

КІБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 681.3

О приближенном вычислении меры вероятности нечеткого события / А.И. Провотар, О.А. Провотар // Кибернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 3–11.

Аннотация. Предложен подход, который позволяет (при необходимости) вычислять меры индивидуальных вероятностей нечетких событий. Приведены результаты использования этого подхода при решении конкретных вероятностных задач в нечеткой формулировке.

Ключевые слова: нечеткие множества, вероятность нечеткого события, нечеткие треугольные числа.

Про наближене обчислення міри ймовірності нечіткої події / О.І. Провотар, О.О. Провотар // Кибернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 3–11.

Анотація. Запропоновано підхід, який дає змогу (за потреби) обчислювати міри індивідуальних ймовірностей нечітких подій. Наведено результати застосування цього підходу до розв'язання ймовірнісних задач у нечіткому формулюванні.

Ключові слова: нечіткі множини, ймовірність нечіткої події, нечіткі трикутні числа.

Approximate calculation of the probability measure of a fuzzy event / O.I. Provotar, O.O. Provotar // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 3–11.

Abstract. An approach which allows (if necessary) calculating the measures of individual probabilities of fuzzy events is proposed. The results of using this approach to solve specific probabilistic problems in fuzzy formulation are given.

Keywords: fuzzy event, probability of fuzzy event, triangular fuzzy number.

УДК 004.8:519.7

Алгоритм очевидности и системы SAD: прошлое и возможное будущее / А.В. Лялецкий // Кибернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 12–20.

Аннотация. Работа посвящена программе «Алгоритм Очевидности», инициированной академиком В. М. Глушковым в 1970 г. и нашедшей свое воплощение в виде русскоязычной и англоязычной систем SAD, предназначенных для автоматизированного проведения дедукции. Дано описание их характерных черт и особенностей. Приведены примеры, демонстрирующие возможность их использования для решения математических и повседневных задач, требующих выполнения дедуктивных построений. Описаны возможные пути дальнейшего развития англоязычной системы SAD.

Ключевые слова: Алгоритм Очевидности, система SAD, автоматизация рассуждений, автоматизация поиска доказательств теорем, прouver.

Алгоритм очевидности і системи SAD: минуле та можливе майбутнє / О.В. Лялецький // Кибернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 12–20.

Анотація. Роботу присвячено програмі «Алгоритм Очевидності», що була ініційована академіком В. М. Глушковым у 1970 році і знайшла своє втілення у вигляді російськомовної та англійськомовної систем SAD, призначених для автоматизованого проведення дедукції. Надано опис їхніх характерних рис та особливостей. Наведено приклади, які демонструють можливість їх використання для розв'язання математичних і повсякденних задач, що потребують виконання дедуктивних побудов. Описано можливі шляхи подальшого розвитку англійськомовної системи SAD.

Ключові слова: Алгоритм Очевидності, система SAD, автоматизація міркувань, автоматизація пошуку доведень теорем, прouver.

Evidence algorithm and SAD systems: Past and possible future / A.V. Lyaletski // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 12–20.

Abstract. The paper is devoted to the Evidence Algorithm program on automated reasoning initiated by Academician Glushkov in 1970 and found its expression in the form of the Russian-language and English-language SAD systems intended for automated deduction. Some of their characteristic peculiarities and features are described. Examples demonstrating the possibility of their use for solving mathematical and common problems that require deductive constructions are provided. Possible ways of the further development of the English-language SAD system are given.

Keywords: Evidence Algorithm, SAD system, automated reasoning, automated theorem proving, prover.

УДК 519.21

Состоятельность и свойства больших уклонений эмпирических оценок в задаче стохастической оптимизации для однородного случайного поля при неоднородных и однородных наблюдениях / П.С. Кнопов, Е.И. Касицкая // Кибернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 21–34.

Аннотация. Рассмотрена задача стохастического программирования, где эмпирическая функция строится по неоднородным наблюдениям однородного случайного поля. Исследовано однородное в узком смысле случайное поле, удовлетворяющее условию сильного перемешивания. Приведены условия, при которых эмпирическая оценка является состоятельной и оцениваются ее большие уклонения для однородных наблюдений.

Ключевые слова: задача стохастического программирования, однородное в узком смысле случайное поле, неоднородные наблюдения, условие сильного перемешивания, большие уклонения.

Консистентність і властивості великих відхилень емпіричних оцінок в задачі стохастичної оптимізації для однорідного випадкового поля за неоднорідних та однорідних спостережень / П.С. Кнопов, Є.І. Касіцька // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 21–34.

Анотація. Розглянуто задачу стохастичного програмування, у якій емпіричну функцію будують за неоднорідними спостереженнями однорідного випадкового поля. Досліджено однорідне у вузькому розумінні випадкове поле, що задовольняє умові сильного перемішування. Наведено умови, за яких емпірична оцінка є консистентною, та оцінено її великі відхилення для однорідних спостережень.

Ключові слова: задача стохастичного програмування, однорідне у вузькому розумінні випадкове поле, неоднорідні спостереження, умова сильного перемішування, великі відхилення.

Consistency and properties of large deviations of empirical estimates in stochastic optimization problems for homogeneous random fields under nonhomogeneous and homogeneous observations / P.S. Knopov, E.I. Kasitskaya // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 21–34.

Abstract. The paper considers a stochastic programming problem with the empirical function constructed from nonhomogeneous observations of a homogeneous random field. The field satisfying the strong mixing condition is investigated in the problem. The conditions whereby the empirical estimate is consistent are given, and large deviations of the estimate for homogeneous observations are considered.

Keywords: stochastic programming problem, a random field homogeneous in a strict sense, nonhomogeneous observations, strong mixing condition, large deviations.

УДК 519.21

Меры риска в виде инфимальной конволюции / В.С. Кирилук // Кибернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 35–54.

Аннотация. Изучены свойства мер риска, построенных в виде инфимальной конволюции. Описано двойственное представление таких мер, их субдифференциал, условия экстремума, представление для оптимизации и использования в ограничениях. Результаты исследования демонстрируются на примерах известных мер риска такой конструкции. Это позволяет систематизировать известные результаты и облегчить потенциальный поиск новых вариантов мер риска.

Ключевые слова: инфимальная конволюция, выпуклая мера риска, когерентная мера риска, conditional value-at-risk, двойственное представление, субдифференциал, ожидаемая полезность, детерминированный эквивалент.

Міри ризику у вигляді інфімальної конволюції / В.С. Кирилук // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 35–54.

Анотація. Вивчено властивості мір ризику, побудованих у вигляді інфімальної конволюції. Описано подвійне представлення таких мір, їхній субдиференціал, умови екстремуму, представлення для оптимізації та використання в обмеженнях. Результати вивчення демонструються на прикладах відомих мір ризику такої конструкції. Це дає змогу систематизувати відомі результати і полегшити потенційний пошук нових варіантів мір ризику.

Ключові слова: інфімальна конволюція, опукла міра ризику, когерентна міра ризику, conditional value-at-risk, подвійне представлення, субдиференціал, очікувана корисність, детермінований еквівалент.

Risk measures in the form of infimal convolution / V.S. Kirilyuk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 35–54.

Abstract. The properties of risk measures in the form of infimal convolution are studied. The dual representation of such measures, their subdifferential, extremum conditions, representation for optimization and use in constraints are described. The results of the study are demonstrated by examples of known risk measures of such construction. This allows systematization of the well-known results and facilitates a potential search for new variants of risk measures.

Keywords: infimal convolution, convex risk measure, coherent risk measure, conditional value-at-risk, dual representation, subdifferential, expected utility, deterministic equivalent.

УДК 004.82.855'24

Формализация процедуры формирования динамического равновесия альтернатив в многоагентной среде в процессах принятия решений большинством голосов / А.В. Олецкий, Е.В. Ивохин // Кибернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 55–66.

Аннотация. С целью анализа индивидуального и коллективного поведения агентов предложена модель «состояние-вероятность выбора». Она основана на явном рассмотрении вероятностей выбора альтернатив и на марковской цепи изменения этих вероятностей. Центральное место в модели занимает матрица «состояние-вероятность выбора», строки которой соответствуют состояниям, а столбцы – альтернативам. В рамках этой модели установлены некоторые достаточные условия динамического равновесия двух альтернатив, если решения принимаются простым большинством голосов. Динамическое равновесие означает, что по очереди выбираются разные альтернативы, и при многократном выборе каждая из них не имеет преимущества над другими. Получен также конструктивный способ формирования матриц «состояние-вероятность выбора», для которых обеспечивается динамическое равновесие альтернатив.

Ключевые слова: ситуация принятия решения, динамическое равновесие, агенты.

Формалізація процедури формування динамічної рівноваги альтернатив у багатоагентному середовищі у процесах прийняття рішень більшістю голосів / О.В. Олецкий, Є.В. Івохін // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 55–66.

Анотація. З метою аналізу індивідуальної та колективної поведінки агентів запропоновано модель під назвою «стан-імовірність вибору». Вона ґрунтується на явному розгляді ймовірностей вибору альтернатив та на марковському ланцюзі зміни цих ймовірностей. Центральне місце в моделі займає матриця «стан-імовірність вибору», рядки якої відповідають станам, а стовпці — альтернативам. У межах цієї моделі встановлено деякі достатні умови динамічної рівноваги двох альтернатив, якщо рішення приймаються простою більшістю голосів. Динамічна рівновага означає, що по черзі вибираються різні альтернативи, і у випадку багаторазового вибору жодна з них не має переваг над іншими. Отримано також конструктивний спосіб формування матриць «стан-імовірність вибору», для яких забезпечується динамічна рівновага альтернатив.

Ключові слова: ситуація прийняття рішень, динамічна рівновага, агенти.

Formalizing the procedure for the formation of a dynamic equilibrium of alternatives in a multi-agent environment in decision-making by majority of votes / O.V. Oletsky, E.V. Ivohin // Kibernetika i sistemnyy analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 55–66.

Abstract. In order to investigate individual and collective behavior of agents, the model called the “state–probability of choice” has been suggested. The model is based on implicit regarding of choice probabilities and on the Markov chain of changing these probabilities. The main point of the model is a “state–probability of choice” matrix whose rows correspond to states and the columns correspond to alternatives. Within this model, some sufficient conditions of the dynamic equilibrium between two alternatives have been established. The dynamic equilibrium means that different alternatives are being chosen by rotation, and any of them has no advantage over others. The way of forming “state–probability of choice” matrices providing the dynamic equilibrium has been suggested.

Keywords: decision-making situation, dynamic equilibrium, agents.

УДК 519.872

Исследование СМО вида $M|M|N$ с обратной связью методом асимптотического анализа / А.А. Назаров, А.З. Меликов, Е.А. Павлова, С.Г. Алиева, Л.А. Пономаренко // Кибернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 67–76.

Аннотация. Рассмотрена математическая модель повторного обслуживания заявок в виде системы массового обслуживания с N обслуживающими приборами, мгновенной и отсроченной обратными связями и орбитом. Считается, что объем орбита для заявок, требующих повторного обслуживания, является бесконечным. Входящий поток пуассоновский. Для нахождения совместного распределения вероятностей числа занятых приборов в системе и числа заявок в орбите использован метод асимптотического анализа. Приведены результаты численного эксперимента.

Ключевые слова: многоканальная система массового обслуживания, мгновенная обратная связь, отсроченная обратная связь, орбита, метод асимптотического анализа.

Дослідження СМО виду $M/M/N$ із зворотним зв'язком методом асимптотичного аналізу / А.А. Назаров, А.З. Меліков, К.О. Павлова, С.Г. Алієва, Л.А. Пономаренко // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 67–76.

Анотація. Розглянуто математичну модель повторного обслуговування заявок у вигляді системи масового обслуговування з N обслуговуваними приладами, миттєвим і відстроченим зворотними зв'язками та орбітою. Вважається, що розмір орбіти для заявок, що потребують повторного обслуговування, є нескінченним. Вхідний потік є пуассонівським. Для знаходження спільного розподілу ймовірностей кількості зайнятих приладів у системі і кількості заявок в орбіті використано метод асимптотичного аналізу. Наведено результати чисельного експерименту.

Ключові слова: багатоканальна система масового обслуговування, миттєвий зворотний зв'язок, відстрочений зворотний зв'язок, орбіта, метод асимптотичного аналізу.

Method of asymptotic analysis of an $M/M/N$ queueing system with feedback / A. Nazarov, A. Melikov, E. Pavlova, S. Aliyeva, L. Ponomarenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 67–76.

Abstract. In this paper, we consider a mathematical model for re-servicing customers in the form of a queueing system with N servers, instant and delayed feedback, and an orbit. It is believed that the orbit size for customers requiring re-service is infinite. The input flow is Poisson. To find the joint probability distribution of the number of occupied servers in the system and the number of customers in orbit, the asymptotic analysis method is used. The results of a numerical experiment are presented.

Keywords: multichannel queueing system, instant feedback, delayed feedback, orbit, asymptotic analysis method.

УДК 519.6

Псевдообращение математических моделей распределенных дифференциальных систем с адитивно определенной нелинейностью / В.А. Стоян // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 77–93.

Аннотация. Рассмотрены пространственно распределенные динамические системы, линейная математическая модель которых дополняется нелинейным дифференциальным членом, полученным произведением линейных дифференциальных преобразований функции состояния или заменой такими преобразованиями коэффициентов линейного приближения модели. Построены псевдообращения приведенных математических моделей, которые по среднеквадратическому критерию согласуются с их дифференциальным представлением.

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

Псевдообернення математичних моделей розподілених диференціальних систем з адитивно визначеною нелінійністю / В.А. Стоян // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 77–93.

Анотація. Розглянуто просторово розподілені динамічні системи, лінійна математична модель яких доповнюється нелінійним диференціальним членом, отриманим добутком лінійних диференціальних перетворень функції стану або заміною такими перетвореннями коефіцієнтів лінійного наближення моделі. Побудовано псевдообернення наведених математичних моделей, які за середньоквадратичним критерієм узгоджуються з їхнім диференціальним представленням.

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

Pseudo-inversion of the mathematical models of distributed differential systems with additively definite nonlinearity / V.A. Stoyan // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 77–93.

Abstract. The author considers spatially distributed dynamic systems whose linear mathematical model is complemented by a nonlinear differential term, obtained as the product of linear differential transformations of state function or by replacing such transformations of coefficients of the linear approximation of the model. Pseudo-inversions of the considered mathematical models, which are consistent with their differential representation according to the root-mean-square criteria, are generated.

Keywords: Pseudo-inversion, nonlinear dynamic systems, distributed-parameter systems, spatially distributed dynamic systems.

УДК 681.518.2, 681.514

Решение проблемы формирования устойчивых и состоятельных оценок корреляционной матрицы наблюдений методом динамической регуляризации / В.В. Скачков, В.В. Чепкий, А.Н. Ефимчиков, А.Ю. Коркин, А.А. Гончарук // Кибернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 94–103.

Аннотация. Дан анализ состоятельности устойчивых оценок корреляционной матрицы наблюдений при их статической и динамической регуляризации. Доказано преимущество метода динамической регуляризации с оптимальным параметром в контексте разрешения противоречия «вычислительная устойчивость – состоятельность» выборочных оценок корреляционной матрицы наблюдений. Получен алгоритм вычисления оптимального параметра динамической регуляризации, который не использует данных прогнозирования и не требует дополнительных вычислительных затрат.

Ключевые слова: регуляризация, состоятельность, устойчивость, сходимость, оценка.

Розв'язання проблеми формування стійких і конзистентних оцінок кореляційної матриці спостережень методом динамічної регуляризації / В.В. Скачков, В.В. Чепкий, О.М. Єфимчиков, О.Ю. Коркін, А.А. Гончарук // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 94–103.

Анотація. Наведено аналіз конзистентності стійких оцінок кореляційної матриці спостереження за їхньою статичною та динамічною регуляризацією. Доведено перевагу методу динамічної регуляризації з оптимальним параметром у контексті розв'язання суперечності «обчислювальна стійкість – конзистентність» вибірових оцінок кореляційної матриці спостережень. Отримано алгоритм обчислення оптимального параметра динамічної регуляризації, який не використовує даних прогнозування та не потребує додаткових обчислювальних витрат.

Ключові слова: регуляризація, конзистентність, стійкість, збіжність, оцінка.

Solving the problem of generating stable and consistent estimates of the correlation matrix of observations by the dynamic regularization method / V.V. Skachkov, V.V. Chepkiy, O.M. Yefymchikov, O.Yu. Korkin, A.A. Goncharuk // Kibernetika i sistemnyy analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 94–103.

Abstract. The consistency of stable estimates of the correlation matrix of observations with their static and dynamic regularization is analyzed. The advantage of the dynamic regularization method with the optimal parameter in the context of resolving the contradiction of computational stability and consistency of sample estimates of the correlation matrix of observations is proved. An algorithm is obtained for calculating the optimal dynamic regularization parameter, which does not use forecasting data and does not require additional computational costs.

Keywords: regularization, consistency, stability, convergence, evaluation.

УДК 517.988

Адаптивный алгоритм для вариационного неравенства на множестве решений задачи о равновесии / Я.И. Ведель, С.В. Денисов, В.В. Семенов // Кибернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 104–114.

Аннотация. Рассмотрены двухуровневые задачи: вариационные неравенства на множестве решений задач о равновесии. Примером таких задач является поиск нормального равновесия Нэша. Для их решения предложен итерационный алгоритм, сочетающий в себе идеи двухэтапного проксимального метода, адаптивности и итеративной регуляризации. В отличие от применяемых ранее правил выбора величины шага в предлагаемом алгоритме не проводится вычислений значений бифункции в дополнительных точках, не требуются знания информации о липшицевых константах бифункции, константах липшицевости и сильной монотонности оператора. Для монотонных бифункций липшицевого типа и сильно монотонных липшицевых операторов доказана теорема о сильной сходимости алгоритма. Показано, что предложенный алгоритм применим к монотонным двухуровневым вариационным неравенствам в гильбертовых пространствах.

Ключевые слова: двухуровневая задача, вариационное неравенство, задача о равновесии, двухэтапный проксимальный метод, адаптивность, итеративная регуляризация, сильная сходимость.

Адаптивний алгоритм для варіаційної нерівності на множині розв'язків задачі про рівновагу / Я.І. Ведель, С.В. Денисов, В.В. Семенов // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 104–114.

Анотація. Розглянуто двохрівневі задачі: варіаційні нерівності на множині розв'язків задач про рівновагу. Прикладом таких задач є пошук нормальної рівноваги Неша. Для їх розв'язання запропоновано ітераційний алгоритм, що поєднує у собі ідеї двоетапного проксимального методу, адаптивності та ітеративної регуляризації. На відміну від правил вибору величини кроку, що застосовувалися раніше, в запропонованому алгоритмі не проводиться обчислень значень біфункції в додаткових точках та не потрібно знання інформації про величину ліпшицевих констант біфункції, констант ліпшицевості та сильної монотонності оператора. Для монотонних біфункцій ліпшицевого типу та сильно монотонних ліпшицевих операторів доведено теорему про сильну збіжність алгоритму. Показано, що запропонований алгоритм можна застосувати до монотонних двохрівневих варіаційних нерівностей в гільбертових просторах.

Ключові слова: дворівнева задача, варіаційна нерівність, задача про рівновагу, двоетапний проксимальний метод, адаптивність, ітеративна регуляризація, сильна збіжність.

An adaptive algorithm for the variational inequality over the set of solutions of the equilibrium problem / Ya.I. Vedel, S.V. Denisov, V.V. Semenov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 104–114.

Abstract. In this paper, we consider bilevel problems: variational inequality problems over the set of solutions of the equilibrium problem. An example of such a problem is finding a normal Nash equilibrium. To solve these problems, an iterative algorithm is proposed that combines the ideas of a two-stage proximal method, adaptability, and iterative regularization. In contrast to the previously used rules for choosing the step size, the proposed algorithm does not calculate bifunction values at additional points and does not require knowledge of information on bifunction's Lipschitz constants and operator's Lipschitz and strong monotonicity constants. For monotone bifunctions of Lipschitz type and strongly monotone Lipschitz operators, the theorem on strong convergence of sequences generated by the algorithm is proved. It is shown that the proposed algorithm is applicable to monotone bilevel variational inequalities in Hilbert spaces.

Keywords: bilevel problem, variational inequality, equilibrium problem, two-stage proximal algorithm, adaptivity, iterative regularization, strong convergence.

УДК 519.8

Точные двойственные оценки для некоторых невыпуклых минимаксных квадратичных оптимизационных задач / О.А. Березовский // Кибнетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 115–122.

Аннотация. Исследована невыпуклая сепарабельная минимаксная квадратичная оптимизационная задача. Изложено два подхода к ее решению: с помощью SOCP-релаксации и лагранжевой релаксации квадратичной экстремальной задачи-аналога. Получено условие, выполнение которого гарантирует нахождение значения и точки глобального экстремума задачи рассматриваемого класса вычислением двойственной оценки эквивалентной квадратичной экстремальной задачи.

Ключевые слова: минимаксная квадратичная оптимизационная задача, SOCP-релаксация, лагранжева релаксация, точная двойственная оценка, положительно-определенная матрица.

Точні двоїсті оцінки для деяких неопуклих мінімакських квадратичних оптимізаційних задач / О.А. Березовський // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 115–122.

Анотація. Досліджено неопуклу сепарабельну мінімаксну квадратичну оптимізаційну задачу. Наведено два підходи до її розв'язання: за допомогою SOCP-релаксації і лагранжевої релаксації квадратичної екстремальної задачі-аналога. Отримано умову, виконання якої гарантує знаходження значення і точки глобального екстремуму задачі розглянутого класу обчисленням двоїстої оцінки еквівалентної квадратичної екстремальної задачі.

Ключові слова: мінімаксна квадратична оптимізаційна задача, SOCP-релаксація, лагранжева релаксація, точна двоїста оцінка, додатно визначена матриця.

Exact dual bounds for some nonconvex minimax quadratic optimization problems / O.A. Berezovskyi // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 115–122.

Abstract. Nonconvex separable minimax quadratic optimization problem is analyzed. Two approaches to solve the problem are described, namely, by using SOCP-relaxation and by using Lagrangian relaxation of a quadratic extremum analog problem. A condition is obtained whose fulfillment guarantees finding the value and the global extremum point of the problem of the considered class by calculating the dual bound of the equivalent quadratic extremum problem.

Keywords: minimax quadratic optimization problem, SOCP-relaxation, Lagrangian relaxation, exact dual bound, positive definite matrix.

УДК 330.101.541-336.7

Банковское регулирование макроэкономических процессов / Б.Б. Дунаев // Кибнетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 123–141.

Аннотация. Определено, что при одних и тех же факторах производства банковское регулирование макроэкономических процессов может привести к стабильному росту экономики при инфляционном саморегулировании рыночного равновесия и к катастрофическому падению экономики при дефляционном саморегулировании рыночного равновесия. Доказано, что регулировать количество денег в обращении одновременным изменением процентной ставки и курса валюты невозможно, поскольку они функционально зависимы. Установлено, что существуют предельная процентная ставка и предельный курс валюты, после которых невозможно проведение валютных операций из-за сокращения наличности в обращении через отрицательную валютную наличность. Показано, что выход экономики из спада или депрессии через инфляцию позволяет значительно увеличить факторы производства.

Ключевые слова: макроэкономика, регулирование, рынок, спрос, предложение, равновесие, труд, капитал, деньги, процентная ставка, валюта, курс валюты, кризис, депрессия, инфляция, дефляция.

Банківське регулювання макроекономічних процесів / Б.Б. Дунаєв // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 123–141.

Анотація. Визначено, що для одних і тих же факторів виробництва банківське регулювання макроекономічних процесів може призвести до стабільного зростання економіки за інфляційного саморегулювання ринкової рівноваги та до катастрофічного падіння економіки за дефляційного саморегулювання ринкової рівноваги. Доведено, що регулювати кількість грошей в обігу одночасною зміною процентної ставки і курсу валюти неможливо, бо вони функціонально залежні. Установлено, що шенує гранична ставка відсотка і граничний курс валюти, після яких неможливе проведення валютних операцій через зменшення готівки в обігу через від'ємну валютну готівку. Вихід економіки з депресії або спаду через інфляцію дає змогу значно збільшити фактори виробництва.

Ключові слова: макроэкономика, регулювання, ринок, попит, пропозиція, рівновага, праця, капітал, гроші, ставка відсотка, валюта, курс валюты, криза, депресія, інфляція, дефляція.

Banking regulation of macroeconomic processes / B.B. Dunaev // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 123–141.

Abstract. It has been determined that, given the same factors of production, bank regulation of macroeconomic processes can lead to stable economic growth with inflationary self-regulation of market equilibrium and a catastrophic economic decline with deflationary self-regulation of market equilibrium. It is impossible to regulate the amount of money in circulation by simultaneously changing the interest rate and the exchange rate, because they are functionally dependent. There is a marginal interest rate and a marginal exchange rate, after which it is impossible to carry out foreign exchange transactions due to a reduction in cash in circulation through negative foreign currency. The exit of the economy from recession or depression through inflation can significantly increase the factors of production.

Keywords: macroeconomics, regulation, market, demand, supply, equilibrium, labor, capital, money, interest rate, currency, exchange rate, crisis, depression, inflation, deflation.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE–HARDWARE SYSTEMS

УДК 519.172.1

Новый подход к работе с неориентированными деревьями / А.И. Иванешкин // Кібернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 142–152.

Аннотация. Разработан и практически реализован в созданном комплексе программных средств новый подход, обеспечивающий выполнение на неориентированных деревьях широкой, допускающей пополнение совокупности базовых операций. Подход не требует освоения и использования существующих видов формализованного представления деревьев (матрицы смежности, связности, инцидентности, расстояний, списков смежности и т.д.), стандартизированных языков описания, специализированных программ для построения и средств визуализации их структуры. В десятки (и сотни) раз снижая затраты технических ресурсов и времени при решении задач из различных областей знаний, подход делает работу максимально простой и эффективной, позволяет получать важные для практического применения характеристики, решать задачу изоморфности деревьев и генерировать два варианта представления матрицы смежности.

Ключевые слова: граф-дерево, неориентированное дерево, изоморфизм, комплекс программных средств.

Новий підхід до роботи з неорієнтованими деревами / О.І. Іванешкін // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 142–152.

Анотація. Розроблено та практично реалізовано у створеному комплексі програмних засобів новий підхід, що забезпечує виконання на неорієнтованих деревах великої сукупності базових операцій, яка дозволяє поповнення. Підхід не потребує освоєння та використання наявних видів формалізованого представлення дерев (матриці суміжності, зв'язку, інцидентності, відстаней, списків суміжностей тощо), стандартизованих мов опису, спеціалізованих програм для побудови та засобів візуалізації їхньої структури. У десятки (та сотні) раз знижуючи витрати технічних ресурсів та часу для розв'язання задач з різних галузей знань, підхід дає змогу виконувати роботу максимально просто та ефективно, отримувати низку важливих для практичного застосування характеристик, розв'язувати задачу ізоморфності дерев та генерувати два варіанти представлення матриці суміжності.

Ключові слова: граф-дерево, неорієнтоване дерево, ізоморфізм, комплекс програмних засобів.

A new approach to operating with non-oriented trees / A.I. Ivaneshkin // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 142–152.

Abstract. A new approach has been developed and practically implemented in the created software package that ensures the implementation on wide trees that allows replenishment of the set of basic operations. The approach does not require the development and use of existing types of formalized representation of trees (matrices of adjacency, connectivity, incidence, distance, adjacency lists, etc.), standardized description languages, specialized programs for constructing and visualization tools for their structure. Dozens (and hundreds) times reducing the cost of technical resources and time when solving problems from various fields of knowledge, the approach makes the work as simple and effective as possible, allows you to obtain a number of characteristics that are important in practical terms, solve the problem of tree isomorphism and generate two options of representing the adjacency matrix.

Keywords: graph tree, non-oriented tree, isomorphism, a set of software tools.

УДК 621.317+681.849

Исследования моделей распознавания звуков речи на основе нейронных сетей глубокого обучения для экспертизы цифровых фонограмм / В.И. Соловьев, О.В. Рыбальский, В.В. Журавель, Н.В. Семенова // Кибernetика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 153–159.

Аннотация. Исследованы модели на основе нейронных сетей глубокого обучения, базирующиеся на общем подходе к паузам и сигналам речи как разным видам звуковой информации, зафиксированной в фонограмме, отличающимся по некоторым характеристикам. Такой подход позволяет формировать базы данных обучения с использованием общих для пауз и сигналов речи методов предварительной обработки информации, что обеспечивает более высокий уровень унификации методов обучения сетей, предназначенных для решения разных задач экспертизы.

Ключевые слова: аппаратура цифровой звукозаписи, база данных обучения, нейронная сеть глубокого обучения, цифровая обработка фонограмм, цифровая фонограмма, экспертиза.

Дослідження моделей розпізнавання звуків мови на основі нейронних мереж глибокого навчання для експертизи цифрових фонограм / В.І. Соловйов, О.В. Рибальський, В.В. Журавель, Н.В. Семенова // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 153–159.

Анотация. Досліджено моделі на основі нейронних мереж глибокого навчання, що базуються на загальному підході до пауз і сигналів мови як різних видів зафіксованої у фонограмі звукової інформації, які відрізняються деякими характеристиками. Такий підхід дає змогу формувати бази даних навчання з використанням загальних для пауз і сигналів мови методів попереднього оброблення інформації, що забезпечує вищий рівень уніфікації методів навчання мереж, призначених для розв'язання різних задач експертизи.

Ключові слова: апаратура цифрового звукозапису, база даних навчання, нейронна мережа глибокого навчання, цифрове оброблення фонограм, цифрова фонограма, експертиза.

Analyzing the models of speech recognition on the basis of neural networks of deep learning for examination of digital phonograms / V.I. Solovyov, O.V. Rybalskiy, V.V. Zhuravel, N.V. Semyonova // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 153–159.

Abstract. The authors analyze the models based on deep learning neural networks, on the basis of the general approach to pauses and speech signals as different types of voice information fixed in a phonogram, different in some characteristics. It is shown that such an approach allows generating the learning databases with the use of the general for pauses and signals of speech methods of preliminary processing of information. This provides a high level of unification of network learning methods intended for solution of various examination problems.

Keywords: digital audio recording devices, learning database, deep learning neural network, digital treatment of phonograms, digital phonogram, examination.

УДК 519.212.2:681.51

Совместное распределение некоторых статистик случайной битовой последовательности / В.И. Масол, С.В. Поперешняк // Кибernetика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 160–167.

Аннотация. Для конечной последовательности, состоящей из независимых одинаково распределенных случайных величин, принимающих значение ноль или единица, установлены двумерные и трехмерные распределения некоторых специальных статистик, характеризующих расположение ее элементов. Приведены таблицы, иллюстрирующие применение указанных распределений для последовательности длины 32 в предположении, что ее элементы принимают значения ноль или единица с равными вероятностями.

Ключевые слова: многомерная статистика, случайная последовательность, s-цепочки, стеганография, статистическое тестирование.

Сумісний розподіл деяких статистик випадкової бітової послідовності / В.І. Масол, С.В. Поперешняк // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 160–167.

Анотація. Для скінченної послідовності, що складається з незалежних однаково розподілених випадкових величин, які набувають значень нуль або одиниця, визначено двовимірні та тривимірні розподіли деяких спеціальних статистик, що характеризують розташування її елементів. Наведено таблиці, які ілюструють застосування зазначених розподілів для послідовності довжини 32 у припущенні, що її елементи набувають значень нуль або одиниця з однаковими ймовірностями.

Ключові слова: багатовимірна статистика, випадкова послідовність, s-ланцюжки, стеганографія, статистичне тестування.

Joint distribution of some statistics of random bit sequences / V. Masol, S. Popereshnyak // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 160–167.

Abstract. For a finite sequence consisting of independent equally distributed random variables, taking the value zero or one, two-dimensional and three-dimensional distributions of some special statistics characterizing the location of its elements are obtained. The tables that illustrate the application of these distributions to a sequence of length 32 whose elements are assumed to take values of zero or one with equal probabilities are presented.

Keywords: multidimensional statistics, random sequence, s-chains, steganography, statistical testing.

УДК 621.391.15

Метод распознавания параметров помехоустойчивых блочных циклических кодов по образующему полиному / С.Н. Николаев, А.Н. Романов // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 168–177.

Аннотация. Описана суть помехоустойчивого блочного циклического кодирования. Рассмотрен метод распознавания параметров такого кода при отсутствии априорной информации полным их перебором. Определено количество необходимых для этого вычислений. Показано, что использование этого метода в реальных условиях затруднительно. Исследованы известные образующие полиномы, применение которых наиболее вероятно. Сформировано множество таких полиномов и соответствующих параметров. Предложен метод распознавания параметров помехоустойчивых блочных циклических кодов среди известного множества, что позволяет значительно сократить количество необходимых вычислений.

Ключевые слова: битовый поток, помехоустойчивый блочный циклический код, образующий полином кода, остаток от полиномиального деления, матрица.

Метод розпізнавання параметрів завадостійких блокових циклічних кодів за утворювальним поліномом / С.М. Ніколаєв, О.М. Романов // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 168–177.

Анотація. Описано суть завадостійкого блочного циклічного кодування. Розглянуто метод розпізнавання параметрів такого коду за відсутності априорної інформації повним їхнім перебором. Визначено кількість необхідних для цього обчислень. Показано, що застосування цього методу в реальних умовах ускладнене. Досліджено відомі утворювальні поліноми, використання яких є найбільш ймовірним. Сформовано множину таких поліномів і відповідних параметрів. Запропоновано метод розпізнавання параметрів завадостійких блокових циклічних кодів серед відомої множини, що дає змогу значно скоротити кількість необхідних обчислень.

Ключові слова: бітовий потік, завадостійкий блоковий циклічний код, утворювальний поліном коду, залишок від поліноміального ділення, матриця.

Error-correcting block cyclic code parameter recognition method based on generator polynomial / S.N. Nikolaev, A.N. Romanov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 168–177.

Abstract. The essence of the error-correcting block cyclic coding is described. A method for recognizing parameters of such a code in the absence of a priori information by a complete enumeration of parameters is considered. The amount of necessary calculation is determined. The application of the considered method in real conditions is shown to be difficult. The well-known generator polynomials whose practical use is most probable are investigated. A set of these polynomials and related parameters is generated. A method is proposed for recognizing parameters of error-correcting block cyclic codes among a known set, which can significantly reduce the amount of necessary calculation.

Keywords: bitstream, error-correcting block cyclic code, a generator polynomial of code, remainder of polynomial division, matrix.

УДК 621.391, 519.72

Целочисленные модифицированные синус-косинусные преобразования типа VII. Метод построения и раздельные направленные адаптивные преобразования для intra-прогнозирования с блоками яркости 8x8 в кодировании изображений/видео / Л.А. Гнатив, В.К. Луц // Кибернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 178–190.

Аннотация. Предложен матричный метод построения целочисленного модифицированного синус-косинусного преобразования типа VII порядка 8, на основании которого построены два целочисленных модифицированных синус-косинусных преобразования типа VII и разработаны алгоритмы их быстрого вычисления, которые требуют выполнения только целочисленных операций. Алгоритмы имеют низкую мультипликативную сложность, которая в 7 и 10,5 раз меньше по сравнению с известным алгоритмом дискретного синусного преобразования типа VII. Преобразования обладают более высокими характеристиками эффективности кодирования по качеству и степени сжатия по сравнению с известными синусными преобразованиями. Разработаны алгоритмы быстрого вычисления 2D раздельных направленных целочисленных косинусного и модифицированных синус-косинусных типа VII адаптивных преобразований для intra-прогнозирования с блоками яркости 8x8. Алгоритмы имеют низкую мультипликативную сложность, которая в 6,6 и 16,5 раз меньше по сравнению с известными алгоритмами.

Ключевые слова: дискретное косинусное преобразование, дискретное синусное преобразование, дискретное синус-косинусное преобразование, целочисленное косинусное преобразование, целочисленное синусное преобразование, целочисленное модифицированное синус-косинусное преобразование, раздельное направленное адаптивное преобразование, масштабируемое преобразование, мультипликативная сложность, intra-прогнозирование, видеокодирование, H.264, H.265.

Цілочислові модифіковані синус-косинусні перетворення типу VII. Метод побудови і роздільні направлені адаптивні перетворення для intra-прогнозування з блоками яскравості 8x8 у кодуванні зображень/відео / Л.О. Гнатів, В.К. Луц // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 178–190.

Анотація. Запропоновано матричний метод побудови цілочислового модифікованого синус-косинусного перетворення типу VII порядку 8, на основі якого побудовано два цілочислові модифіковані синус-косинусні перетворення типу VII і розроблено алгоритми їх швидкого обчислення, які потребують виконання тільки цілочислових операцій. Алгоритми мають низьку мультиплікативну складність, яка в 7 і 10,5 рази менша порівняно з відомим алгоритмом дискретного синусного перетворення типу VII. Перетворення мають більш високі характеристики ефективності кодування за якістю і ступенем стиснення порівняно з відомими синусними перетвореннями. Розроблено алгоритми швидкого виконання 2D роздільних направлених цілочислових косинусного і модифікованих синус-косинусних типу VII адаптивних перетворень для intra-прогнозування з блоками яскравості 8x8. Алгоритми мають низьку мультиплікативну складність, яка в 6,6 і 16,5 рази менша порівняно з відомими алгоритмами.

Ключові слова: дискретне косинусне перетворення, дискретне синусне перетворення, дискретне синус-косинусне перетворення, цілочислове косинусне перетворення, цілочислове синусне перетворення, цілочислове модифіковане синус-косинусне перетворення, роздільне направлене адаптивне перетворення, масштабоване перетворення, мультиплікативна складність, intra-прогнозування, відеокодування, H.264, H.265.

Integer modified sine-cosine transforms type VII. A construction method and separable directional adaptive transforms for intra prediction with 8x8 chroma blocks in image/video coding / L.O. Hnativ, V.K. Luts // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 178–190.

Abstract. A matrix method for constructing a modified order-8 integer sine-cosine transform type VII is proposed. Based on the method, two order-8 integer modified sine-cosine transforms type VII are constructed and algorithms for fast computing of these transforms are developed, which require only integer operations. These algorithms are of low computational complexity and their multiplicative complexity is 7 and 10.5 times less and require 23.3 and 44.2% less of addition operations than for the well-known algorithm of the discrete sine transform type VII. These transforms have higher coding gain performance for quality and compression ratio as compared with the well-known sine transforms. Algorithms for fast computing of 2D separable directional integer cosine and modified sine-cosine type VII adaptive transforms for intra prediction with 8x8 chroma blocks are developed. These algorithms have low multiplicative complexity and their computational complexity is 6.6 and 16.5 times less than that in the well-known algorithms.

Keywords: discrete cosine transform, discrete sine transform, discrete sine cosine transform, integer cosine transform, integer sine transform, integer modified sine cosine transform, separable directional adaptive transform, scaled transform, multiplicative complexity, intra prediction, video coding, H.264, H.265.

УДК 004.056

Протокол агрегованого підпису з Лідером групи / Г.Л. Козіна, Д.К. Савченко // Кібернетика и системный анализ. 2021. Том 57, № 1. С. 191–200.

Анотація. Запропоновано протокол агрегованого електронного цифрового підпису з Лідером групи. Протокол реалізовано в групі точок еліптичної кривої над розширеним полем. Наведено приклад формування підпису на реальному документі.

Ключові слова: криптографічний протокол, електронний цифровий підпис, агрегований підпис, відкритий ключ.

Протокол агрегированной подписи с Лидером группы / Г.Л. Козина, Д.К. Савченко // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 1. С. 191–200.

Аннотация. Предложен протокол агрегированной электронной цифровой подписи с Лидером группы. Протокол реализован в группе точек эллиптической кривой над расширенным полем. Приведен пример формирования подписи на реальном документе.

Ключевые слова: криптографический протокол, электронная цифровая подпись, агрегированная подпись, открытый ключ.

Aggregate signature protocol with group Leader / G. Kozina, D. Savchenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2021. Vol. 57, N 1. P. 191–200.

Abstract. The protocol of aggregated electronic digital signature with the group Leader is proposed. The protocol is implemented in a group of points of an elliptic curve over an extended field. An example of generating a signature on a real document is presented.

Keywords: cryptographic protocol, electronic digital signature, aggregate signature, public key.