

КИБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 621.391.15 : 519.7

Суперсингулярные скрученные кривые Эдвардса над простым полем. I. Суперсингулярные скрученные кривые Эдвардса с j -инвариантами, равными нулю и 12^3 / А.В. Бессалов, Л.В. Ковальчук // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 3–10.

Лл.: 0. Табл. 0. Библиогр.: 15 назв.

Аннотация. Дан анализ условий существования суперсингулярных скрученных кривых Эдвардса над простым полем. Сформулированы и доказаны теоремы об условиях существования суперсингулярных кривых с j -инвариантами, равными нулю и 12^3 , в разных классах кривых. На основании этих результатов получены конкретные параметры для некоторых суперсингулярных кривых. Приведено обобщение полученных ранее результатов, использующее изоморфизм кривых в формах Вейерштрасса и Эдвардса.

Ключевые слова: суперсингулярная кривая, полная кривая Эдвардса, скрученная кривая Эдвардса, квадратичная кривая Эдвардса, пара кручения, порядок точки, символ Лежандра, квадратичный вычет, квадратичный невычет.

Суперсингулярні скручені криві Едвардса над простим полем. I. Суперсингулярні скручені криві Едвардса з j -інваріантами, які дорівнюють нулю та 12^3 / А.В. Бессалов, Л.В. Ковальчук // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 3–10.

Анотація. Проаналізовано умови існування суперсингулярних скручених кривих Едвардса над простим полем. Сформульовано та доведено теореми про умови існування суперсингулярних кривих з j -інваріантами, які дорівнюють нулю та 12^3 , в різних класах кривих. На основі цих результатів отримано конкретні параметри для деяких суперсингулярних кривих. Наведено узагальнення отриманих раніше результатів, що використовує ізоморфізм кривих у формах Вейерштраса та Едвардса.

Ключові слова: суперсингулярна крива, повна крива Едвардса, скручена крива Едвардса, квадратична крива Едвардса, пара кручення, порядок точки, символ Лежандра, квадратичний лишок, квадратичний нелишок.

Supersingular twisted Edwards curves over prime fields. I. Supersingular twisted Edwards curves with j -invariants 0 and 12^3 / A.V. Bessalov, L.V. Kovalchuk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 3–10.

Abstract. The analysis is given of the conditions of the existence of supersingular twisted Edwards curves over prime fields. Theorems are formulated and proved about these conditions for supersingular twisted Edwards curves with j -invariants 0 and 12^3 , for different classes of curves. Parameters for some supersingular curves are obtained using these results. Generalization of some previously obtained results is given, using isomorphism of curves in Weierstrass form and Edwards form.

Keywords: supersingular curve, complete Edwards curve, twisted Edwards curve, quadratic Edwards curve, twisted pair, order of point, Legendre symbol, quadratic residue, quadratic non-residue.

УДК 004.4

Формирование новой концепции и парадигмы построения систем кибербезопасности / В.В. Хиленко // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 11–16.

Лл.: 0. Табл. 0. Библиогр.: 8 назв.

Аннотация. Сформулированы новая концепция и парадигма построения систем кибербезопасности, адекватных угрозам несанкционированного декодирования при существующих и прогнозируемых мощностях суперкомпьютеров и нейросетей. Обоснована необходимость перехода к построению и использованию в современных условиях систем кибербезопасности, отвечающих сформулированным принципам и положениям.

Ключевые слова: кибербезопасность, концепция, парадигма, суперкомпьютер, нейросеть.

Формування нової концепції та парадигми побудови системи кібербезпеки / В.В. Хиленко // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 11–16.

Анотація. Сформульовано нову концепцію і парадигму побудови систем кібербезпеки, адекватних загрозам несанкціонованого декодування для наявних і прогнозованих потужностей суперкомп'ютерів і нейромереж. Обґрунтовано необхідність переходу до побудови та використання в сучасних умовах систем кібербезпеки, що відповідають сформульованим принципам і положенням.

Ключові слова: кібербезпека, концепція, парадигма, суперкомп'ютер, нейромережа.

Creating a new concept and paradigm for building cybersecurity systems / V.V. Khilenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 11–16.

Abstract. A new concept and paradigm of building cybersecurity systems adequate to the threats of unauthorized decoding with the available and predicted capacities of supercomputers and neural networks has been formulated. The necessity of the transition to the construction and use in modern conditions of cyber security systems that meet the formulated principles and provisions is substantiated.

Keywords: cybersecurity, concept, paradigm, supercomputer, neural network.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

УДК 517.988

Сходимость двухэтапного метода с расхождением Брегмана для вариационных неравенств / Д.А. Номировский, Б.В. Рублев, В.В. Семёнов // Кибнетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 17–27.

Лл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 23 назв.

Аннотация. Предложен новый двухэтапный метод для приближенного решения вариационных неравенств с псевдомонотонными и липшицевыми операторами, который является модификацией нескольких известных двухэтапных алгоритмов с использованием расхождения Брегмана вместо евклидова расстояния. Как и другие подобные схемы, данный метод в некоторых случаях позволяет явно учесть структуру допустимого множества задачи. Доказана теорема сходимости метода. Для монотонного оператора и выпуклого компактного допустимого множества получены неасимптотические оценки его эффективности.

Ключевые слова: вариационное неравенство, псевдомонотонность, монотонность, условие Липшица, двухэтапный метод, расхождение Брегмана, сходимость.

Збіжність двоетапного методу з розбіжністю Брегмана для варіаційних нерівностей / Д.А. Номіровський / Б.В. Рубльов, В.В. Семенов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 17–27.

Аноатація. Запропоновано новий двоетапний метод для наближеного розв'язання варіаційних нерівностей з псевдомонотонними та ліпшицевими операторами, що є модифікацією декількох відомих двоетапних алгоритмів з використанням розбіжності Брегмана замість евклідової відстані. Як і інші подібні схеми, даний метод в деяких випадках дозволяє явно врахувати структуру допустимої множини задачі. Доведено теорему збіжності методу. Для монотонного оператора та опуклої компактної допустимої множини отримано неасимптотичні оцінки його ефективності.

Ключові слова: варіаційна нерівність, псевдомонотонність, монотонність, умова Ліпшиця, двоетапний метод, розбіжність Брегмана, збіжність.

Convergence of two-step method with Bregman divergence for solving variational inequalities / D.A. Nomirovskii, B.V. Rublyov, V.V. Semenov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 17–27.

Abstract. A new two-step method for the approximate solution of variational inequalities with pseudo-monotone and Lipschitz-continuous operators acting in a finite-dimensional linear normed space is proposed. This method is a modification of several previously studied two-stage algorithms using the Bregman divergence instead of the Euclidean distance. Like other schemes using Bregman divergence, the proposed method can sometimes efficiently take into account the structure of the feasible set of the problem. A theorem on the convergence of the method is proved and, in the case of a monotone operator and convex compact feasible set, non-asymptotic estimates of the efficiency of the method are obtained.

Keywords: variational inequality, pseudo-monotonicity, monotonicity, Lipschitz condition, two-step method, Bregman divergence, convergence.

УДК 519.86:51.77:330.5.057.7:336

Межотраслевая шахматка неопределенности и ее применение: прогнозирование, экономическая политика, фискальный риск, общее равновесие / А.И. Ястремский // Кибнетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 28–36.

Лл.: 5. Табл. 0. Бібліогр.: 16 назв.

Аннотация. Предложены методы построения межотраслевой шахматки неопределенности. С использованием реальных баз данных рассчитаны волатильности коэффициентов прямых затрат, потоки неопределенности между отраслями. Рассмотрено применение этой шахматки для анализа общего равновесия, фискального риска, устойчивости национальной экономики, предпринимательства.

Ключевые слова: схема «затраты–выпуск», неопределенность, волатильность, шахматка неопределенности, устойчивость национальной экономики, трансмиссия неопределенности.

Міжгалузева шахівниця невизначеності та її застосування: прогнозування, економічна політика, фінансовий ризик, загальна рівновага / О.І. Ястремський // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 28–36.

Анотація. Запропоновано методи побудови міжгалузевої шахівниці невизначеності. З використанням реальних баз даних розраховано волатильності коефіцієнтів прямих витрат і потоки невизначеності між галузями. Розглянуто застосування цієї шахівниці для аналізу загальної рівноваги, фінансового ризику, стійкості національної економіки, підприємництва.

Ключові слова: схема «витрати–випуск», невизначеність, волатильність, шахівниця невизначеності, стійкість національної економіки, трансмісія невизначеності.

Input-output chessboard of uncertainty and its applications: forecasting, economic policy, fiscal risk, general equilibrium / O. Yastremskii // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 28–36.

Abstract. The paper proposes the methods of uncertainty input-output chessboard construction. Using real data, volatility of Direct Requirements, the interindustries flows of uncertainty are computed. Different applications are discussed. Among them are: general equilibrium, fiscal risk, stability of the national economy, entrepreneurship.

Keywords: input-output scheme, uncertainty, volatility, chessboard of uncertainty, national economy rigidity, uncertainty transmission.

УДК 517.988

Брегмановский экстраградиентный метод с монотонной регулировкой шага / С.В. Денисов, В.В. Семёнов, П.И. Стецюк // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 37–44.

Лл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 24 назви.

Аннотация. Предложен новый вариант экстраградиентного метода для приближенного решения вариационных неравенств с псевдомонотонными и липшицевыми операторами, действующими в конечномерном линейном нормированном пространстве. В методе использовано расхождение (расстояние) Брегмана вместо евклидова расстояния и новая регулировка величины шага, не требующая знания константы Липшица для оператора. В отличие от применявшихся ранее правил выбора величины шага в предлагаемом методе не требуется дополнительных вычислений значений оператора и прокс-отображения. Доказана теорема сходимости метода.

Ключевые слова: вариационное неравенство, псевдомонотонность, условие Липшица, экстраградиентный метод, расхождение Брегмана, сходимость.

Брегманівський екстраградієнтний метод з монотонним регулюванням кроку / С.В. Денисов, В.В. Семенов, П.І. Стецюк // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 37–44.

Анотація. Запропоновано новий варіант екстраградієнтного методу для наближеного розв'язання варіаційних нерівностей з псевдомонотонними та ліпшицевими операторами, що діють в скінченновимірному лінійному нормованому просторі. У методі використано розбіжність (відстань) Брегмана замість евклідової відстані та нове регулювання величини кроку, що не вимагає знання константи Липшица для оператора. На відміну від правил вибору величини кроку, що застосовувалися раніше, в запропонованому методі не потрібно додатково обчислювати значення оператора та прокс-відображення. Доведено теорему збіжності методу.

Ключові слова: варіаційна нерівність, псевдомонотонність, умова Липшица, екстраградієнтний метод, розбіжність Брегмана, збіжність.

Bregman extragradient method with monotone rule of step size tuning / S.V. Denisov, V.V. Semenov, P.I. Stetsyuk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 37–44.

Abstract. A new extragradient-type method for the approximate solution of variational inequalities with pseudo-monotone and Lipschitz-continuous operators acting in a finite-dimensional linear normed space is proposed. The method uses the Bregman divergence (distance) instead of the Euclidean distance and the new adjustment of the step size which does not require knowledge of the Lipschitz constant of operator. In contrast to the previously used rules for choosing the step size, the proposed method does not perform additional calculations for the operator values and prox-map. A theorem on the convergence of the method is proved.

Keywords: variational inequality, pseudo-monotonicity, Lipschitz condition, extragradient method, Bregman divergence, convergence.

УДК 681.5+513.6+517.9

Формальные и неархимедовы структуры динамических систем на многообразиях / В.П. Харченко, Н.М. Глазунов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 45–55.

Лл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 33 назви.

Аннотация. Представлены новые результаты и краткий обзор новых методов теории динамических систем на многообразиях над локальными полями и формальных групп над локальными кольцами. Для исследования n -мерных многообразий, динамических систем на таких многообразиях использованы формальные структуры, в частности n -мерные формальные группы. В терминах формальных групп представлены инфинитезимальные деформации. Известный одномерный случай расширен на n -мерные ($n \geq 1$) аналитические отображения открытого p -адического полидиска (n -диска) D_p^n . Введены n -мерные аналоги модулей, возникающие в формальных и неархимедовых динамических системах, дана их формально-алгебраическая структура. Кратко представлены жесткие структуры, объекты и методы. С точки зрения системного анализа введены и описаны новые, а именно формальные и неархимедовы грани и структуры систем, отображения и итерации отображений между ними.

Ключевые слова: формальная группа, локальное кольцо, коммутативная формальная групповая схема, деформация, формальный модуль, динамическая система, модуль дифференциалов.

Формальні та неархімедові структури динамічних систем на многовидах / В.П. Харченко, М.М. Глазунов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 45–55.

Анотація. Наведено нові результати і короткий огляд нових методів теорії динамічних систем на многовидах над локальними полями і формальних груп над локальними кільцями. Для дослідження n -вимірних многовидів, динамічних систем на таких многовидах використано формальні структури, зокрема, n -вимірні формальні групи. У термінах формальних груп представлено інфінітезимальні деформації. Розширено відомий одновимірний випадок, розглянуто n -вимірні ($n \geq 1$) аналітичні відображення відкритого p -адичного полідиска (n -диска) D_p^n . Уведено n -вимірні аналоги модулів, які виникають в формальних і неархімедових динамічних структурах, наведено їхню (формально)-алгебраїчну структуру. Зауважено на жорстких структурах, об'єктах та методах. З точки зору системного аналізу введено та досліджено нові формальні та неархімедові грані та структури систем, відображення та ітерації відображень між ними.

Ключові слова: формальна група, локальне кільце, комутативна формальна групова схема, динамічна система, деформація, формальний модуль, модуль диференціалів.

Formal and nonarchimedean structures of dynamic systems on manifolds / V.P. Kharchenko, N.M. Glazunov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 45–55.

Abstract. New results are presented and a brief review of new methods and results of the theory of dynamic systems on manifolds over local fields and formal groups over local rings is given. For the analysis of n -dimensional manifolds and their dynamics, dynamic systems on such manifolds, formal structures are used, in particular, n -dimensional formal groups. Infinitesimal deformations are presented in terms of formal groups. The well-known one-dimensional case extends, and n -dimensional ($n \geq 1$) analytic mappings of an open p -adic polydisc (n -disk) D_p^n are considered. We introduce and investigate the n -dimensional analogs of modules arising in formal and non-Archimedean dynamic structures. Attention is drawn to rigid structures, objects and methods. From the point of view of system analysis, new, namely, formal and non-Archimedean, faces and structures of systems, maps and iterations of mappings between these faces and structures are introduced and investigated.

Keywords: formal group, local ring, commutative formal group scheme, deformation, formal module, dynamic system, module of differentials.

УДК 532.59

Дифракция упругих волн на сфере в полуограниченной области / И.Т. Селезов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 56–63.

Лл.: 3. Табл. 0. Бібліогр.: 10 назв.

Аннотация. Рассмотрена задача рассеяния плоских упругих волн на жесткой сфере вблизи плоской жесткой границы, что приводит к появлению многократно переотраженных дилатационных и сдвиговых волн. Это порождает сильные осцилляции волнового поля. Приведена постановка задачи и сведение ее к определению скалярных функций и также для сдвиговых волн как следствие симметрии. Представлены приближенные формулы для поля в дальней зоне и в случае длинноволнового рэлеевского приближения. Получены оценки построения многократно переотраженных волн методом изображений. Проведены расчеты рассеянных волновых полей, представленные в виде диаграмм рассеяния.

Ключевые слова: дифракция волн, сфера, полуограниченная область, метод изображений.

Дифракція пружних хвиль на сфері у напівобмеженій області / І.Т. Селезов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 56–63.

Анотація. Розглянуто задачу розсіювання плоских пружних хвиль на жорсткій сфері поблизу плоскої жорсткої границі, що призводить до появи багатократно перевідбитих дилатаційних та зсувних хвиль. Це породжує сильні осциляції хвильового поля. Наведено постановку задачі і зведення її до визначення скалярних функцій і для зсувних хвиль також, як свідчення симетрії. Представлено наближені формули для поля в дальній зоні і у випадку довгохвильового релеевського наближення. Одержано

оцінки побудови багатократно перевідбитих хвиль методом зображень. Проведено розрахунки розсіяних хвильових полів, представлені у вигляді діаграм розсіювання.

Ключові слова: дифракція хвиль, сфера, напівобмежена область, метод зображень.

Diffraction of elastic waves by sphere in the semibounded region / I.T. Selezov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 56–63.

Abstract. The problem of scattering of plane elastic waves by a rigid sphere near a plane rigid boundary, which causes multiply re-reflected dilatational and shear waves, is considered. This generates strong oscillations of the wave field. The problem is formulated and reduced to the definition of scalar functions and for shear waves also as a consequence of symmetry. Approximate formulas for the field in the far zone and in the case of the long wavelength Rayleigh approximation are presented. Estimations of the construction of multiply re-reflected waves by the image method are obtained. Calculations of scattered wave fields, presented in the form of scattering diagrams, are carried out.

Keywords: wave diffraction, sphere, semibounded region, image method.

УДК 519.853

Проблемы определения коэффициентов точных штрафных функций / Ю.П. Лаптин, Т.А. Бардадым // Кибнетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 64–79.

Лл.: 0. Табл. 3. Библиогр.: 27 назв.

Аннотация. Рассмотрены новые подходы к оцениванию коэффициентов точных штрафных функций для оптимизационных задач с ограничениями. Приведены результаты вычислительных экспериментов с использованием упрощенных процедур оценивания коэффициентов при решении некоторых классов задач. Наиболее актуальны такие подходы при применении методов декомпозиции по переменным (обобщенных методов декомпозиции Бендерса). Это позволяет преодолевать проблемы, связанные с неявным описанием допустимой области координирующей задачи.

Ключевые слова: точные штрафные функции, структурированные задачи оптимизации, методы декомпозиции.

Проблеми визначення коефіцієнтів точних штрафних функцій / Ю.П. Лаптин, Т.О. Бардадим // Кибнетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 64–79.

Анотація. Розглянуто нові підходи до оцінювання коефіцієнтів точних штрафних функцій для оптимізаційних задач з обмеженнями. Наведено результати обчислювальних експериментів з використанням спрощених процедур оцінювання коефіцієнтів для розв'язання деяких класів задач. Найбільш актуальними такі підходи є для методів декомпозиції за змінними (узагальнених методів декомпозиції Бендерса). Це дозволяє запобігати труднощам, пов'язаним з неявним описом допустимої області координувальної задачі.

Ключові слова: точні штрафні функції, структуровані задачі оптимізації, методи декомпозиції.

Problems related to estimation of the coefficients of exact penalty functions / Yu.P. Laptin, T.O. Bardadym // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 64–79.

Abstract. New approaches to estimation of the coefficients of exact penalty functions for constrained optimization problems are considered. The results of computational experiments on the use of simplified coefficient estimation procedures for solving certain classes of problems are presented. Such approaches are most relevant when using the methods of decomposition in variables (generalized Benders decomposition). This allows us to overcome the issues related to implicit description of feasible region in the master problem.

Keywords: exact penalty functions, structured optimization problems, decomposition methods.

УДК 519.6

Восстановление структуры разрывного пласта с использованием томографических методов / О.Н. Литвин, О.О. Литвин, В.В. Драгун // Кибнетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 80–89.

Лл.: 1. Табл. 2. Библиогр.: 14 назв.

Аннотация. Рассмотрен метод построения математической модели внутренней структуры геологической среды, когда функция, описывающая эту модель, имеет разрыв первого рода. Модель предлагается использовать в шахтной сейсмической томографии. Результаты вычислительного эксперимента показывают, что при небольшом порядке сумм Фурье их коэффициенты Фурье, найденные с помощью первых моментов времени поступления сейсмического сигнала от источников в точки наблюдения, близки к коэффициентам Фурье, найденным для тестовой функции, описывающей заданное изображение рельефа с тектоническим повреждением. Описанные подходы могут использоваться для улучшения значений математической модели распределения медлительности распространения сейсмических волн в заданной области геологической среды

Ключевые слова: компьютерная томография, шахтная томография, коэффициенты Фурье.

Відновлення структури розривного пласта з використанням томографічних методів / О.М. Литвин, О.О. Литвин, В.В. Драгун // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 80–89.

Анотація. Досліджено метод побудови математичної моделі внутрішньої структури геологічного середовища, коли функція, яка описує цю модель, має розрив першого роду. Модель запропоновано використовувати у шахтній сейсмічній томографії. Результати обчислювального експерименту показують, що за невеликого порядку сум Фур'є їхні коефіцієнти Фур'є, знайдені за допомогою інформації про перші моменти часу надходження сейсмічного сигналу від джерел у точки спостереження, близькі до коефіцієнтів Фур'є, знайдених для тестової функції, що описує задане зображення рельєфу з тектонічним пошкодженням. Описані підходи можуть використовуватися для поліпшення значень математичної моделі розподілу повільності розповсюдження сейсмічних хвиль у заданій ділянці геологічного середовища.

Ключові слова: комп'ютерна томографія, шахтна томографія, коефіцієнти Фур'є.

Restoration of the structure of the discontinuity layer by tomographic methods / O.M. Lytvyn, O.O. Lytvyn, V.V. Dragun // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 80–89.

Abstract. The method of constructing a mathematical model of the internal structure of the geological environment is considered, when the function describing this model has a first-order gap. The model is proposed for use in shaft seismic tomography. The results of the computational experiment show that, even with small orders of Fourier sums, the Fourier coefficients, which are found by means of information about the first times of the arrival of the seismic signal from the sources at the observation points, are close to the Fourier coefficients found for the test function, which describes the given terrain image with tectonic damage. The described approaches can be used to improve the mathematical model of the distribution of the slowness of the spread of seismic waves in a given section of the geological environment.

Keywords: computer tomography, mine tomography, Fourier coefficients.

УДК 65.015.11:621.3.011.711

Системний підхід в ергономічному забезпеченні умов руху на дорозі / Н.И. Кульбашная, К.А. Сорока, И.Э. Линник // Кібернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 90–99.

Лл.: 5. Табл. 0. Бібліогр.: 15 назв.

Аннотация. Предложено для формирования эргономичных условий движения в системе «водитель–автомобиль–дорожная среда» использовать математическую модель теории автоматического управления, в которой особенности регулирования движения определяют переходным процессом, описанным передаточными функциями автомобиля и водителя. Предложенная модель дает возможность моделировать процессы регулирования скорости движения в соответствии с дорожной обстановкой, влияние которой на водителя оценивается комплексной характеристикой — максимальной энтропией среды движения.

Ключевые слова: условия движения, энтропия среды, скорость движения, передаточная функция.

Системний підхід в ергономічному забезпеченні умов руху на дорозі / Н.И. Кульбашная, К.А. Сорока, И.Э. Линник // Кібернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 90–99.

Анотация. Запропоновано для формування ергономічних умов руху в системі «водій–автомобіль–дорожнє середовище» використовувати математичну модель автоматичного керування, в якій особливості регулювання руху визначають за перехідним процесом, що описується передавальними функціями автомобіля і водія. Пропонована модель дає змогу моделювати процеси регулювання швидкості руху автомобіля згідно з дорожньою обстановкою, вплив якої на водія оцінюється комплексною характеристикою — максимальною ентропією середовища руху.

Ключові слова: умови руху, ентропія середовища, швидкість руху, передавальна функція.

Systems approach to ergonomic provision of road traffic conditions / N.I. Kulbashna, K.O. Soroka, I.E. Lynnyk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 90–99.

Abstract. It is proposed to use a mathematical model of the automatic control theory, in which the features of traffic control are determined by the transition process described by the transfer functions of the car and the driver, to form ergonomic driving conditions in the system “driver–car–road environment.” The proposed model makes it possible to simulate speed control processes in accordance with the traffic situation whose impact on the driver is estimated by the complex characteristic: the maximum entropy of the traffic environment.

Keywords: motion conditions, entropy of the medium, speed of motion, transfer function.

УДК 330.101.541-336.7

Оптимизация ставки налога на доход производства / Б.Б. Дунаев // Кібернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 99–111.

Лл.: 5. Табл. 2. Бібліогр.: 24 назв.

Аннотация. Определена оптимальная ставка налога на доход производства, при которой стабильно возрастают чистая прибыль и доход государственного бюджета, обеспечивается стабильный рост производства. При ставке, меньше оптимальной, происходит ускоренный рост производства, а при большей — увеличивается доход бюджета за счет замедления роста производства. Определена функция предельной ставки налога, при которой отсутствует чистая прибыль и производство теряет смысл. Макроэкономическое моделирование развития экономики страны во времени показало, что с уменьшением чистой прибыли при росте ставки налога на доход производства происходит увеличение амплитуды и уменьшение частоты конъюнктурных колебаний изменения реального валового внутреннего продукта.

Ключевые слова: экономика, равновесие, спрос, предложение, кризис, рынок, доход, налог, прибыль, конъюнктура, труд, капитал, деньги, амортизация, инвестиции, инфляция.

Оптимізація ставки податку на дохід виробництва / Б.Б. Дунаєв // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 99–111.

Анотація. Визначено оптимальну ставку податку на дохід виробництва, за якої стабільно зростають чистий прибуток і дохід державного бюджету, забезпечується стабільне зростання виробництва. За меншої ставки відбувається прискорене зростання виробництва, а за більшої — збільшується дохід бюджету за рахунок уповільнення зростання виробництва. Визначено функцію граничної ставки податку, за якої немає чистого прибутку і виробництво не має сенсу. Макроекономічне моделювання розвитку економіки країни в часі засвідчує, що зі зменшенням чистого прибутку із зростанням ставки податку на дохід виробництва відбувається збільшення амплітуди і зниження частоти кон'юнктурних коливань зміни реального ВВП.

Ключові слова: економіка, рівновага, попит, пропонування, криза, ринок, дохід, податок, прибуток, кон'юнктура, праця, капітал, гроші, амортизація, інвестиції, інфляція.

Optimization of the tax rate on the income of production / B.B. Dunaev // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 99–111.

Abstract. The optimal rate of the tax on the income of production is determined, at which the net profit and the state budget revenue are steadily increasing, and a stable growth of production is ensured. With a lower rate, there is an accelerated growth in production, and with a larger rate, the budget revenue is increased due to a slowdown in production growth. The function of the marginal tax rate is expressed, under which there is no net profit and production loses its meaning. The conducted macroeconomic modeling of the development of the country's economy in time has shown that with a decrease in net profit with an increase in the tax rate on the production income, the amplitude and the frequency of fluctuations in the fluctuations in the real GDP change.

Keywords: economy, equilibrium, demand, supply, crisis, market, income, tax, profit, conjuncture, labor, capital, money, depreciation, investment, inflation.

УДК 519.1:512.643

Матрицы, ассоциированные с D -дистанционными магическими графами, и их свойства / М.Ф. Семенюта, В.А. Шульгин // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 112–120.

Лл.: 1. Табл. 0. Бібліогр.: 12 назв.

Аннотация. Рассмотрены матрицы, ассоциированные с D -дистанционными магическими графами. Получены результаты относительно спектральных свойств этих матриц. Доказано, что если два графа G и H одинакового порядка имеют подобные дистанционные матрицы A_{D_1} и A_{D_2} соответственно, то граф G является D_1 -дистанционным магическим тогда и только тогда, когда H будет D_2 -дистанционным магическим графом. Графы G и H названы магическими дистанционно-подобными и доказано, что их дистанционные магические постоянные совпадают.

Ключевые слова: D -окрестность, D -дистанционная магическая разметка, D -дистанционная матрица, матрица разметки, D -дистанционная магическая матрица.

Матриці, асоційовані з D -дистанційними магічними графами та їхні властивості / М.Ф. Семенюта, В.А. Шульгін // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 112–120.

Анотація. Розглянуто матриці, асоційовані з D -дистанційними магічними графами. Отримано результати щодо спектральних властивостей цих матриць. Доведено, що в тому разі, якщо два графи G і H однакового порядку мають подібні дистанційні матриці A_{D_1} і A_{D_2} відповідно, то граф G є D_1 -дистанційним магічним тоді й тільки тоді, коли H буде D_2 -дистанційним магічним графом. Графи G і H названо магічними дистанційно-подібними і доведено, що їхні дистанційні магічні сталі збігаються.

Ключові слова: D -окіл, D -дистанційна магічна розмітка, D -дистанційна матриця, матриця розмітки, D -дистанційна магічна матриця.

Matrices associated with D -distance magic graphs and their properties / M. Semeniuta, V. Shulhin // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 112–120.

Abstract. Matrices associated with D -distance magic graphs are considered in the paper. Results regarding the spectral properties of these matrices have been obtained. It has been proved that if two graphs G and H of the same order have similar distance matrices A_{D_1} and A_{D_2} respectively, then graph G is D_1 -distance magic if and only if H is a D_2 -distance magic graph. Graphs G and H are called magic distance-similar and their distance magic constants have been proved to coincide.

Keywords: D -neighborhood, D -distance magic labeling, D -distance matrix, matrix of labeling, D -distance magic matrix.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE–HARDWARE COMPLEXES

УДК 519.6+004.02

Алгоритм наилучшей равномерной аппроксимации сплайнами со свободными узлами / Л.П. Вакал, Е.С. Вакал // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 121–128.

Лл.: 0. Табл. 3. Бібліогр.: 22 назви.

Аннотация. Предложен алгоритм наилучшего равномерного приближения сплайном с оптимальными узлами. Для поиска оптимальных узлов использована дифференциальная эволюция — один из лучших эволюционных алгоритмов, стабильно находящий глобальный оптимум функции за минимальное время. Коэффициенты сплайна определены как решение задачи сплайн-аппроксимации с фиксированными узлами. Приведены результаты вычислительного эксперимента.

Ключевые слова: наилучшая равномерная аппроксимация, сплайн, оптимальные узлы, дифференциальная эволюция.

Алгоритм найкращої рівномірної апроксимації сплайнами з вільними вузлами / Л.П. Вакал, Е.С. Вакал // Кибernetика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 121–128.

Анотація. Запропоновано алгоритм найкращого рівномірного наближення сплайном з оптимальними вузлами. Для пошуку оптимальних вузлів застосовано диференціальну еволюцію — один з найкращих еволюційних алгоритмів, що стабільно знаходить оптимум функції за мінімальний час. Коефіцієнти сплайна визначено як розв'язання задачі сплайн-апроксимації з фіксованими вузлами. Наведено результати обчислювального експерименту.

Ключові слова: найкраща рівномірна апроксимація, сплайн, оптимальні вузли, диференціальна еволюція.

Algorithm for best uniform spline approximation with free knots / L.P. Vakal, E.S. Vakal // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 121–128.

Abstract. An algorithm for best uniform spline approximation with free knots is presented in this paper. A differential evolution is used for finding the optimal knots. It is one of the best evolutionary algorithms which finds function's global optimum in minimum time. Spline coefficients are computed as a solution of a spline-approximation problem with fixed knots. Results of the numerical experiment are given.

Keywords: Best uniform approximation, spline, optimal knots, differential evolution.

УДК 519.217.2

Распределенные байесовские процедуры машинного обучения / Б.А. Белецкий // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 129–135.

Лл.: 1. Табл. 0. Бібліогр.: 9 назв.

Аннотация. Рассмотрены бернуллиевская и мультиномиальная варианты байесовской процедуры обучения и области их применения, а также их распределенная реализация на основе модели программирования MapReduce. Предложена распределенная категориальная байесовская процедура обучения, описана специфика ее распределенной реализации и область применения.

Ключевые слова: байесовские процедуры обучения распознаванию, распределенные методы машинного обучения, MapReduce.

Розподілені байєсівські процедури машинного навчання / Б.О. Білецький // Кибernetика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 129–135.

Анотація. Розглянуто бернуллієву та мультиноміальну варіанти байєсівської процедури машинного навчання, а також їхню розподілену реалізацію на основі моделі програмування MapReduce. Запропоновано категорійну байєсівську процедуру машинного навчання, обговорено специфіку її розподіленої реалізації та сферу її застосування.

Ключові слова: баєсівські процедури навчання розпізнаванню, розподілені методи машинного навчання, MapReduce.

Distributed Bayesian machine learning procedures / B. Biletskyy // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 129–135.

Abstract. In this paper, we consider Bernoulli and Multinomial variations of Bayesian Machine Learning procedures, as well as their distributed implementations based on MapReduce. We propose the Categorical Bayesian Machine Learning procedure and discuss its distributed implementation and use-cases.

Keywords: Bayesian machine learning procedures for recognition, distributed methods machine learning, MapReduce.

**НОВІ ЗАСОБИ КІБЕРНЕТИКИ,
ІНФОРМАТИКИ, ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**

**NEW TOOLS IN CYBERNETICS,
COMPUTER SCIENCE, AND SYSTEM
ANALYSIS**

УДК 516.813

Разбиение множества векторов с целыми координатами логическими аппаратными средствами / С.Л. Кривый, В.Н. Опанасенко, С.Б. Завьялов // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 136–148.

Лл.: 10. Табл. 3. Бібліогр.: 16 назв.

Аннотация. Рассматривается задача разбиения множества векторов с целыми координатами относительно покоординатного и лексикографического порядка на векторах с использованием автоматной интерпретации. Предложена аппаратная реализация операций трехзначной логики на базе кристаллов FPGA для проверки выполнимости формул этой логики.

Ключевые слова: целочисленные векторы, пороговые значения, конечные автоматы, трехзначная логика.

Розбиття множини векторів з цілими координатами логічними апаратними засобами / С.Л. Кривий, В.М. Опанасенко, С.Б. Зав'язлов // Кибernetика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 136–148.

Анотация. Розглянуто задачу розбиття множини векторів з цілими координатами відносно покоординатного і лексикографічного порядку на векторах із використанням автоматної інтерпретації. Запропоновано апаратну реалізацію операцій тризначної логіки на базі кристалів FPGA для перевірки виконаності формул цієї логіки.

Ключові слова: цілочислові вектори, порогові значення, скінченні автомати, тризначна логіка.

Partitioning of a set of vectors with integer coordinates by means of the logical hardware / S.L. Kryvyi, V.M. Opanasenko, S.B. Zavyalov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 136–148.

Abstract. The problem of partitioning a set of vectors with integer coordinates with respect to the coordinate-wise and lexicographic order on vectors by using an automatic interpretation is considered. The FPGA-based hardware implementation of three-valued logic operations for feasibility verification of the formulas of this logic is proposed.

Keywords: vectors with integer items, threshold value, finite automata, three-valued logic.

УДК 681.322

Алгоритмы решения задач криптозащиты пикселей цветных изображений в базе Радемахера и остаточных классах / Н.Я. Возна, Я.Н. Николайчук, О.И. Волынский // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 149–163.

Лл.: 6. Табл. 0. Бібліогр.: 21 назва.

Аннотация. Обоснована актуальность разработки теоретических основ, методов и алгоритмов кодирования пикселей цветных изображений путем проблемно-ориентированной полифункциональной структуризации данных и представления кодов пикселей цветных изображений в теоретико-числовых базисах Радемахера, Радемахера–Крестенсона, Хаара–Крестенсона и Галуа. Исследована возможность повышения быстродействия алгоритмов преобразования, обработки и распознавания цифровых изображений с применением модульной арифметики остаточных классов на основе математики арифметических операций непозиционной системы исчисления остаточных классов.

Ключевые слова: алгоритмы, криптозащита, цветные изображения, теоретико-числовые базисы.

Алгоритми розв'язання задач криптозахисту пікселів кольорових зображень у базисі Радемахера та залишкових класах / Н.Я. Возна, Я.М. Николайчук, О.І. Волинський // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 149–163.

Анотація. Обґрунтовано актуальність розроблення теоретичних засад, методів та алгоритмів криптозахисту пікселів кольорових зображень шляхом проблемно-орієнтованої поліфункціональної структуризації даних та представлення кодів пікселів кольорових зображень у теоретико-числових базисах Радемахера, Радемахера–Крестенсона, Хаара–Крестенсона та Галуа. Досліджено можливість підвищення швидкодії алгоритмів перетворення, опрацювання та розпізнавання цифрових зображень із застосуванням модульної арифметики залишкових класів на основі математики арифметичних операцій непозиційної системи числення залишкових класів.

Ключові слова: алгоритми, криптозахист, кольорові зображення, теоретико-числові бази.

Algorithms for solving problems of color pixels cryptic protection in the Rademacher and residue number systems / N.Y. Vozna, Y.M. Nykolaychuk, O.I. Volynskyi // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 149–163.

Abstract. The relevance of the development of theoretical foundations, methods and algorithms for encoding color image pixels by the problem-oriented multifunctional data structuring and the representation of color image code pixels in Rademacher, Krestenson, Rademacher–Krestenson, Haar–Krestenson, and Galois systems is substantiated in this paper. The purpose of the research is to increase the efficiency of the algorithms for digital image transforms, processing and recognition using modular arithmetics with residue number system on the basis of mathematics of arithmetic operations of a non-positional residue number system.

Keywords: algorithms, cryptic protection, color images, theoretical and numerical bases.

УДК 681.3:519.72:003.26

Технологія «блокчейн»: вопросы анализа и синтеза / А.М. Кудин, Б.А. Коваленко, И.В. Швидченко // Кібернетика і системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 164–172.

Лл.: 1. Табл. 1. Бібліогр.: 12 назв.

Аннотация. Рассмотрена роль технологии блокчейн в реализации одной из тенденций развития современных информационных систем — децентрализации. Проанализирована общая модель функционирования блокчейн-системы и предложена идея построения нового типа протоколов консенсуса (протокол «proof-of-accuracy»), объединяющего преимущества протоколов типа «proof-of-work» и «proof-of-stake». Исследованы пути реализации протокола «proof-of-accuracy».

Ключевые слова: распределенные компьютерные системы, безопасность информации, криптология, блокчейн, криптовалюты, протоколы консенсуса, общая теория оптимальных алгоритмов, протокол согласования типа «proof-of-accuracy».

Технологія блокчейн: питання аналізу та синтезу / А.М. Кудин, Б.А. Коваленко, І.В. Швидченко // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 164–172.

Анотація. Розглянуто роль технології блокчейн у реалізації однієї з тенденцій розвитку сучасних інформаційних систем, а саме децентралізації. Проаналізовано загальну модель функціонування блокчейн-системи, запропоновано ідею побудови нового типу протоколів консенсусу (протокол «proof-of-accuracy»), який об'єднує переваги протоколів типу «proof-of-work» і «proof-of-stake». Досліджено шляхи реалізації протоколу «proof-of-accuracy».

Ключові слова: розподілені комп'ютерні системи, безпека інформації, криптологія, блокчейн, криптовалюти, протоколи консенсусу, загальна теорія оптимальних алгоритмів, протокол узгодження типу «proof-of-accuracy».

Blockchain technology: analysis and synthesis / A.M. Kudin, B.A. Kovalenko, I.V. Shvidchenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 164–172.

Abstract. The role of the blockchain technology in decentralization of the modern computer system is discussed. Authors analyze general model of operation of the blockchain system. The idea of a new type of consensus protocols (proof-of-accuracy protocol) is proposed. According to authors' opinion, the new protocol have the benefits of “proof-of-work” and “proof-of-stake” protocols. The ways of implementation of the “proof-of-accuracy” protocol are discussed.

Keywords: distributed computing systems, information security, cryptology, blockchain, cryptocurrency, consensus protocols, proof-of-accuracy consensus protocol.

УДК 004.82

Метод построения запоминающих устройств со сверхвысокой плотностью записи информации / Н.И. Ходаковский // Кібернетика і системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 173–181.

Лл.: 0. Табл. 2. Бібліогр.: 13 назв.

Аннотация. Разработан метод построения запоминающих устройств со сверхвысокой плотностью записи информации на основе использования принципов работы молекулярных систем нейрона и его ядерных компонентов — ДНК и РНК. Предложена модель передачи импульсов между синапсами нейронов и структурами нейронов в процессе изменения порога чувствительности нейрона в зависимости от величины тока. Предложенные устройства могут быть использованы как запоминающие модули наноразмерных сенсоров.

Ключевые слова: сверхвысокая плотность записи информации, модель передачи импульсов между синапсами нейронов; запись информации на органических носителях.

Метод побудови запам'ятовувальних пристроїв з надвисокою щільністю запису інформації / М.І. Ходаковський // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 173–181.

Анотація. Розроблено метод побудови запам'ятовувальних пристроїв з надвисокою щільністю запису інформації на основі використання принципів роботи молекулярних систем нейрона та його ядерних компонентів — ДНК і РНК. Запропоновано модель передачі імпульсів між синапсами і структурами нейронів у процесі зміни порога чутливості нейрона в залежності від величини струму. Запропоновані пристрої можуть бути використані як запам'ятовувальні модулі для нанорозмірних сенсорів.

Ключові слова: надвисока щільність запису інформації, модель передачі імпульсів між синапсами, запис інформації на органічних носіях.

The method of constructing memory devices with ultrahigh density of information recording / M.I. Khodakovskiy // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 173–181.

Abstract. A method is developed to construct memory devices with an ultrahigh density of information recording based on the principles of operation of the neuron molecular systems and its nuclear components, DNA and RNA. A model of impulse transfer between synapses and neuron structures during variation in the neuron sensitivity threshold as a function of current is proposed. The proposed devices can be used as memory modules in nanoscale sensors.

Keywords: ultra-high density of information recording; model of impulse transmission between synapses and neuron structures; record information on organic memory carriers.

УДК 004.9

Обзор методов и технологий информетрии / Ю.Н. Главчева, О.В. Канищева, Н.В. Борисова // Кібернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 182–193.

Лл.: 3. Табл. 2. Бібліогр.: 37 назв.

Аннотация. Приведен обзор методов и технологий в информетрии. Определены ее задачи и направления. Показана взаимосвязь таких понятий, как наукометрия (scientometrics), библиометрия (bibliometrics), информетрия (informetrie), вебометрия (webometrics), альтметрия (altmetrics). Проанализированы существующие модели и методы информетрии, а также ее актуальные проблемы. Рассмотрены аналитико-поисковые наукометрические базы данных и системы, выявлены их недостатки и преимущества. Выделены характеристики наукометрических систем, их составляющие и факторы, влияющие на наукометрические индексы. На основе проведенного исследования сформулированы перспективные направления развития наукометрических систем.

Ключевые слова: наукометрия, информетрия, наукометрические системы, библиометрические системы, метрики, индексы цитирования.

Огляд методів та технологій информетрії / Ю.М. Главчева, О.В. Канищева, Н.В. Борисова // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 182–193.

Анотація. Наведено огляд методів та технологій в информетрії. Визначено її задачі та напрямки. Показано взаємозв'язок таких понять, як наукометрия (scientometrics), бібліометрія (bibliometrics), информетрія (informetrie), вебометрія (webometrics), альтметрія (altmetrics). Проаналізовано наявні моделі і методи информетрії, а також її актуальні проблеми. Розглянуто аналітично-пошукові наукометричні бази даних та системи, виявлено їхні недоліки та переваги. Визначено характеристики наукометричних систем, їхні складові та чинники, які впливають на наукометричні індекси. На основі проведеного дослідження сформульовано перспективні напрямки розвитку наукометричних систем.

Ключові слова: наукометрія, информетрія, наукометричні системи, бібліометричні системи, метрики, індекси цитування.

Survey of informetry methods and technologies / Yu. Hlavcheva, O. Kanishcheva, N. Borysova // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 182–193.

Abstract. The paper overviews the methods and technologies in informetry. The authors define the tasks and directions of informetry, show the interaction of terms such as scientometrics, bibliometrics; informetry, webometrics and altmetrics. Available informetry models, methods and current problems in a rapidly developing information society are analyzed. The authors review the available analytic-and-search science-based databases and systems, identify their disadvantages and advantages. As a result of the analysis,

the characteristics of scientometric systems, their components, and factors that affect scientometric indices have been identified. On the basis of the study, the authors show the perspective directions of development of scientometric systems.

Keywords: scientometrics, informetry, scientometric systems, bibliometric systems, metrics, citation indexes.

УДК 519.615

Метод локализации нулей аналитических функций на основе оператора Кравчика / В.Ю. Семенов, Е.В. Семенова // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 3. С. 194–200.

Ил.: 2. Табл. 1. Библиогр.: 6 назв.

Аннотация. Рассмотрена задача локализации нулей аналитических функций с помощью оператора Кравчика. Получены формулы для вычисления образа оператора Кравчика для аналитических функций. На основании этого предложен новый алгоритм локализации нулей. Применение метода продемонстрировано на численных примерах, включая поиск нулей дзета-функции Римана.

Ключевые слова: нелинейное уравнение, аналитическая функция, локализация корней, оператор Кравчика, разложение в ряд Тейлора.

Метод локалізації нулів аналітичних функцій на основі оператора Кравчика / В.Ю. Семенов, Є.В. Семенова // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 3. С. 194–200.

Анотація. Розглянуто задачу локалізації нулів аналітичних функцій. Для її розв'язання застосовано оператор Кравчика. Отримано формули для обчислення образу оператора Кравчика. Запропоновано алгоритм локалізації нулів аналітичних функцій. Застосування методу продемонстровано на чисельних прикладах, включаючи пошук нулів дзета-функції Рімана.

Ключові слова: нелінійне рівняння, аналітична функція, локалізація коренів, оператор Кравчика, розв'язання у ряд Тейлора.

Method for localization of zeros of analytic functions based on Krawczyk operator / V.Yu. Semenov, E.V. Semenova // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 3. P. 194–200.

Abstract. Localization of zeros of analytic functions is considered. For this purpose, Krawczyk operator is used. The formulas for calculation of Krawczyk operator are derived. As a result, algorithm for localization of zeros is proposed. Application of the method is shown by numerical examples including search of zeros for Riemann zeta function.

Keywords: nonlinear equation, analytic function, root localization, Krawczyk operator, Taylor's expansion.