КІБЕРНЕТИКА **CYBERNETICS**

УДК 004.89; 004.93
Принципы организации сетчатки глаза человека и их использованиев системах компьютерного зрения / **В.П. Боюн, Л.А. Возненко, И.Ф. Малкуш** // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 3–17.

Іл.: 8. Табл. 0. Бібліогр.: 20 назв.

Аннотация. Приведен краткий обзор принципов организации сетчатки глаза человека. Рассмотрены принципы локальности при взаимодействии нейронов, кольцевой организации рецептивных полей с on- і off-центрами, специализации слоев нейронов, организации обратных связей, адаптации к уровню освещения и контрасту, сокращения объема данных в видеопотоке. Показано, что совершенная организация сетчатки глаза человека позволяет значительно улучшить технические характеристики систем компьютерного зрения при использовании сетчатки в качестве прототипа. Результаты работы использованы при создании семейства интеллектуальных видеокамер и ряда систем на их основе, а также при построении специализированных нейросетей для первичной обработки информации непосредственно на сенсорной матрице.

Ключевые слова: сетчатка, палочки и колбочки, горизонтальные, биполярные, амакриновые и ганглиозные клетки, on- и off-центры, нейросеть, видеосенсор, управление параметрами считывания информации, интеллектуальные видеокамеры, многослойные матричные структуры.

Принципи організації сітківки ока людини та їхнє використання в системах комп'ютерного зору / В.П. Боюн, Л.О. Возненко, І.Ф. Малкуш // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 3–17.

Анотація. Наведено короткий огляд принципів організації сітківки ока людини. Розглянуто принципи локальності під час взаємодії нейронів, кільцевої організації рецептивних полів з on- і off-центрами, спеціалізації шарів нейронів, організації зворотних зв'язків, адаптації до рівня освітлення і контрасту, стиснення даних у відеопотоці. Показано, що досконала організація сітківки ока людини дає змогу значно поліпшити технічні характеристики систем комп'ютерного зору в разі застосування сітківки як прототипу. Результати досліджень використано у процесі створення сім'ї інтелектуальних відеокамер і низки систем на їхній основі, а також під час побудови спеціалізованих нейронних мереж для первинного оброблення інформації безпосередньо на сенсорній матриці.

Ключові слова: сітківка; палички і колбочки; горизонтальні, біполярні, амакринові і гангліозні клітини; on- і off-центри; нейромережа; відеосенсор, керування параметрами зчитування інформації; інтелектуальні відеокамери; багатошарові матричні структури.

The principles of human retina organization and their use in computer vision / V.P. Boyun, L.O. Voznenko, I.F. Malkush // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 3–17.

Abstract. The paper provides a summary of the principles of human retina's organization. The paper explores the principles of: locality in the interaction of neurons; receptive fields ring organization with on- and off-centers (center-surround organization); neuron layers specialization; feedbacks organization; adaptation to light and contrast levels; data reduction in a video stream. The perfect organization of the human retina makes it possible to significantly improve the technical characteristics of computer vision systems when using the retina as a prototype. The results of this research were used in creation of a family of intelligent video cameras and systems based on them, as well as in building a number of specialized neural networks for primary information processing directly on the sensor matrix.

Keywords: retina, rods and cones, horizontal, bipolar, amacrine and ganglion cells, on- and off-centers, neural network, video sensor, information reading parameters control, intelligent video cameras, multilayer matrix structures.

==========

УДК 51.681.3
Численные методы решения задачи о математическом сейфе / С.Л. Крывый // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 18–34.

Іл.: 2. Табл. 6. Бібліогр.: 5 назв.

Аннотация. Приведены численные методы решения задачи о математическом сейфе с произвольным конечным числом позиций замков. Методы базируются на *TSS*-алгоритмах построения множества базисных решений систем линейных диофантовых уравнений в конечных полях и кольцах.

Ключевые слова: диофантовые уравнения, конечные поля, конечные кольца, системы линейных уравнений, базис решений.

Чисельні методи розв'язання задачі про математичний сейф / С.Л. Кривий // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 18–34.

Анотація. Наведено чисельні методи розв'язання задачі про математичний сейф з довільним скінченним числом позицій засувів. Методи ґрунтуються на *TSS*-алгоритмах побудови множини базисних розв'язків систем лінійних діофантових рівнянь в скінченних полях і кільцях.

Ключові слова: діофантові рівняння, скінченні поля, скінченні кільця, системи лінійних рівнянь, базис розв'язків.

The numerical methods to solve problems of mathematical safe / S.L. Kryvyi // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 18–34.

Abstract. The numerical metods to solve problems of mathematical safe with an arbitrary finite number of position of bolts is presented. The basis of the methods are **TSS**-algorithms for solving systems of linear Diophantine equations in finite fields and rings.

Keywords: Diophantine equations, finite fields, finite rings, systems of linear equations, basis of solutions.

==========

УДК 621.391.15 : 519.7

Суперсингулярные скрученные кривые Эдвардса над простым полем. II. Суперсингулярные скрученные кривые Эдвардса с *j*-инвариантом, равным 66^3 / А.В. Бессалов, Л.В. Ковальчук // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 35–46.

Іл.: 0. Табл. 3. Бібліогр.: 16 назв.

Аннотация. Сформулированы и доказаны теоремы об условиях существования суперсингулярных кривых Эдвардса над простым полем с *j*-инвариантом, равным 66^3, и с другими значениями j-инвариантов. Приведено обобщение полученных ранее результатов, использующее изоморфизм кривых в формах Лежандра и Эдвардса.

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

Суперсінгулярні скручені криві Едвардса над простим полем. II. Суперсінгулярні скручені криві Едвардса з *j*-інваріантом, який дорівнює 66^3 / А.В. Бессалов, Л.В. Ковальчук // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 35–46.

Анотація. Сформульовано і доведено теореми про умови існування суперсінгулярних кривих Едвардса над простим полем з *j*-інваріантом, який дорівнює 66^3, і з іншими значеннями *j*-інваріантів. Наведено узагальнення отриманих раніше результатів, що використовує ізоморфізм кривих у формах Лежандра і Едвардса.

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

Supersingular twisted Edwards curves over a simple field. II. supersingular twisted Edwards curves with an *j*-invariant equal to 66^3 / A.V. Bessalov, L.V. Kovalchuk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 35–46.

Abstract. Theorems on the existence conditions for Edwards super singular curves over a simple field with an j-invariant equal to 66^3 and with other values of the invariants were formulated and proved. A generalization of the previously obtained results using the isomorphism of curves in the Legendre and Edwards forms is given.

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

==========

УДК 519.713.1

Определение фиктивных состояний в Σ-автомате, синтезированном по спецификации в языке LP / А.Н. Чеботарев // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 47–57.

Іл.: 3. Табл. 0. Бібліогр.: 7 назв.

Аннотация. Синтез детерминированного Σ-автомата, специфицированного в языке LP, состоит в последовательном выполнении двух процедур. Первая строит автомат, имеющий подавтомат, совпадающий со специфицированным автоматом, а вторая удаляет состояния, не принадлежащие этому подавтомату. Такие состояния называются фиктивными. Рассмотрен способ определения фиктивных состояний. Полученные результаты позволяют соответствующий процесс свести к нахождению так называемых основных циклов в автомате и, в конечном счете, к проверке принадлежности периодического обратного сверхслова некоторому $-\omega$-регулярному множеству.

Ключевые слова: Σ-автомат, фиктивное состояние, начальный сильно связный подавтомат, нормальная форма, $-\omega$-регулярное множество, основной цикл.

Визначення фіктивних станів в Σ-автоматі, що синтезований за специфікацією у мові LP / А.М. Чеботарьов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 47–57.

Анотація. Синтез детермінованого Σ-автомата, специфікованого мовою LP, полягає у послідовному виконанні двох процедур. Перша будує автомат, який містить у собі підавтомат, що збігається зі специфікованим автоматом, а друга видаляє стани, які не належать цьому підавтомату. Такі стани називаються фіктивними. Розглянуто спосіб визначення фіктивних станів. Отримані результати дозволяють відповідний процес звести до знаходження так званих основних циклів в автоматі і, врешті-решт, до перевірки належності періодичного зворотного надслова деякій $-\omega$-регулярній множині.

Ключові слова: -автомат, фіктивний стан, початковий сильно зв'язний підавтомат, нормальна форма, $-\omega$-регулярна множина, основний цикл.

Detecting fictitious states in a Σ-automaton synthesized from the specification in the language LP / A.N. Chebotarev // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 47–57.

Abstract. Synthesis of a deterministic Σ-automaton specified in the language LP consists in the execution of two consecutive procedures. The first one constructs the automaton that has a subautomaton, which is identical to the specified automaton, and the other deletes the states that do not belong to this subautomaton. Such states are called fictitious. The method for detecting fictitious states is considered. The obtained results allow reducing detection of fictitious states to finding so-called basic cycles and eventually to checking the membership of a periodic $-\omega$-word in some $-\omega$-regular set.

Keywords: $-\omega$-automaton, fictitious state, initial strongly connected subautomaton, normal form, $-\omega$-regular set, basic cycle.

==========

УДК 519.7

Верхние оценки несбалансированности дискретных функций, реализуемых последовательностями конечных автоматов / А.Н. Алексейчук, С.Н. Конюшок, М.В. Поремский // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 58–66.

Іл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 19 назв.

Аннотация. Получены матричное представление и верхние оценки несбалансированности произвольной дискретной функции, реализуемой последовательностью конечных автоматов. Приведенные результаты, обобщающие ряд известных ранее утверждений о матричных (линейных) представлениях несбалансированности функций специального вида, можно применять к решению задач обоснования стойкости поточных или блочных шифров относительно ряда статистических атак.

Ключевые слова: корреляционный криптоанализ, несбалансированность дискретной функции, конечный автомат, операция сложения по модулю 2^n, SNOW 2.0, «Струмок».

Верхні оцінки незбалансованості дискретних функцій, що реалізуються послідовностями скінченних автоматів / А.М. Олексійчук, С.М. Конюшок, М.В. Поремський // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 58–66.

Анотація. Отримано матричне представлення і верхні оцінки незбалансованості довільної дискретної функції, що реалізується послідовністю скінченних автоматів. Наведено результати, що узагальнюють низку відомих раніше тверджень про матричні (лінійні) представлення незбалансованості функцій спеціального вигляду, які можна застосувати для розв'язання задач обґрунтування стійкості потокових чи блокових шифрів відносно низки статистичних атак.

Ключові слова: кореляційний криптоанализ, незбалансованість дискретної функції, скінченний автомат, операція додавання за модулем 2^n, SNOW 2.0, «Струмок».

Upper bounds for imbalance of discrete functions realized by sequences of finite-state machines / A.N. Alekseychuk, S.M. Koniushok, M.V. Poremskyi // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 58–66.

Abstact. A matrix representation and upper bounds of the imbalance of an arbitrary discrete function realized by a sequence of finite-state machines are obtained. The obtained results generalize a number of previously known assertions about matrix (linear) representations of the imbalance of the special form functions and can be used to solve the problems of security proofs of stream or block ciphers against a number of statistical attacks.

Keywords: correlation cryptanalysis, imbalance of discrete function, finite-state machine, addition modulo 2^n operation, SNOW 2.0, «Strumok».

==========

УДК 512.61 : 519.61

Разложение взвешенных псевдообратных матриц со смешанными весами в матричные степенные ряды и произведения / Е.Ф. Галба, Н.А. Варенюк // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 67–80.

Іл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 32 назв.

Аннотация. Получены и исследованы разложения взвешенных псевдообратных матриц со смешанными весами (одна весовая матрица положительно-определенная, а другая — невырожденная знакоопределенная) в матричные степенные ряды и произведения с отрицательными показателями степеней. Получены многочленные предельные представления этих матриц. Построены регуляризованные итерационные методы для вычисления взвешенных псевдообратных матриц со смешанными весами.

Ключевые слова: взвешенные псевдообратные матрицы со смешанными весами, матричные степенные ряды и произведения, предельные представления взвешенных псевдообратных матриц, регуляризованные итерационные методы.

Розвинення зважених псевдообернених матриць із змішаними вагами в матричні степеневі ряди і добутки / Є.Ф. Галба, Н.А. Варенюк // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С.67–80.

Анотація. Отримано і досліджено розвинення зважених псевдообернених матриць із змішаними вагами (одна вагова матриця додатно-означена, а друга — невироджена знаконевизначена) в матричні степеневі ряди і добутки з від'ємними показниками степенів. Отримано многочленні граничні представлення цих матриць. Побудовано регуляризовані ітераційні методи для обчислення зважених псевдообернених матриць із змішаними вагами.

Ключові слова: зважені псевдообернені матриці із змішаними вагами, матричні степеневі ряди і добутки, граничні зображення зважених псевдообернених матриць, регуляризовані ітераційні методи.

Expansion of weighted pseudoinverse matrices with mixed weights into matrix power series and power products / E.F. Galba, N.A. Vareniuk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 67–80.

Abstract. Expansions of weighted pseudoinverse matrices with mixed weights into matrix power series or power products with negative exponents are defined and analyzed. One of these matrices is a positive definite matrix and another is nonsingular and indefinite. Limited polynomial representations of these matrices are obtained. Iterative methods for evaluating weighted pseudoinverse matrices with mixed weights are constructed.

Keywords: weighted pseudoinverse matrices with mixed weights, matrix power series and power products, limited polynomials representations of weighted pseudoinverse matrices, iterative methodsю

==========

УДК 519.21

О больших уклонениях эмпирических оценок в задаче стохастического программирования при нестационарных наблюдениях с непрерывным временем / П.С. Кнопов, Е.И. Касицкая // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 81–86.

Іл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 4 назви.

Аннотация. Рассмотрена задача стохастического программирования, в которой эмпирическая функция строится по нестационарным наблюдениям с непрерывным временем. Исследован стационарный в узком смысле случайный процесс, удовлетворяющий условию сильного перемешивания. Приведены условия, при которых эмпирическая оценка является состоятельной, и оценены ее большие уклонения.

Ключевые слова: задача стохастического программирования, стационарный эргодический случайный процесс, условие сильного перемешивания, большие уклонения.

Про великі відхилення емпіричних оцінок в задачі стохастичного програмування за нестаціонарних спостережень з неперервним часом / П.С. Кнопов, Є.Й. Касіцька // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 81–86.

Анотація. Розглянуто задачу стохастичного програмування, в якій емпірична функція будується за нестаціонарними спостереженнями з неперервним часом. Досліджено стаціонарний у вузькому розумінні випадковий процес, що задовольняє умові сильного перемішування. Наведено умови, за яких емпірична оцінка є консистентною, та оцінено її великі відхилення.

Ключові слова: задача стохастичного програмування, стаціонарний ергодичний випадковий процес, умова сильного перемішування, великі відхилення.

On large deviations of empirical estimates in a stochastic programming problem with nonstationary observations and continuous time / P.S. Knopov, E.J. Kasitskaya // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 81–86.

Abstract. The paper considers a stochastic programming problem with the empirical function constructed on nonstationary observations and continuous time. A stationary in a strict sense random process satisfying the strong mixing condition is investigated in the problem. The conditions under which the empirical estimate is consistent are given and large deviations of the estimate are considered.

Keywords: stochastic programming problem, stationary ergodic random process, strong mixing condition, large deviations.

==========

УДК 532.59

Обратная дифракционная задача определения свойств плазменного объекта / И.Т. Селезов // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 87–94.

Іл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 18 назв.

Аннотация. Рассмотрена некорректная задача для плазменной неоднородности, диагностируемой по отраженному дифракционному полю — обратному рассеянию от облучаемого объекта. В этом случае не требуется особо точного восстановления объекта исследования на основе псевдообращения. Построено аналитическое решение обратной задачи для цилиндрической плазмы на основе обобщения решений для сферической плазмы и показаны возможности ее диагностики по измеренным величинам.

Ключевые слова: обратная задача, псевдообращение, дифракция волн, обратное рассеяние, диагностика плазмы.

Обернена дифракційна задача визначення властивостей плазмового об'єкта / І.Т. Селезов // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 87–94.

Анотація. Розглянуто некоректну задачу для плазмової неоднорідності, що діагностується за відбитим дифракційним полем — зворотним розсіюванням від об'єкта, що опромінюється. У цьому випадку не потрібно більш точне відновлення об'єкта дослідження на основі псевдообернення. Побудовано аналітичний розв'язок оберненої задачі для циліндричної плазми на основі узагальнення розв'язків для сферичної плазми і показано можливості її діагностики за виміряними величинами.

Ключові слова: обернена задача, псевдообернення, дифракція хвиль, зворотне розсіювання, діагностика плазми.

Inverse diffraction problem of determining the properties of a plasma object / I.T. Selezov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 87–94.

Abstract. We consider the ill-posed problem for a plasma inhomogeneity, which is diagnosed by the reflected diffraction field — backscattering from the irradiated object. In this case, there is no need for a more accurate restoration of the research object based on pseudo-inversion. An analytic solution of the inverse problem for a cylindrical plasma is constructed based on generalization of solutions for a spherical plasma. The possibilities of plasma diagnostics from measured values are shown.

Keywords: ill-posed problem, pseudoinversion, wave diffraction, backscattering, plasma diagnostics.

==========

УДК 517.9

Приближенные гарантированные среднеквадратичные оценки функционалов от решений параболических задач с быстро колеблющимися коэффициентами при нелинейных наблюдениях / А.Г. Наконечный, Е.А. Капустян, А.А. Чикрий // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 95–105.

Іл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 14 назв.

Аннотация. В статье рассмотрена задача минимаксного оценивания функционала от решения параболической задачи с быстро колеблющимися коэффициентами. К решению этой задачи применен традиционный минимаксный подход из-за наличия неизвестных функций в правой части уравнения и в начальном условии. Доказано существование гарантированной линейной среднеквадратичной оценки исходной задачи. Найдено приближенное решение исходной задачи с использованием теории усреднения и методов построения приближенного синтеза для распределенных систем. Доказано, что оценка задачи с усредненными параметрами является приближенной гарантированной среднеквадратичной оценкой исходной задачи.

Ключевые слова: гарантированные среднеквадратичные оценки, уравнение параболического типа, быстро колеблющиеся коэффициенты, наблюдение, приближенные оценки, оператор типа суперпозиции.

Наближені гарантовані середньоквадратичні оцінки функціоналів від розв'язків параболічних задач зі швидко коливними коефіцієнтами при нелінійних спостереженнях / О.Г. Наконечний, О.А. Капустян, А.О. Чикрій // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 95–105.

Анотація. У статті розглянуто задачу мінімаксного оцінювання функціонала від розв'язку параболічної задачі зі швидко коливними коефіцієнтами. До розв'язання цієї задачі застосовано традиційний мінімаксний підхід через наявність невідомих функцій у правій частині рівняння та у початковій умові. Доведено існування гарантованої лінійної середньоквадратичної оцінки вихідної задачі. Знайдено наближений розв'язок вихідної задачі з використанням теорії усереднення та методів побудови наближеного синтезу для розподілених систем. Доведено, що оцінка задачі з усередненими параметрами є наближеною гарантованою середньоквадратичною оцінкою вихідної задачі.

Ключові слова: гарантовані середньоквадратичні оцінки, рівняння параболічного типу, швидко коливні коефіцієнти, спостереження, наближені оцінки, оператор типу суперпозиції.

Approximate guaranteed mean square estimates of functionals on solutions of parabolic problems with fast oscillating coefficients under nonlinear observations / O.G. Nakonechnyi, O.A. Kapustian, A.O. Chikrii // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 95–105.

Abstract. The paper deals with the problem of minimax estimation of a functional on the solution of parabolic problem with rapidly oscillating coefficients. To solve this problem, the traditional minimax approach is used because of the presence of unknown functions on the right-hand side of the equation and in the initial condition. The existence of a guaranteed linear mean square estimate of the original problem is proved. An approximate solution of the original problem is found with the use of the averaging theory and the approximate synthesis methods for distributed systems. The main result of the work is to prove that the estimation of the problem with averaged parameters is an approximate guaranteed mean square estimation of the original problem.

Keywords: guaranteed mean-square estimates, parabolic equations, fast oscillating coefficients, observations, approximate estimates, superposition type operator.

==========

УДК 517.9 : 519.6

Некоторые нелокальные краевые задачи для бипараболического эволюционного уравнения и его дробно-дифференциального аналога / В.М. Булавацкий // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 106–114.

Іл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 29 назв.

Аннотация. Для бипараболического эволюционного уравнения в частных производных и его дробно-дифференциального обобщения выполнены постановки и получены замкнутые решения некоторых краевых задач с нелокальными граничными условиями. Рассмотрены варианты прямой и обратной постановок задач. Математическая постановка обратной задачи предполагает поиск вместе с решением исходного интегро-дифференциального уравнения дробного порядка также его неизвестной правой части, функционально зависящей только от геометрической переменной.

Ключевые слова: бипараболическое эволюционное уравнение, дробно-дифференциальный аналог бипараболического уравнения, нелокальная краевая задача, обратная задача, биортогональные системы функций.

Деякі нелокальні крайові задачі для біпараболічного еволюційного рівняння та його дробово-диференційного аналога / В.М. Булавацький // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 106–114.

Анотація. Для біпараболічного еволюційного рівняння з частинними похідними та його дробово-диференційного узагальнення виконано постановки та одержано замкнені розв'язки деяких крайових задач з нелокальними граничними умовами. Розглянуто варіанти прямої та оберненої постановок задач. Математична постановка оберненої задачі передбачає пошук разом з розв'язком вихідного інтегро-диференційного рівняння дробового порядку також його невідомої правої частини, яка функціонально залежить лише від геометричної змінної.

Ключові слова: біпараболічне еволюційне рівняння, дробово-диференційний аналог біпараболічного рівняння, нелокальна крайова задача, зворотня задача, біортогональні системи функцій.

Some nonlocal boundary-value problems for biparabolic evolution equation and its fractional differential analogue / V.M. Bulavatsky // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 106–114.

Abstract. For biparabolic evolution partial differential equation and its fractional differential generalization, statements are made and closed form solutions of some boundary-value problems with nonlocal boundary conditions are obtained. Variants of direct and inverse problem statements are considered. The mathematical formulation of the inverse problem involves the search together with the solution of the original integro-differential equation of fractional order also its unknown right-hand side that depends functionally only on the geometric variable.

Keywords: biparabolic evolution equation, fractional-differential analogue of biparabolic equation, nonlocal boundary value problem, inverse problem, biorthogonal systems of functions.

УДК 519.6
К построению интегральных математических моделей двух классов нелинейных пространственно распределенных систем. I. Случай дискретно определенных внешнединамических возмущений / В.А. Стоян // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 115–127.

Іл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 9 назв.

Аннотация. Решены задачи псевдообращения нелинейных дифференциальных моделей пространственно распределенных динамических систем. Рассматриваются системы, нелинейность которых образована произведением линейных дифференциальных преобразований функции состояния системы или путем замены этими преобразованиями коэффициентов линейного приближения модели. Строятся аналитические зависимости функции состояния системы от дискретно определенных значений внешнединамических возмущающих факторов.

Ключевые слова: псевдообращение, нелинейные динамические системы, системы с распределенными параметрами, распределенные пространственно-временные системы.

До побудови інтегральних математичних моделей двох класів нелінійних просторово розподілених систем. I. випадок дискретно визначених зовнішньодинамічних збурень / В.А. Стоян // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 115–127.

Анотація. Розв'язано задачі псевдообернення нелінійних диференціальних моделей просторово розподілених динамічних систем. Розглянуто системи, нелінійність яких утворено добутком лінійних диференціальних перетворень функції стану системи або шляхом заміни цими перетвореннями коефіцієнтів лінійного наближення моделі. Будуються аналітичні залежності функції стану системи від дискретно визначених значень зовнішньодинамічних збурювальних факторів.

Ключові слова: псевдообернення, нелінійні динамічні системи, системи з розподіленими параметрами, розподілені просторово-часові системи.

On construction of integral mathematical models of two classes of nonlinear spatially distributed systems. I. The case of discretely defined outward-dynamical perturbations / V.A. Stoyan // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 115–127.

Abstract. Problems of pseudoinversion of nonlinear differential models of spatially distributed dynamical system are solved. Systems whose nonlinearity is formed by the product of linear differential transformations of system functional state or by replacing the coefficients of linear approximation by these transformations are considered. Analytic dependencies of system functional state on discretely defined values of outward-dynamical factors are constructed.

Keywords: pseudoinversion, nonlinear dynamical systems, spatially distributed dynamical systems.

==========

УДК 519.21
Математические модели управление риском для марковских процессов регенерирующего типа / Ал.А. Война, Ан.А. Война // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 128–142.

Іл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 15 назв.

Аннотация. В рамках математической модели, условно названной «параллельной марковской структурой», формализован ряд практических постановок задач оптимального управления. Изучены свойства моделей и использованных для их построения случайных процессов. Разработаны конструктивные алгоритмы вычисления значений соответствующих функций риска и построения оптимальных стратегий управления.

Ключевые слова: регенерирующий процесс, параллельная структура, оптимальные стационарные стратегии, марковские процессы принятия решений, функция риска, итерационные алгоритмы.

Математичні моделі керування ризиком для марковських процесів регенераційного типу / О.А. Война, А.О. Война // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 128–142.

Анотація. В рамках математичної моделі, умовно названої «паралельною марковською структурою», формалізовано низку практичних постановок задач оптимального керування. Вивчено властивості моделей і використаних до їхньої побудови випадкових процесів. Розроблено алгоритми обчислення вартості відповідних функцій ризику та побудови оптимальних стратегій керуванння.

Ключові слова: регенераційний процесс, паралельна структура, оптимальні стаціонарні стратегії, марковські процеси прийняття рішень, функція ризику, ітераційні алгоритми.

Dynamic risk control in multidimensional Markov models / O.A. Voina, A.O. Voyna // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 128–142.

Abstract. Within the framework of a mathematical model called conventionally "parallel Markov structure," a number of practical set ups of optimal control problems are formalized. The properties of the models and of the random processes used to build them are examined. In addition, the algorithms on calculating the cost of the corresponding risk functions and on constructing optimal control strategies are developed.

Keywords: regenerating process, parallel structure, optimal stationary strategies, Markov decision processes, risk function, iterative algorithms.

==========

УДК 517.977
Достаточные условия сближения управляемых объектов в игровых задачах динамики. I / И.С. Раппопорт // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 143–155.

Іл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 22 назв.

Аннотация. Решена задача сближения управляемых объектов на основе метода разрешающих функций. Предложены достаточные условия окончания игры за конечное гарантированное время в случае, когда условие Понтрягина не выполняется. Введены верхние и нижние разрешающие функции разных типов. На их основе разработаны две схемы метода разрешающих функций, обеспечивающих завершение дифференциальной игры в классе квазистратегий и контруправлений.

Ключевые слова: квазилинейная дифференциальная игра, многозначное отображение, измеримый селектор, стробоскопическая стратегия, разрешающая функция.

Достатні умови зближення керованих об'єктів в ігрових задачах динаміки. I / Й.С. Раппопорт // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 143–155.

Анотація. Розв'язано задачу зближення керованих об'єктів на основі методу розв'язувальних функцій. Запропоновано достатні умови закінчення гри за скінченний гарантований час у випадку, коли умова Понтрягіна не виконується. Введено верхні і нижні розв'язувальні функції різних типів. На їхній основі розроблено дві схеми методу розв'язувальних функцій, що забезпечують завершення диференціальної гри в класі квазістратегій і контркерувань.

Ключові слова: квазілінійна диференціальна гра, багатозначне відображення, вимірний селектор, стробоскопічна стратегія, розв'язувальна функція.

Sufficient approaching conditions for controlled objects in the game dynamic problems. I / I.S. Rappoport // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 143–155.

Abstract. The problem of approach of control objects is solved on the basis of the method of resolving functions. Sufficient conditions for game ending in a final guaranteed time are proposed in the case when the Pontryagin condition is not satisfied. The upper and lower resolving functions of different types are introduced and used to develop two schemes of the method of resolving functions that ensure the completion of the differential game in the class of quasi-strategies and counter-controls.

Keywords: quasilinear differential game, multivalued mapping, measurable selector, stroboscopic strategy, resolving function.

==========

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ SOFTWARE–HARDWARE COMPLEXES

УДК 004.05, 004.4[2+9], 004.94, 519.7
Обзор современных методов защищенности и безопасности программных систем / А.А. Летичевский, В.С. Песчаненко, Я.В. Гринюк, В.Ю. Радченко, В.М. Яковлев // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 156–169.

Іл.: 1. Табл. 2. Бібліогр.: 28 назв.

Аннотация. Показано, что в настоящее время безопасность и защищенность программных ресурсов является одной из наиболее актуальных проблем в ИТ-отрасли, поскольку действия злоумышленников становятся все более изощренными, а убытки от кибератак растут. Традиционные методы борьбы с кибератаками теряют свою эффективность, поэтому разработка новых методов и средств защиты программных ресурсов является насущной потребностью. Особенно интересными и перспективными являются разработки, базирующиеся на формальных методах с использованием современных алгебраических теорий.

Ключевые слова: алгебраическое моделирование, алгебра поведений, кибербезопасность, инсерционное программирование, формальные методы, символьные методы, символьное моделирование, поиск уязвимостей.

Огляд сучасних методів захищеності та безпеки програмних систем / О.О. Летичевський, В.С. Песчаненко, Я.В. Гринюк, В.Ю. Радченко, В.М. Яковлев // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 156–169.

Анотація. Показано, що безпека та захищеність програмних ресурсів нині є однією з найбільш актуальних проблем в ІТ-галузі, оскільки дії зловмисників стають дедалі більш загрозливими, а збитки від кібератак збільшуються. Традиційні методи боротьби з кібератаками втрачають свою ефективність, тому розроблення нових методів і засобів захисту програмних ресурсів є нагальною потребою. Особливо цікавими і перспективними є розробки, які ґрунтуються на формальних методах з використанням сучасних алгебраїчних теорій.

Ключові слова: алгебраїчне моделювання, алгебра поведінок, кібербезпека, інсерційне програмування, формальні методи, символьні методи, символьне моделювання, пошук вразливостей.

Overview of the modern methods of protection and security of software systems / O.A. Letychevskii, V.S. Peschanenko, Y.V. Hryniuk, V.Yu. Radchenko, V.M. Yakovlev // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 156–169.

Abstract. Security and protection of software resources are one of the most important problems in the IT industry since attackers' actions become increasingly sophisticated and losses caused by cyberattacks are growing. Traditional methods of cyberattack prevention become inefficient; therefore, development of new methods and tools to secure software resources becomes of essential need. The studies that are based on formal methods with the use of modern algebraic theories are especially interesting and promising.

Keywords: algebraic modeling, behavior algebra, cybersecurity, formal methods, insertion programming, symbolic methods, symbolic modeling, vulnerability detection.

УДК 667.64:668.02

Граничные задачи определения энергетического спектра сигналов акустической эмиссии в сопряженных сплошных средах / В.В. Марасанов, А.В. Шарко, А.А. Шарко // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 170–179.

Іл.: 2. Табл. 0. Бібліогр.: 12 назв.

Аннотация. Рассмотрены граничные задачи распространения сигналов акустической эмиссии при сопряжении двух сплошных сред. В качестве основных переменных в них выбраны сила, определяющая возникновение акустической эмиссии, и смещение частиц среды, определяющее появление и распространение упругих волн. Приведено методическое обоснование решения краевой задачи в сопряженных средах с использованием функции Грина и преобразований Фурье. Показано, что энергетический спектр акустической эмиссии полностью определяется силовыми константами материала и силами, инициирующими возникновение сигналов акустической эмиссии.

Ключевые слова: акустическая эмиссия, сигналы, спектр, оператор, функция Грина.

Граничні задачі визначення енергетичного спектра сигналівакустичної емісії в сполучених суцільних середовищах / В.В. Марасанов, О.В. Шарко, А.О. Шарко // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 170–179.

Анотація. Розглянуто граничні задачі поширення сигналів акустичної емісії для сполучення двох суцільних середовищ. Як основні змінні обрано силу, яка визначає виникнення акустичної емісії, і зміщення частинок середовища, що визначає появу і поширення пружних хвиль. Наведено методичне обґрунтування розв'язання крайової задачі в сполучених середовищах з використанням функції Гріна і перетворень Фур'є. Показано, що енергетичний спектр акустичної емісії повністю визначається силовими константами матеріалу і силами, що ініціюють виникнення сигналів акустичної емісії.

Ключові слова: акустична емісія, сигнали, спектр, оператор, функція Гріна.

Boundary problems of determining the energy spectrum of signals of acoustic emission in conjugated continuous media / V.V. Marasanov, A.V. Sharko, A.A. Sharko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 170–179.

Abstract. The boundary problems of the propagation of acoustic emission signals with the conjugation of two continuous media are considered. The main variables in the problems are the force, which determines the occurrence of acoustic emission, and the displacement of medium particles, which determines the occurrence and propagation of elastic waves. The methodological substantiation of the solution of the boundary-value problem in adjoint media using the Green function and Fourier transforms is presented. It is shown that the energy spectrum of acoustic emission is completely determined by the force constants of the material and the forces initiating the occurrence of acoustic emission signals.

Keywords: acoustic emission, signals, spectrum, operator, Green function.

НОВІ ЗАСОБИ КІБЕРНЕТИКИ, ІНФОРМАТИКИ, ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

NEW TOOLS IN CYBERNETICS, COMPUTER SCIENCE, AND SYSTEM ANALYSIS

УДК 004.22+004.93'11

Индексные структуры для быстрого поиска сходных символьных строк / Д.А. Рачковский // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 5. С. 180–202.

Іл.: 0. Табл. 0. Бібліогр.: 80 назв.

Аннотация. Дан обзор индексных структур для быстрого поиска по сходству объектов, представленных символьными строками. Рассмотрены индексные структуры как для точного, так и для приближенного поиска по расстоянию редактирования. Представлены индексные структуры на основе обратного индексирования, сохраняющего сходство хэширования, древовидных структур. Изложены идеи известных и предложенных в последнее время алгоритмов.

Ключевые слова: поиск по сходству, расстояние редактирования, ближайший сосед, ближний сосед, индексные структуры, обратное индексирование, *n*-граммы, локально-чувствительное хэширование, древовидные структуры.

Індексні структури для швидкого пошуку схожих символьних рядків / Д.А. Рачковський // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 5. С. 180–202.

Анотація. Наведено огляд індексних структур для швидкого пошуку за схожістю об'єктів, що представлені бінарними символьными рядками. Розглянуто індексні структури як для точного, так і для наближеного пошуку за відстанню редагування. Описано індексні структури на основі зворотного індексування, гешування, що зберігає схожість, деревовидних структур. Викладено ідеї алгоритмів, відомих та нещодавно запропонованих.

Ключові слова: пошук за схожістю, відстань редагування, найближчий сусід, ближній сусід, індексні структури, зворотне індексування, *n*-грами, локально-чутливе гешування, деревовидні структури.

Index structures for fast similarity search for symbolic strings / D.A. Rachkovskij // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2019. Vol. 55, N 5. P. 180–202.

Abstract. We survey index structures for fast similarity search of objects represented by symbolic strings. Index structures for both exact and approximate search by the edit distance are considered. Mainly, we present index structures based on inverted indexing, similarity-preserving hashing, tree structures. The ideas of specific algorithms, including the recently proposed ones, are outlined.

Keywords: similarity search, edit distance, nearest neighbor, near neighbor, index structures, inverted indexing, *n*-grams, locality-sensitive hashing, treelike structures.