Ляпунова. Описана методика не розрахована на оцінювання стійкості лінійних систем.

Ключові слова: стійкість, нелінійні динамічні системи.

An efficient method of stability analysis for highly nonlinear dynamic systems / E.R. Smol'yakov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 15–23.

Abstract. A simple and quick method is proposed for estimation of the asymptotic stability of highly nonlinear dynamic systems, in particular, of the high-dimensional systems for which Taylor series of the right-hand sides of the differential equations converge very slowly. In this case, the sum of terms of the order of smallness higher than two can substantially exceed the value of any term of second order. In this case, Lyapunov's method cannot guarantee correct stability estimate. The new method is based on the procedure of maximization of the velocity of variation in metrics of the perturbed state space. This metrics can at the same time also be a Lyapunov function. The proposed new method is not intended for the stability estimate of linear systems.

Keywords: motion stability, nonlinear dynamic systems.

УДК 514.01

Аксиомы неоднородной геометрии / Ю.Г. Григорьян // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 24–32.

Лл.: 4. Табл. 0. Бібліогр.: 6 назв.

Аннотация. Работа основана на гипотезе Лобачевского, что пространство на различных участках удовлетворяет различным геометриям: евклидовой, неевклидовой, проективной. На базе теории арифметических графов построены три системы алгебраических уравнений, вложенных в дискретное метрическое пространство, в котором точка — целое число, позволяющее определить прямую, плоскость и другие элементы, исключением является 0.

Ключевые слова: неклассическая геометрия, модель, геометрия, пространство.

Аксиомы неоднорідної геометрії / Ю.Г. Григор'ян // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 24–32.

Анотация. Работа ґрунтується на гіпотезі Лобачевського, що простір на різних ділянках задовольняє різній геометрії: евклідовій, неевклідовій, проективній. На базі теорії арифметичних графів побудовано три системи алгебраїчних рівнянь, укладених у дискретний метричний простір, в якому точка — це ціле число, що дозволяє визначити пряму, площину та інші елементи, винятком є 0.

Ключові слова: некласична геометрія, модель, геометрія, простір.

Axioms of heterogeneous geometry / Yu. Grigoryan // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 24–32.

Abstract. The study is based on Lobachevski's hypothesis that the space at different areas satisfies various geometries: Euclidean, non-Euclidean, projective. On the basis of the arithmetic graph theory, three systems of algebraic equations were constructed. The systems are embedded in a discrete metric space in which point is an integer that allows defining a straight line, a plane, and other elements, except for 0.

Keywords: nonclassical geometry, model, geometry, space.

УДК 681.322.012

Новый быстрый рекурсивный алгоритм умножения матриц / Л.Д. Елфимова // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 33–38.

Лл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 7 назв.

Аннотация. Запропоновано новий рекурсивний алгоритм множення матриць порядку $n = 2^q$ ($q > 1$), в якому як базовий застосовується швидкий гібридний алгоритм множення матриць порядку $n = 4\mu$, коли $\mu = 2^{q-1}$ ($q > 0$). Порівняно з відомими рекурсивними алгоритмами Штрассена та Винограда–Штрассена цей алгоритм дозволяє мінімізувати на 7% мультиплікативну складність, яка дорівнює $W_M \approx 0.932n^{2.807}$ операцій множення на глибині рекурсії $d = \log_2 n - 3$, та скоротити вектор обчислень на три рекурсивних кроки. Наведено оцінку мультиплікативної складності представленого алгоритму.

Ключевые слова: линейная алгебра, блочно-рекурсивные алгоритмы Штрассена и Винограда–Штрассена, семейство быстрых гибридных алгоритмов умножения матриц.

Новий швидкий рекурсивний алгоритм множення матриць / Л.Д. Єлфімова // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 33–38.

Анотация. Предложен новый рекурсивный алгоритм умножения матриц порядка $n = 2^q$ ($q > 1$), в котором в качестве базового применяется быстрый гибридный алгоритм умножения матриц порядка 4μ при $\mu = 2^{q-1}$ ($q > 0$). По сравнению с известными рекурсивными алгоритмами Штрассена и Винограда–Штрассена данный алгоритм позволяет минимизировать на 7% мультипликативную сложность, равную $W_M \approx 0.932n^{2.807}$ операций умножения на глубине рекурсии $d = \log_2 n - 3$, и сократить вектор вычислений на три рекурсивных шага. Дана оценка мультипликативной сложности представленного алгоритма.

Ключові слова: лінійна алгебра, блочно-рекурсивні алгоритми Штрассена та Винограда–Штрассена, сімейство швидких гібридних алгоритмів множення матриць.

Abstract. A new recursive algorithm is proposed for multiplying matrices of order $n = 2^q$ ($q > 1$). This algorithm is based on fast hybrid algorithm for multiplying matrices of order $n = 4\mu$ for $\mu = 2^{q-1}$ ($q > 0$). As compared with the well-known recursive Strassen's and Winograd–Strassen's algorithms, the new algorithm minimizes by 7% the multiplicative complexity equal to $W_m \approx 0.932n^{2.807}$ multiplication operations at recursive level $d = \log_2 n - 3$ and reduces the computation vector by three recursive steps. The multiplicative complexity of the algorithm is estimated.

Keywords: linear algebra, Strassen's and Winograd–Strassen's block-recursive matrix multiplication algorithms, family of fast hybrid matrix multiplication algorithms.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

УДК 517.9

Качественный и количественный анализ слабых решений энергобалансных климатологических моделей / М.З. Згуровский, П.О. Касьянов, Н.В. Горбань, Л.С. Палийчук // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 39–49.

Лл.: 1. Табл. 0. Бібліогр.: 30 назв.

Аннотация. Проведен качественный анализ динамики решений климатологической модели энергетического баланса Будико–Селлерса, рассмотренной на римановом многообразии без края. Установлено глобальное существование слабого решения исследуемой задачи с произвольными начальными данными из фазового пространства, изучены его свойства и регулярность. Доказаны теоремы существования глобального и траекторного аттракторов для многозначного полупотока, порожденного всеми слабыми решениями задачи. Изучены свойства аттракторов, установлена взаимосвязь между ними и пространством полных траекторий задачи. Исследованы характер притяжения решений к глобальному и траекторному аттракторам и структура аттракторов. Установлена конечномерность с точностью до малого параметра динамики решений задачи.

Ключевые слова: климатологическая модель энергетического баланса Будико–Селлерса, глобальный аттрактор, траекторный аттрактор, конечномерность с точностью до малого параметра, многозначный полупоток, слабое решение, уравнение реакции–диффузии.

Якісний і кількісний аналіз слабких розв'язків енергобалансних кліматологічних моделей / М.З. Згуровський, П.О. Касьянов, Н.В. Горбань, Л.С. Палійчук // Кибernetика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 39–49.

Анотация. Проведено якісний аналіз динаміки розв'язків кліматологічної моделі енергетичного балансу Будико–Селлерса, яка розглянута на римановому многовиді без краю. Встановлено глобальне існування слабого розв'язку досліджуваної задачі з довільними початковими даними з фазового простору, вивчено його властивості та регулярність. Доведено теореми існування глобального та траекторного аттракторів для багатозначного напівпотoku, породженого всіма слабкими розв'язками задачі. Вивчено властивості аттракторів, встановлено взаємозв'язок між ними та простором повних траекторій задачі. Досліджено характер притягнення розв'язків до глобального і траекторного аттракторів та їхню структуру. Встановлено скінченновимірність з точністю до малого параметра динаміки розв'язків задачі.

Ключові слова: кліматологічна модель енергетичного балансу Будико–Селлерса, глобальний аттрактор, траекторний аттрактор, скінченновимірність з точністю до малого параметра, багатозначний напівпотік, слабкий розв'язок, рівняння реакції–дифузії.

Qualitative and quantitative analysis of weak solutions of energy-balance climatological models / M.Z. Zgurovsky, P.O. Kasyanov, N.V. Gorban, L.S. Pallichuk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 39–49.

Abstract. A qualitative analysis of the solutions behavior for the Budyko–Sellers energy balance climate model, considered on the Riemannian manifold without boundary is carried out. The global existence of the weak solution for the investigated problem with arbitrary initial data from the phase space is established. Solutions' properties and regularity are analyzed. The theorems on the existence of global and trajectory attractors for multi-valued semi-flow generated by all weak solutions of the problem are proved. The properties of attractors are analyzed. The relationship between attractors and the space of complete trajectories for the problem is established. The character of attraction of solutions to global and trajectory attractors and their structure are investigated. The finite-dimensionality up to a small parameter of the solutions dynamics is obtained.

Keywords: Budyko–Sellers energy balance climate model, global attractor, trajectory attractor, finite-dimensionality up to a small parameter, multi-valued semi-flow, weak solution, reaction–diffusion equation.

УДК 519.168

Задача выбора пропускных способностей дуг с ограничением на время задержки потоков / А.Н. Трофимчук, В.А. Васянин // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 50–60.

Лл.: 4. Табл. 1. Бібліогр.: 20 назв.

Аннотация. Рассмотрена задача выбора пропускных способностей дуг из заданного набора, актуальная при распределении потоков в многопродуктовых коммуникационных сетях с ограничением на время задержки потоков. Доказано, что такая задача является NP-трудной. Приведены алгоритмы приближенного решения задачи и результаты их экспериментального сравнения с точным переборным алгоритмом на основе генерации последовательности двоично-отраженных кодов Грея. Отмечено, что получение точного решения возможно с использованием псевдополиномиальных алгоритмов для 0–1 задачи о ранце с мультивыбором.

Ключевые слова: потоки в сетях, время задержки потоков, задачи комбинаторной оптимизации.

Задача вибору пропускних спроможностей дуг з обмеженням на час затримки потоків / О.М. Трофимчук, В.О. Васянин // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 50–60.

Анотація. Розглянуто задачу вибору пропускних спроможностей дуг із заданого набору, актуальну для розподілу потоків в багатопродуктових комунікаційних мережах з обмеженням на час затримки потоків. Доведено, що така задача є NP-складною. Наведено алгоритми наближеного розв'язання задачі та результати їхнього експериментального порівняння з точним переборним алгоритмом на основі генерації послідовності двійково-відображених кодів Грея. Відзначено, що отримання точного розв'язку можливо з використанням псевдополіноміальних алгоритмів для 0–1 задачі про ранець з мультивибором.

Ключові слова: потоки у мережах, час затримки потоків, задачі комбінаторної оптимізації.

Choosing the capacity of arcs with constraint on flow delay time / O.M. Trofymchuk, V.A. Vasyanin // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 50–60.

Abstract. The authors consider the problem of choosing the capacity arcs from a given set, which is important in flow distribution in multicommodity communication networks with constraint on flow delay time. It is proved that such problem is NP-hard. The algorithms for the approximate solution of the problem and results of their experimental comparison with exact algorithm based on generating a sequence of binary reflected Gray codes are given. It is noted that obtaining an exact solution is possible with the use of pseudopolynomial algorithms for the 0–1 Multiple-choice Knapsack Problem.

Keywords: flows in networks, flow delay time, combinatorial optimization problems

УДК 519.63

Дискретный спектр оператора Лапласа с разными условиями на границе произвольного треугольника / В.Г. Приказчиков // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 61–70.

Лл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 2 назв.

Аннотация. Найдены в явном виде формулы для множества собственных функций и собственных чисел оператора Лапласа с разными краевыми условиями на сторонах произвольного треугольника. Получены новые результаты в спектральной теории, которые имеют практический интерес при изучении частот и форм вибрации треугольных мембран произвольной формы.

Ключевые слова: спектр, оператор Лапласа, треугольник, краевые условия Дирихле и Неймана.

Дискретний спектр оператора Лапласа з різними умовами на межі довільного трикутника / В.Г. Приказчиков // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 61–70.

Анотація. Знайдено в явному вигляді формули для множин власних функцій та власних значень оператора Лапласа з різними крайовими умовами на сторонах довільного трикутника. Отримано нові результати в спектральній теорії, які становлять практичний інтерес у вивченні частот і форм вібрації трикутних мембран довільної форми.

Ключові слова: спектр, оператор Лапласа, трикутник, крайові умови Діріхле та Неймана.

Discrete spectrum of the Laplace operator for an arbitrary triangle with different boundary conditions / V.G. Prikazchikov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 61–70.

Abstract. In the paper, we obtain the explicit formulas for a set of eigenvalues and eigenfunctions of the Laplace operator in an arbitrary triangle with different boundary conditions. The paper presents new results in the spectral theory, which are of practical interest in the analysis of the vibrations of triangular membranes.

Keywords: spectrum, Laplace operator, triangle, Dirichlet's and Neumann's boundary conditions.

УДК 519.85

Формализация задач оптимизации пространственных конфигураций с использованием специального класса функций / С.В. Яковлев // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 71–80.

Лл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 41 назв.

Аннотация. Предложен подход к исследованию задач оптимизации пространственных конфигураций на основе формирования конфигурационных пространств геометрических объектов. В зависимости от выбора обобщенных переменных исследованы различные классы пространственных конфигураций. Введен класс функций в конфигурационном пространстве геометрических объектов, позволяющий предложить новые и развить существующие подходы для формализации задач оптимизации пространственных конфигураций. Рассмотрена задача размещения круговых объектов в ограниченной области по критерию минимизации суммарной площади их попарных пересечений.

Ключевые слова: геометрический объект, конфигурационное пространство, обобщенные переменные, оптимизация, размещение, покрытие.

Формалізація задач оптимізації просторових конфігурацій з використанням спеціального класу функцій / С.В. Яковлев // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С.71–80.

Анотація. Запропоновано підхід до дослідження задач оптимізації просторових конфігурацій на основі формування конфігураційних просторів геометричних об'єктів. Залежно від вибору узагальнених змінних досліджено різні класи просторових конфігурацій. Уведено клас функцій в конфігураційному просторі геометричних об'єктів, що дозволяє запропонувати нові і розвинути наявні підходи до формалізації задач оптимізації просторових конфігурацій. Розглянуто задачу розміщення кругових об'єктів в обмеженій області за критерієм мінімізації сумарної площі їхніх попарних перетинів.

Ключові слова: геометричний об'єкт, конфігураційний простір, узагальнені змінні, оптимізація, розміщення, покриття.

Formalization of spatial configuration optimization problems with a special function class / S.V. Yakovlev // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 71–80.

Abstract. An approach to the study of optimization problems of spatial configurations based on the formation of configuration spaces of geometric objects is proposed. Depending on the choice of generalized variables, various classes of spatial configurations are investigated. A class of functions in the configuration space of geometric objects is introduced, which allows us to propose new and develop available approaches for the formalization of optimization problems for spatial configurations. The problem of placing circular objects in a limited area by the criterion of minimizing the total area of their pairwise intersections is considered.

Keywords: geometric object, configuration space, generalized variables, optimization, placement, coverage.

UDC 519.2

Статистический вывод для многократно цензурированной слева выборки типа I для распределения Вейбулла / М. Фусек, Я. Михалек // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 81–96.

Лл.: 4. Табл. 6. Бібліогр.: 35 назв.

Аннотация. Во многих областях науки часто встречаются задачи с цензурированными слева данными с одной или несколькими границами обнаружения. В данной работе предложена процедура для вычисления оценок максимальной правдоподобности параметров многократного цензурирования слева типа I для распределения Вейбулла с учетом разного числа границ обнаружения. Ожидаемая информационная матрица Фишера определена аналитически и ее вид сравнен с выборочной (наблюдаемой) информационной матрицей Фишера. Моделирование основано, главным образом, на свойствах оценок выборок малых размеров. Примеры проиллюстрированы на реальных данных.

Ключевые слова: многократно цензурированная слева выборка, оценка максимальной правдоподобности, распределение Вейбулла, информационная матрица Фишера, цензурирование типа I.

Статистичне виведення для багаторазово цензурованої зліва вибірки типу I для розподілу Вейбулла / М. Фусек, Я. Міхалек // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 81–96.

Анотація. У багатьох галузях науки часто зустрічаються задачі з цензурованими зліва даними з однією або кількома межами виявлення. У цій роботі запропоновано процедуру для обчислення оцінок максимальної правдоподібності параметрів багаторазового цензурування зліва типу I з розподілу Вейбулла з урахуванням різної кількості меж виявлення. Очікувану інформаційну матрицю Фішера визначено аналітично та її вигляд порівняно з вибірковою (спостережуваною) інформаційною матрицею Фішера. Моделювання здебільшого ґрунтується на властивостях оцінок вибірок малих розмірів. Приклади проілюстровано на реальних даних.

Ключові слова: багаторазово цензурована зліва вибірка, оцінка максимальної правдоподібності, розподіл Вейбулла, інформаційна матриця Фішера, цензурування типу I.

Statistical inference for type I multiply left-censored samples from Weibull distribution / M. Fusek, J. Michalek // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 81–96.

Abstract. Left-censored data with one or more detection limits occur frequently in many application areas. In this paper, the computational procedure for calculation of maximum likelihood estimates of the parameters for type I multiply left-censored data from underlying Weibull distribution is suggested and used considering various numbers of detection limits. The expected Fisher information matrix is analytically determined and its performance is compared with sample (observed) Fisher information matrix using simulations. Simulations are focused primarily on the properties of estimators for small sample sizes. Real data illustration is included.

Keywords: Fisher information matrix, maximum likelihood estimator, multiply left-censored sample, type I censoring, Weibull distribution.

УДК 519.622

Оптимизация размещения сосредоточенных источников и точек контроля процесса нагрева пластины / К.Р. Айда-заде, В.А. Гашимов // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 97–108.

Лл.: 1. Табл. 1. Библиогр.: 15 назв.

Аннотация. На примере управления процессом нагрева тонкой пластины предложен подход для синтеза сосредоточенных управлений объектами с распределенными параметрами. Одновременно оптимизируются места расположения как управляющих сосредоточенных воздействий, так и точек контроля. Получены формулы для компонент градиента функционала по оптимизируемым параметрам, позволяющие использовать методы оптимизации первого порядка для численного решения задачи.

Ключевые слова: процесс нагрева, тонкая пластина, синтез управления, точечный источник, точка замера, нелокальное условие, метод проекции градиента.

Оптимізація розміщення зосереджених джерел і точок контролю за процесом нагрівання пластины / К.Р. Айда-заде, В.А. Гашимов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 97–108.

Анотація. На прикладі керування процесом нагрівання тонкої пластины запропоновано підхід до синтезу зосереджених керувань об'єктами з розподіленими параметрами. Одночасно оптимізуються місця розміщення як керувальних зосереджених впливів, так і точок контролю. Отримано формули для компонентів градієнта функціоналу за оптимізованими параметрами, що дають змогу використовувати методи оптимізації першого порядку для чисельного розв'язання задачі.

Ключові слова: процес нагрівання, тонка пластина, синтез керування, точкове джерело, точка вимірювання, нелокальна умова, метод проєкції градієнта.

Optimizing the arrangement of lumped sources and measurement points of plate heating process / K.R. Aida-zade, V.A. Hashimov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 97–108.

Abstract. Using the example of control of the heating process of a thin plate, the authors propose an approach for the synthesis of lumped controls of objects with distributed parameters. At the same time, the locations of both lumped controls and control points are optimized. Formulas for the components of the functional gradient are obtained for the optimized parameters. They allow using first-order optimization methods for numerical solution of the problem.

Keywords: heating, thin plate, synthesis of control, point source, measurement point, non-local condition, gradient projection method.

УДК 533.6.013.42

Численное решение двухточечных задач статики распределенных протяженных систем с помощью метода Нелдера–Мида / Ю.И. Калюх, А.Н. Трофимчук, А.Г. Лебедь // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 109–118.

Лл.: 7. Табл. 0. Библиогр.: 17 назв.

Аннотация. Описан численный алгоритм сведения обратных задач статики распределенных протяженных систем в поле массовых и поверхностных сил к задаче нелинейного программирования, для решения которых апробированы численные методы. Изменение размерности решаемой физической задачи не приводит к модификации всего численного алгоритма, а лишь к замене некоторых его блоков. В качестве примеров численного решения задач нелинейного программирования исследованы задачи определения силовых и геометрических характеристик глубинного водозабора АЭС, коэффициента жесткости якорной связи полупогруженной буровой платформы и оценки качества отводителя.

Ключевые слова: двухточечная задача, квадратическая функция, протяженная система, численное моделирование, метод Нелдера–Мида.

Чисельне розв'язання двоточкових задач статички розподілених протяжних систем за допомогою методу Нелдера-Міда / Ю.І. Калюх, О.М. Трофимчук, О.Г. Лебідь // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 109–118.

Анотація. Описано чисельний алгоритм зведення обернених задач статички розподілених протяжних систем у полі масових і поверхневих сил до задачі нелінійного програмування, для розв'язування яких апробовано чисельні методи. Зміна розмірності розв'язуваної фізичної задачі не призводить до модифікації всього чисельного алгоритму, а лише до заміни деяких його блоків. Як приклади чисельного розв'язання задач нелінійного програмування досліджено задачі визначення силових і геометричних характеристик глибинного водозабору АЕС, коефіцієнта жорсткості якірного зв'язку напівзануреної бурової платформи та оцінювання якості відвідника.

Ключові слова: доточкове завдання, квадратична функція, протяжна система, чисельне моделювання, метод Нелдера-Міда.

Numerical solution of two-point static problems for distributed extended systems by means of the Nelder–Mead method / Yu. I. Kaliukh, O. Trofymchuk, O. Lebid // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 109–118.

Abstract. A numerical algorithm is described for reducing two-point static problems of distributed extended systems in the field of mass and surface forces to a nonlinear programming problem that can be solved by numerical methods. A change in the dimension of the physical problem being solved does not change the entire numerical algorithm, but only leads to the replacement of some of its blocks. Numerical examples illustrating the described algorithm are given. The problems of determining the power and geometric characteristics of the deep water intake of nuclear power plants, assessing the quality of the diverter and determining the stiffness coefficient of the anchor coupling of the semi-submersible drilling platform are considered as examples of the non-linear programming problems

Keywords: two-point problem, quadratic functions, extended system, numerical modeling, Nelder–Mead method.

УДК 602.1:519.85:53.082.9:616-07

Использование дифференциальных уравнений с запаздыванием на гексагональной решетке для моделирования иммуносенсоров / В.П. Марценюк, А.С. Сверстюк, И.С. Гвоздецкая // Кібернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 119–132.

Л.: 4. Табл. 0. Бібліогр.: 21 назв.

Аннотация. Предложена модель иммуносенсора, основанная на системе дифференциальных уравнений с запаздыванием на гексагональной решетке. Приведен результат — условия локальной асимптотической устойчивости эндемического состояния. Применен метод функционалов Ляпунова, сочетающий общий подход к их построению для моделей хищник–жертва с использованием дифференциальных уравнений с запаздыванием на гексагональной решетке. Численным примером показано их влияние на устойчивость величины запаздывания, а именно переход от устойчивого фокуса через бифуркацию Хопфа к предельному циклу.

Ключевые слова: биосенсор, иммуносенсор, дифференциальные уравнения на гексагональной решетке, дифференциальные уравнения с запаздыванием, асимптотическая устойчивость, функционал Ляпунова.

Використання диференціальних рівнянь із запізненням на гексагональній решітці для моделювання імуносенсорів / В.П. Марценюк, А.С. Сверстюк, І.С. Гвоздецька // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 119–132.

Анотація. Запропоновано модель імуносенсора, яка ґрунтується на системі диференціальних рівнянь із запізненням на гексагональній решітці. Наведено результат — умови локальної асимптотичної стійкості ендемічного стану. Використано метод функціоналів Ляпунова, який поєднує загальний підхід до побудови функціоналів Ляпунова моделей хижак–жертва з використанням диференціальних рівнянь із запізненням на гексагональній решітці. Чисельний приклад показав вплив на стійкість величини запізнення, а саме, перехід від стійкого фокуса через бифуркацію Хопфа до граничного циклу.

Ключові слова: біосенсор, імуносенсор, диференціальні рівняння на гексагональній решітці, диференціальні рівняння із запізненням, асимптотична стійкість, функціонал Ляпунова.

Application of differential equations with time delay on a hexagonal lattice for immunosensor modeling / V. Martsenyuk, A. Sverstiuk, I.S. Gvozdetzka // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 119–132.

Abstract. A model of immunosensor is proposed, which is based on the system of differential equations with time delay on a hexagonal lattice. The main result is conditions of local asymptotic stability of endemic state. To this end, the method of Lyapunov functionals is used. It combines the general approach to construction of Lyapunov functionals for the predator-prey models and differential equations with time delay on a hexagonal lattice. A numerical example shows the influence of time delay on stability, namely, we have transition from stable focus to the limit cycle through the Hopf bifurcation.

Keywords: biosensor, immunosensor, differential equations on a hexagonal lattice, differential equations with delay, asymptotic stability, Lyapunov functional.

УДК 004.93.1; 681.142

Подход к оценке ценности и количества информации в системах массового обслуживания на основании теории распознавания образов и нечетких множеств / В.М. Заяц, О.М. Рыбыцка, М.М. Заяц // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 133–144.

Лл.: 4. Табл. 1. Бібліогр.: 17 назв.

Аннотация. Предложен новый подход на основе теории нечетких множеств, который позволяет количественно оценить ценность информации. Рассмотрены различные подходы к определению и вычислению основных понятий теории информации, в частности, количества информации и оценки ее ценности, исходя из статистических соображений (классический подход), теории алгоритмов (алгоритмический подход) и теории распознавания образов (образный подход). Предложены подходы к обработке нечеткой информации в условиях неполного определения вектора входных признаков, основанные на теории распознавания образов и нечетких множеств. Проведен их анализ, отмечены пределы их использования и области эффективного применения.

Ключевые слова: теория информации, теория распознавания образов, количество информации, ценность информации, вероятность, нечеткие множества, размытая логика, системы массового обслуживания.

Підхід до оцінювання цінності та кількості інформації в системах масового обслуговування на основі теорії розпізнавання образів та нечітких множин / В.М. Заяць, О.М. Рибицька, М.М. Заяць // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 133–144.

Анотація. Запропоновано новий підхід, що ґрунтується на теорії нечітких множин, який дає змогу кількісно оцінити цінність інформації. Розглянуто різні підходи до визначення та розрахунку основних понять теорії інформації, зокрема, кількості інформації та оцінювання її цінності, виходячи зі статистичних міркувань (класичний підхід), теорії алгоритмів (алгоритмічний підхід) та теорії розпізнавання образів (образний підхід). Представлено підходи до оброблення нечіткої інформації в умовах неповного визначення вектора входних ознак, що ґрунтуються на теорії нечітких множин. Проведено їхній аналіз, зазначено межі використання та сфери ефективного застосування.

Ключові слова: теорія інформації, теорія розпізнавання образів, кількість інформації, цінність інформації, ймовірність, нечіткі множини, розмита логіка, системи масового обслуговування.

An approach to evaluating the values and quantity of information in queueing systems based on pattern recognition and fuzzy sets theories / V.M. Zaiats, O.M. Rybytska, M.M. Zaiats // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 133–144.

Abstract. A new approach based on the pattern recognition theory is proposed, which allows one to quantify the value of information. Different approaches to definition and calculation of basic concepts of information theory are considered, in particular, the amount of information and its evaluation, based on statistical considerations (the classical approach), theory of algorithms (algorithmic approach), and theory of pattern recognition (image approach). Approaches to processing of fuzzy information under incomplete definition of the vector of input attributes based on the theory of fuzzy sets and measures are proposed. Their analysis is carried out, the limits of their use and the fields of efficient application are established.

Keywords: information theory, information quantity, information value, probability, fuzzy set, fuzzy logic, queueing systems.

УДК 004.93

Алгоритм сегментации символов номерного знака транспортного средства / Р.Х. Хамдамов, Х.Э. Рахманов // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 145–151.

Лл.: 9. Табл. 1. Бібліогр.: 11 назв.

Аннотация. Рассматривается эффективный вычислительный метод сегментации отдельных символов номерного знака. Разбиение области на блоки проводится в предположении, что символы локализованы в конкретных областях. Изображение номерного знака делится на n частей, где n — число символов. Описан алгоритм сегментации символов номерной пластины, на базе которого разработан модифицированный вариант данного алгоритма. В качестве математического аппарата для решения данной задачи использован контурный анализ. Предложенный алгоритм сегментации символов позволяет использовать его в системах распознавания автомобильных номеров.

Ключевые слова: крайевые точки, анализ изображения, сегментация символов, контурный анализ, путь с наименьшей стоимостью.

Алгоритм сегментації символів номерного знака транспортного засобу / Р.Х. Хамдамов, Х.Е. Рахманов // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 145–151.

Анотація. Розглянуто ефективний обчислювальний метод сегментації окремих символів номерного знака. Розбиття ділянки на блоки відбувається залежно від того, як символи локалізовано в певних конкретних ділянках. Зображення номерного знака поділяють на n частин, де n — кількість символів. Описано алгоритм сегментації символів номерної пластини, на базі якого розроблено модифікований варіант запропонованого алгоритму. Як математичний апарат для розв'язання цієї задачі використано контурний аналіз. Запропонований алгоритм сегментації символів дозволяє використовувати його в системах розпізнавання автомобільних номерів.

Ключові слова: крайові точки, аналіз зображення, сегментація символів, контурний аналіз, шлях з найменшою вартістю.

An algorithm for segmentation of symbols of a vehicle license plate / R.Kh. Khamdamov, H.E. Rakhmanov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 145–151.

Abstract. An efficient computational method of segmentation of individual symbols at a license plate is considered. Division into blocks is carried out on the assumption that the symbols are localized in certain specific areas. The license plate image is divided into n parts, where n is the number of characters. The paper also describes a segmentation algorithm that underlies a modified version of this algorithm. Contour analysis was used as a mathematical apparatus for the solution of this problem. The proposed symbol segmentation algorithm allows its use in systems of recognition of vehicle license plates.

Keywords: edge points, image analysis, symbol segmentation, contour analysis, path with the lowest cost.

УДК 519.622; 517.5

Анализ обобщенных интегральных моделей с управляемой памятью на основе а-метода В.К. Дзядыка / В.И. Биленко, Е.В. Божонюк, С.Ю. Дзядык, Н.Г. Кириллаха // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 152–157.

Лл.: 1. Табл. 0. Бібліогр.: 21 назв.

Аннотация. Рассмотрены вопросы конструирования и теоретического обоснования вычислительных алгоритмов для анализа обобщенных интегральных моделей Глушкова на основе аппроксимационного метода В.К. Дзядыка.

Ключевые слова: кусочно-полиномиальная аппроксимация, ненасыщаемость, наилучшее приближение, алгебраически-нелинейные уравнения, оптимальные алгоритмы, оптимизация вычислений, интегральные модели с управляемой памятью.

Аналіз узагальнених інтегральних моделей з керованою пам'яттю на основі а-методу В.К. Дзядыка / В.І. Біленко, К.В. Божонюк, С.Ю. Дзядик, Н.Г. Кириллаха // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 152–157.

Анотація. Розглянуто питання конструювання та теоретичного обґрунтування обчислювальних алгоритмів для аналізу узагальнених інтегральних моделей Глушкова на основі апроксимаційного методу В.К. Дзядыка.

Ключові слова: кусково-поліноміальна апроксимація, ненасичуваність, найкраще наближення, алгебраїчно-нелінійні рівняння, оптимальні алгоритми, оптимізація обчислень, інтегральні моделі систем з керованою пам'яттю.

Analysis of generalized glushkov integral models with controllable memory on the basis of the V.K. Dzyadyk a-method / V.I. Bilenko, K.V. Bozhonok, S.Yu. Dzyadyk, N.G. Kyryllakha // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 152–157.

Abstract. The problems of construction and theoretical substantiation of computational algorithms for the analysis of generalized Glushkov integral models are considered on the basis of the V.K. Dzyadyk approximation method.

Keywords: piecewise polynomial approximation, unsaturation, the best approximation, algebraic-nonlinear equations, optimal algorithms, computing optimization, memory controlled integral models.

УДК 519.2; 339.1

О некоторых моделях биржевой торговли на высокорискованных финансовых рынках / О.В. Смирнова, В.Ю. Котляр // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 158–165.

Лл.: 1. Табл. 1. Бібліогр.: 9 назв.

Аннотация. Рассмотрены высокорискованные финансовые рынки, на которых осуществляются операции с финансовыми инструментами без покрытия. Проанализированы безрисковые стратегии биржевой торговли с гарантированной доходностью или убытком: скальпинг, спуфинг, флиппинг, скальпинг с хеджированием. Для них построена математическая модель и приведены примеры расчетов полученных алгоритмов в процессе торговли опционами.

Ключевые слова: финансовые инструменты, финансовые рынки, скальпинг, спуфинг, флиппинг, бинарные опционы, модель торгов.

Про деякі моделі біржової торгівлі на високоризикованих фінансових ринках / О.В. Смирнова, В.Ю. Котляр // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 158–165.

Анотація. Розглянуто високоризиковані фінансові ринки, на яких здійснюються операції з фінансовими інструментами без покриття. Проаналізовано безризикові стратегії біржової торгівлі з гарантованою прибутковістю або збитком: скальпінг, спуфінг, фліппінг, скальпінг з хеджуванням. Для них побудовано математичну модель і наведено приклади розрахунків отриманих алгоритмів у процесі торгівлі опціонами.

Ключові слова: фінансові інструменти, фінансові ринки, скальпінг, спуфінг, фліппінг, бінарні опціони, модель торгів.

Some models of exchange trading in high-risk financial markets / O.V. Smirnova, V.Yu. Kotlyar // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 158–165.

Abstract. High-risk financial markets, where transactions with non-reserved financial instruments are conducted, are considered. The risk-free trading strategies with guaranteed profitability or loss are analyzed: scalping, spoofing, flipping, scalping with hedging. A mathematical model is constructed for them. Examples of calculations of the obtained algorithms in the process of option trading are given.

Keywords: financial instruments, financial markets, scalping, spoofing, flipping, binary options, trading model.

УДК 519.1

Методы решения задач о математических сейфах на матрицах с разными типами замков / А.Л. Гурин // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 166–175.

Лл.: 0. Табл. 0. Библиогр.: 4 назв.

Аннотация. Рассматривается задача о математических сейфах на матрицах с замками различных типов. Для исследования применяется метод выделения подсистем, разработанный и обоснованный в предыдущих работах автора для более простых сейфов. Исследуется задача для сейфов с замками двух типов. Приводятся примеры решения такой задачи.

Ключевые слова: матрица состояний, матрица решения, подсистемы первого и второго родов, обратная матрица, однотипные сейфы, простой модуль, составной модуль.

Методи розв'язування задач про математичні сейфи на матрицях з різними типами замків / А.Л. Гурін // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 166–175.

Анотація. Розглянуто задачу про математичні сейфи на матрицях із замками різних типів. Для дослідження застосовано метод виділення підсистем, який розроблено та обґрунтовано в попередніх роботах автора для більш простих сейфів. Досліджено задачу для сейфів із замками двох типів. Наведено приклади розв'язання такої задачі.

Ключові слова: матриця станів, матриця розв'язку, підсистеми першого та другого родів, обернена матриця, однотипні сейфи, простий модуль, складений модуль.

Methods for solving the problems of mathematical safes on matrices with different types of locks / A.L. Gurin // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 166–175.

Abstract. The paper deals with the problem of mathematical safes on matrices with locks of different types. The method of subsystems separation is used, which was developed and substantiated in previous works for sympler safe types. Examples of solving such problem are given.

Keywords: state matrix, solution matrix, subsystems of the first and second kind, inverse matrix, safes of the same type, simple module.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE-HARDWARE COMPLEXES

УДК 519.687.4

Эффективные способы организации параллельной работы оптимизационных алгоритмов / В.П. Шило, С.В. Чупов // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 176–183.

Лл.: 6. Табл. 0. Библиогр.: 12 назв.

Аннотация. Приведен краткий обзор программных и технических средств современной вычислительной техники, позволяющих строить эффективные системы параллельных вычислений. Представлены структурные схемы и детально описана работа таких объединений параллельных оптимизационных алгоритмов, как портфель и команда. Отмечены особенности организации работы алгоритмов в этих объединениях, связанные с синхронизацией параллельной работы алгоритмов команды и согласованной обработкой полученных алгоритмами данных.

Ключевые слова: параллельные алгоритмы, портфель алгоритмов, команда алгоритмов, синхронизация доступа к общим данным.

Ефективні способи організації паралельної роботи оптимізаційних алгоритмів / В.П. Шило, С.В. Чупов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 176–183.

Анотація. Наведено короткий огляд програмних та технічних засобів сучасної обчислювальної техніки, які дають змогу будувати ефективні системи паралельних обчислень. Представлено структурні схеми та детально описано роботу об'єднань таких паралельних оптимізаційних алгоритмів, як портфель і команда. Відзначено особливості організації роботи алгоритмів у цих об'єднаннях, пов'язані з синхронізацією паралельної роботи алгоритмів команди та з узгодженим обробленням отриманих алгоритмами даних.

Ключові слова: паралельні алгоритми, портфель алгоритмів, команда алгоритмів, синхронізація доступу до спільних даних.

Efficient methods for to orgnize parallel operation of optimization algorithms / V.P. Shylo, S.V. Chupov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 176–183.

Abstract. The software and hardware of modern computers, which allow generating efficient systems of parallel computing are briefly overviewed. Structural schemes are presented and operation of combined parallel optimization algorithms such as a portfolio and a team is described in detail. The special features of the organization of the operation of algorithms in these unions related to both synchronization of parallel operation of the algorithms of the team and coherent processing of the data obtained by the algorithms are specified.

Keywords: parallel algorithms, portfolio of algorithms, command of algorithms, synchronization of access to common data.

УДК 681.3:574.5

Математическое моделирование токовых состояний водных объектов / А.А. Каленчук-Порханова // Кибernetika и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 184–193.

Лл.: 4. Табл. 0. Бібліогр.: 17 назв.

Аннотация. Система имитационного моделирования водных объектов, разработанная в Институте кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, включает подсистемы моделирования: изменений кислородного режима и переноса загрязнений в водотоках, процессов в подземных водоносных горизонтах, токовых состояний в водоемах и интеллектуализированного способа обработки, сжатия и восстановления с гарантированной точностью массивов числовых данных с использованием аппарата наилучшей чебышевской аппроксимации, применяемой во всех подсистемах. Модели для конкретных водных объектов Украины созданы впервые. Система «открыта» для включения новых моделей и объектов. Описана подсистема моделирования токовых состояний в водоемах.

Ключевые слова: моделирование, подсистема, водный объект, токовые состояния водоема.

Математичне моделювання течівних станів водних об'єктів / А.О. Каленчук-Порханова // Кибernetika та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 184–193.

Анотація. Система імітаційного моделювання водних об'єктів, розроблена в Інституті кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, складається з підсистем моделювання: змін кисневого режиму і перенесення забруднень у водотоках, процесів у підземних водоносних горизонтах, течівних станів у водоймах та інтелектуального способу оброблення, стиснення і відновлення з гарантованою точністю масивів числових даних із застосуванням апарату найкращої чебишевської апроксимації, яка використовується в усіх підсистемах. Моделі для конкретних водних об'єктів України створено вперше. Система є «відкритою» для включення нових моделей і об'єктів. Описано підсистему моделювання течівних станів у водоймах.

Ключові слова: моделювання, підсистема, водний об'єкт, метод, течівні стани у водоймах.

Simulation of flow states of water objects / A.A. Kalenchuk-Porkhanova // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 184–193.

Abstract. The Simulation System of Water Objects software package was developed at the V.M. Glushkov Institute of Cybernetics, National Academy of Sciences of Ukraine. It includes simulation subsystems of oxygen rate changes in water flow, pollutions transfer by water flow, filtration processes in underground water saturated layers, water reservoir flow states and intelligent processing, compressing and recovery with guaranteed precision of data arrays based on best Chebyshev approximation, which is used in all of other subsystems. All the models for some water objects of Ukraine were implemented for the first time. Simulation System of Water Objects is extensible and provides tools for integration of new models and objects. The simulation subsystem of water flow is described in the paper.

Keywords: modeling, subsystem, water-objects, flow states in water objects.

УДК 681.04

Метод реализации арифметической операции сложения в системе остаточных классов на основе использования принципа кольцевого сдвига / В.А. Краснобаев, С.А. Кошман // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 4. С. 194–202.

Лл.: 0. Табл. 3. Бібліогр.: 14 назв.

Аннотация. Рассмотрен метод реализации арифметической операции сложения в системе остаточных классов (СОК). Метод основан на использовании принципа кольцевого сдвига (ПКС). Особенность данного метода состоит в том, что результат реализации операции сложения чисел можно определить путем последовательных циклических сдвигов двоичных разрядов информационного содержимого блоков данных по соответствующим модулям СОК. Использование ПКС позволяет исключить влияние межразрядных связей между слагаемыми, что способствует повышению быстродействия выполнения операции сложения двух чисел в СОК.

Ключевые слова: система счисления, система остаточных классов, кольцевой регистр сдвига, быстродействие реализации арифметических операций, достоверность вычислений, компьютерные системы и компоненты.

Метод реалізації арифметичної операції додавання у системі залишкових класів на основі використання принципу кільцевого зсуву / В.А. Краснобаєв, С.О. Кошман // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 4. С. 194–202.

Анотація. Розглянуто метод реалізації арифметичної операції додавання у системі залишкових класів (СЗК). Метод базується на використанні принципу кільцевого зсуву (ПКЗ). Особливість методу полягає у тому, що результат реалізації операції додавання чисел можна визначити шляхом послідовних циклічних зсувів двійкових розрядів інформаційного вмісту блоків даних за відповідними модулями СЗК. Використання ПКЗ дозволяє позбутися впливу міжрозрядних зв'язків між доданками, що підвищує швидкодню виконання операції додавання двох чисел у СЗК.

Ключові слова: система числення, система залишкових класів, кільцевий регістр зсуву, швидкодня реалізації арифметичних операцій, достовірність обчислень, комп'ютерні системи та компоненти.

The method of operational data diagnosing represented in the residue number system / V.A. Krasnobayev, S.A. Koshman // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 4. P. 194–202.

Abstract. The method of realization of the arithmetic operation of addition in the system of residual classes (SRC) is considered in the paper. The method is based on the use of the principle of circular shift (PCS). The peculiarity of this method is that the result of the operation of adding the numbers can be determined by successive cyclic shifts of the bits of the information content of the data blocks by the corresponding modules of SRC. Using PCS allows you to get rid of the influence of inter-bit relationships between the terms, which allows you to increase the speed of the operation of adding two numbers to SRC.

Keywords: number system, residue number system, circular shift register, speed of implementation of arithmetic operations, reliability of calculations, computer systems and components.