

КІБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 519.713.4

Проблема Черні для автоматів із простими ідемпотентами / І.К. Рисцов // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 3–10.

Анотація. Отримано дві точні оцінки функції Черні $C(A)$ для автоматів із простими ідемпотентами (ПІ-автоматів). Показано, що $C(A) = n - 1$ для ПІ-автомата A з n станами і тривіальною групою та $C(A) \leq (n - 1)^2$ для ПІ-автомата A з n станами і регулярною групою.

Ключові слова: скінченні автомати, проблема Черні.

On the Cerny problem for automata with simple idempotents / I.K. Rystsov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 3–10.

Abstract. In this paper, two tight bounds of the Cherny function $C(A)$ are obtained for automata with simple idempotents (SI-automata). It is shown that $C(A) = n - 1$ for the SI-automaton A with n states and a trivial group and $C(A) \leq (n - 1)^2$ for the SI-automaton A with n states and a regular group.

Keywords: finite automata, Cerny's conjecture.

УДК 621.317+681.849

Надлишковість інформації у побудові систем експертизи звукових сигналів на нейронних мережах глибокого навчання / В.І. Соловйов, О.В. Рибальський, В.В. Журавель, О.М. Шабля, Є.В. Тимко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 11–20.

Анотація. Описано методи попереднього оброблення сигналів, які використовують для створення нового інструментарію експертизи матеріалів і засобів цифрового звукозапису. Показано, що застосування надлишковості інформації у створенні бази навчання нейронних мереж глибокого навчання, які використовуються для цієї експертизи, забезпечує підвищення ефективності ідентифікації диктора за параметрами характеристик голосу приблизно на 15 %. Підтверджено, що запропоновані методи оброблення забезпечили можливість ідентифікації диктора за фонограмами тривалістю від 1 с.

Ключові слова: вейвлет Морле, часове вікно, часо-частотне перетворення, диктор, ідентифікація, надлишковість, нейронна мережа, спектр, фонограма.

Information redundancy in constructing the systems for audio signal examination on deep learning neural networks / V.I. Solovyov, O.V. Rybalskiy, V.V. Zhuravel, A.N. Shablya, E.V. Tymko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 11–20.

Abstract. The methods of preliminary signal processing used to create a new toolkit for the examination of materials and means of digital sound recording are described. It is shown that the information redundancy in creating a training base for deep learning neural networks used for such an examination increases the efficiency of speaker identification based on the parameters of voice characteristics by about 15%. The proposed processing methods made it possible to identify the speaker from phonograms with a duration of 1 sec.

Keywords: Morlet wavelet, time window, time-frequency transformation, speaker, identification, redundancy, neural network, spectrum, phonogram.

УДК 004.891

Розроблення та дослідження моделі представлення семантики речень / В.Н. Врублевський, О.О. Марченко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 21–30.

Анотація. Наведено огляд ефективної та простої моделі представлення семантики речень у контексті задачі ідентифікації парафразів. Дерево залежностей обрано як основну структуру для представлення зв'язків між словами у реченні. Для представлення семантики слова використано попередньо навчені моделі представлення слів. На основі цих двох ключових складових розроблено декілька ознак, які допомагають точно визначити парафрази. Проведені експерименти довели, що модель є ефективною. Результати її застосування є відносно близькими до результатів найсучасніших моделей.

Ключові слова: оброблення природної мови, ідентифікація парафразів, семантична подібність, дерево залежностей, векторне представлення слів.

Development and analysis of the model for sentence semantic representation / V. Vrublevskiy, O. Marchenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 21–30.

Abstract. The authors overview an efficient and simple model of sentence semantic representation for the paraphrase identification problem. The dependency tree was chosen as the main structure to represent the relationships between words in a sentence. To represent the word semantics, pre-trained general-purpose word embeddings are used. Based on these two key components, several features that can help to identify paraphrases are designed. The experiments were conducted, which proved the model efficiency. The results of the model application are rather close to those for state-of-the-art models.

Keywords: natural language processing, paraphrase identification, semantic similarity, dependency tree, word embeddings.

УДК 004.94.2

Особенности параллельного алгоритма сортировки с формированием рангов / Т.Б. Мартинюк, Б.І. Круківський // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 31–36.

Анотація. Проаналізовано новий підхід до організації паралельного сортування масиву чисел з формуванням їхніх рангів. У процесі сортування реалізовано такі операції, як операція декремента для оброблення елементів числового масиву та операція інкремента для формування їхніх рангів. Запропоновано опис алгоритму паралельного сортування з формуванням рангів у базисі системи алгоритмічних алгебр (CAA) Глушкова.

Ключові слова: система алгоритмічних алгебр, паралельне сортування, числовий зріз, ранг, маска.

Peculiarities of the parallel sorting algorithm with rank formation / T.B. Martyniuk, B.I. Kruivskiy // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 31–36.

Abstract. A new approach to parallel sorting of an array of numbers with the formation of their ranks is analyzed. In the process of sorting, such operations are implemented as a decrement operation for the processing of elements of a numerical array and an increment operation for the formation of their ranks. A description of the parallel sorting algorithm with the formation of ranks in the basis of Glushkov's System of Algorithmic Algebras (SAA) is proposed.

Keywords: system of algorithmic algebras, parallel sorting, numerical slice, rank, mask.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

УДК 519.1

Про задачу оптимального пошуку локально-допустимих розв'язків лінійної функції на перестановках / Г.П. Донець, В.І. Білецький // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 37–44.

Анотація. Розглянуто задачу оптимального пошуку локально-допустимих розв'язків лінійної функції на перестановках, на яких лінійна функція набуває значень із заданого інтервалу. Запропоновано новий метод розв'язання такої задачі з використанням цілеспрямованого пошуку перестановок, які дають локально-допустимі розв'язки з найменшою кількістю переборів варіантів.

Ключові слова: лінійна функція, перестановка, транспозиція, баланс, позиція, операція.

On the problem of optimal search for locally feasible solutions of a linear function on permutations / G.P. Donets, V.I. Biletskyi // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 37–44.

Abstract. We consider the problem of optimal search for locally feasible solutions of a linear function on those permutations where the linear function takes the values from the given interval. We describe a new method of solving such problem by goal seeking for the permutations that provide locally feasible solutions with minimal search.

Keywords: linear function, permutation, transposition, balance, position, operation.

УДК 517.9

Принцип розтягування часу в ігрових задачах динаміки / Г.Ц. Чикрій, А.О. Чикрій // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 45–54.

Анотація. Запропоновано метод розв'язання ігрової задачі зближення траєкторії квазілінійної нестационарної системи з циліндричною термінальною множиною, що змінюється з часом. Розглянуто ситуацію, коли умова Понтрягіна (умова переваги першого гравця) не виконується. Уведено функцію розтягування часу, яка відтерміновує час закінчення гри, і з її допомогою — модифіковану умову Понтрягіна, яка надає змогу здійснити вимірний вибір керування. Базовим є метод розв'язувальних функцій. З використанням техніки багатозначних відображень та їхніх селекторів побудовано стратегії, які гарантують розв'язання задачі. Процес зближення траєкторії з термінальною множиною складається з двох ділянок: активної та пасивної, де обирається керування першого гравця з використанням керування другого гравця з певним запізненням у часі, що залежить від функції розтягування часу. Описано схему методу та отримано достатні умови закінчення гри за скінченний час.

Ключові слова: конфліктно-керований процес, багатозначне відображення, модифікована умова Понтрягіна, функція розтягування часу, вимірний вибір.

Time dilation principle in dynamic game problems / G.Ts. Chikrii, A.O. Chikrii // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 45–54.

Abstract: A method for solving the game problem of the trajectory of a quasi-linear non-stationary system approaching a cylindrical terminal set that varies with time is proposed. A case is considered where the Pontryagin condition (the condition of the first player's advantage) is not satisfied. The time dilation function is introduced, which postpones the time of the game termination, and with its help a modified Pontryagin's condition, which allows making a measurable choice of control. The basic method is the method of resolving functions. Using the technique of set-valued mappings and their selectors, strategies are generated, which guarantee the problem solution. The process of the trajectory approaching the terminal set consists of two sections: active and passive, where the control of the first player is selected, using the control of the second player with a certain time delay, which depends on the function of time dilation. The scheme of the method is outlined and sufficient conditions for the game termination in a finite time are obtained.

Keywords: conflict-controlled process, set-valued mapping, modified Pontryagin's condition, function of time dilation, measurable choice.

УДК 330.115

Робастне управління для безпеки у взаємозалежній системі продовольство–енергія–вода–довкілля: процедура стохастичних квазіградієнтів для зв'язування розподілених оптимізаційних моделей в умовах асиметричної інформації та невизначеності / Ю. Єрмольєв, А. Загородній, В. Богданов, Т. Єрмольєва, П. Гавлік, О. Ровенська, Н. Комендантова, М. Оберштайнер // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 55–69.

Анотація. Запропоновано послідовний алгоритм для зв'язування децентралізованих розподілених оптимізаційних регіональних і секторальних моделей в умовах асиметричної інформації та невизначеності на основі ітеративних процедур стохастичних квазіградієнтів, розроблених для негладкої та недиференційовної оптимізації. Розроблену процедуру використовують для об'єднання індивідуальних регіональних і секторальних моделей для інтегрованого взаємозалежного аналізу та управління безпекою в системі продовольство–енергія–вода–довкілля.

Ключові слова: підтримка під час прийняття рішень, асиметрична інформація, зв'язування, процедури стохастичних квазіградієнтів, негладка оптимізація, субградієнт, інтегроване моделювання, управління взаємозалежностями в системі продовольство–енергія–вода–довкілля.

Robust food–energy–water–environmental security management: stochastic quasigradient procedure for linkage of distributed optimization models under asymmetric information and uncertainty / Y. Ermoliev, A.G. Zagorodny, V.L. Bogdanov, T. Ermolieva, P. Havlik, E. Rovenskaya, N. Komendantova, M. Obersteiner // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 55–69.

Abstract. The paper presents a consistent algorithm for regional and sectoral distributed models' linkage and optimization under asymmetric information based on iterative stochastic quasigradient (SQG) solution procedure of, in general, non-smooth nondifferentiable optimization. The procedure is used for linking individual sectoral and regional models for integrated and interdependent food–energy–water–environmental security analysis and management.

Keywords: decision support, asymmetric information, linkage, SQG solution procedure, non-smooth optimization, subgradient, integrated modeling, food–energy–water–environmental nexus.

УДК 519.21

Стохастичні моделі в задачах прогнозування епідеміологічної ситуації / О.В. Богданов, П.С. Кнопов // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 70–76.

Анотація. У роботі досліджуються деякі стохастичні моделі з дискретним та неперервним часом для розв'язання важливих задач прогнозування поширення епідеміологічних захворювань серед населення. Враховуються різні фактори поширення епідемій та основні параметри, що впливають на оцінювання прогнозу. Проведено тестові розрахунки, які спираються на запропоновані методи.

Ключові слова: методи, оптимізація, моделювання, стохастичні рівняння, оцінювання, епідемія, дискретний та неперервний час.

Stochastic models in the problems of forecasting the epidemiological situation / O.V. Bogdanov, P.S. Knopov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 70–76.

Abstract. The paper investigates some stochastic models with discrete and continuous time to solve important problems in predicting the spread of epidemiological diseases among the population. Various factors of epidemic spread and the main parameters influencing the assessment of the forecast are taken into account. Some test calculations based on the proposed methods have been performed.

Keywords: methods, optimization, modeling, stochastic equations, estimation, epidemic, discrete and continuous time.

УДК 517.9: 519.6

Деякі крайові задачі фільтраційної динаміки, відповідні моделям дробової дифузії розподіленого порядку / В.М. Булавацький // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 77–89.

Анотація. На основі моделей дробової дифузії розподіленого порядку виконано постановки та одержано замкнені розв'язки деяких крайових задач аномальної геофільтраційної динаміки, зокрема задачі про притік до галереї, розміщеної між двома контурами живлення в тришаровому геопористому середовищі. Для спрощеного варіанту фільтраційної моделі розподіленого порядку одержано розв'язки прямої та оберненої крайових задач фільтраційної динаміки, а також задачі фільтрації з нелокальними граничними умовами.

Ключові слова: математичне моделювання, дробово-диференціальна динаміка фільтраційних процесів, геопористі середовища, неklasичні моделі, модель фільтрації з похідною розподіленого порядку, крайові задачі, замкнені розв'язки.

Some boundary-value problems of filtration dynamics corresponding to fractional diffusion models of distributed order / V.M. Bulavatsky // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 77–89.

Abstract. On the basis of distributed-order fractional diffusion models, statements are made and closed solutions are obtained for some boundary-value problems of anomalous geofiltration dynamics, in particular, the problem of inflow to a gallery located between two supply lines in a three-layer geoporous medium. For a simplified version of the filtration model of distributed order, solutions are obtained for the direct and inverse boundary-value problems of filtration dynamics, as well as for the filtration problem with nonlocal boundary conditions.

Keywords: mathematical modeling, fractional-differential dynamics of filtration processes, geoporous media, non-classical models, model of filtration with distributed order derivative, boundary-value problem, closed-form solution.

УДК 531.01:519.876.5

Математична модель взаємодії постійних магнітів та надпровідних котушок / С.І. Ляшко, С.С. Зуб, І.Г. Яловега, В.С. Ляшко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 90–97.

Анотація. Розроблено формалізм Лагранжа, що дає змогу знаходити магнітну потенціальну енергію взаємодії в системі, яка складається з котушок індуктивності з постійним магнітним потоком (надпровідні котушки) та постійним струмом (постійні магніти). В явному вигляді отримано потенціальну енергію магнітної системи, яка складається з надпровідних котушок і постійних магнітів, що дає змогу провести повне дослідження стійкості рівноваги та руху в таких магнітних системах. Вказано роботи, в яких запропонований підхід може бути корисним для моделювання кіберфізичних або технічних систем магнітної левітації.

Ключові слова: електромеханічні системи, циклічні координати, метод Рауса, формалізм Лагранжа, стійкість.

Mathematical model of permanent magnets and superconducting coils interaction / S.I. Lyashko, S.S. Zub, I.G. Yalovega, V.S. Lyashko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 90–97.

Abstract. A Lagrangian formalism is developed, which allows finding the magnetic potential energy of interactions in a system of superconducting inductors (coils with constant magnetic flux) and permanent magnets (coils with direct current). The explicit form of potential energy for a magnetic system with constant magnetic fluxes and direct currents allows the stability analysis in such magnetic systems both at equilibrium and motion. A number of applications are indicated, which will benefit from this approach such as modelling of cyber-physical or technical systems of magnetic levitation.

Keywords: electromechanical systems, cyclic coordinates, Rauss method, Lagrange formalism, stability.

УДК 519.8

Обґрунтування дифузійної моделі впровадження інновацій та її застосування до поширення вакцинацій / В.М. Горбачук, М.С. Дунаєвський, А.А. Сирку, С.-Б. Сулейманов // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 98–109.

Анотація. Вивчаються передумови та припущення класичної моделі Басса поширення інновацій з метою її застосування для моделювання актуальних стохастичних процесів, що описують пандемії. Модель Басса довела свою універсальність і застосовність до різних середовищ. Наведено детальні математичні обґрунтування властивостей моделі на основі теорій екологічних рівнянь і стохастичних процесів з метою її подальшого розвитку, пошуку параметрів невизначеності та спостережуваних змінних. Отримано реалістичні результати оцінювання параметрів моделі Басса для вакцинацій в Україні та Білорусі на тижневих даних першого півріччя 2021 р. і запропоновано проведення подібних досліджень для інших держав, а також областей і районів України.

Ключові слова: новий продукт, критична маса, пандемія, маркетинг, охорона здоров'я, стохастичні процеси.

Substantiation of the diffusion model for innovation implementation and its application to the propagation of vaccinations / V.M. Gorbachuk, M.S. Dunaievskiy, A.A. Syrku, S.-B. Suleimanov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 98–109.

Abstract. The article examines in detail the prerequisites and assumptions of the classical Bass model of innovation diffusion in order to apply it to the modeling of topical stochastic processes related to the pandemic. The Bass model has proven its versatility and applicability to various environments. The article presents a thorough mathematical substantiation of the model properties for the purpose of its further development, search of uncertainty parameters and observed variables, based on the theories of evolutionary equations and stochastic processes. The paper provides realistic results of the Bass model parameter estimation for vaccination in Ukraine and Belarus on the weekly data of the first half of 2021 and suggests similar studies for other countries as well as regions and districts of Ukraine.

Keywords: new product, critical mass, pandemic, marketing, health care, stochastic processes.

УДК 519.6

Аналіз результатів обчислювального експерименту відновлення розривних функцій двох змінних за допомогою проєкцій. II / О.М. Литвин, О.Г. Литвин // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 110–121.

Анотація. Ця стаття є продовженням серії публікацій під однойменною назвою. У ній виконано подальше вдосконалення методу відновлення розривних функцій двох змінних за допомогою проєкцій для підвищення точності наближення без явища Гіббса. Запропоновано будувати розривний сплайн у такий спосіб, щоб різниця між наближуваною функцією і цим сплайном була диференційовною функцією. Цю функцію відновлюють за допомогою скінченних сум Фур'є, коефіцієнти Фур'є в яких знаходять за допомогою проєкцій. Запропоновано метод обчислення цих коефіцієнтів. Виконано обчислювальний експеримент за припущення, що наближувана функція має розриви першого роду на заданій системі вкладених один в одний кругів або еліпсів. Аналіз результатів обчислень підтвердив їхню відповідність теоретичним твердженням роботи. Запропонований метод надає змогу отримувати задану точність наближення за меншої кількості проєкцій, тобто за меншого опромінювання.

Ключові слова: комп'ютерна томографія, розривна функція, розривний сплайн, клас диференційовності, явище Гіббса, сума Фур'є.

Analysis of the results of a computing experiment to restore the discontinuous functions of two variables using projections. II / O.M. Lytvyn, O.G. Lytvyn // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 110–121.

Abstract. This article continues a series of publication under the same name. It performs further improvement of the method for recovering discontinuous functions of two variables using projections in order to improve the accuracy of approximation without the Gibbs phenomenon. To this end, it is proposed to construct a discontinuous spline so that the difference between the function being approximated and this spline is a differentiable function. This function is restored using finite Fourier sums whose Fourier coefficients are found using projections. A method for calculating these coefficients is proposed. In the computing experiment, it was assumed that the approximated function has discontinuities of the first kind on a given system of circles or ellipses nested into each other. Analysis of the calculation results confirmed the theoretical statement of the study. The method makes it possible to obtain a prescribed approximation accuracy with a smaller number of projections, i.e., with less irradiation.

Keywords: computed tomography, discontinuous function, discontinuous spline, differentiability class, Gibbs phenomenon, Fourier sum.

УДК 519-7/339.9

Математичне моделювання динаміки кризових ситуацій і оптимізація керування ринком переміщення капіталу в умовах глобалізації світової фінансово-економічної системи / В.В. Хиленко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 122–136.

Анотація. Стаття є продовженням циклу робіт з математичного моделювання динаміки світової фінансово-економічної системи (ФЕС) в умовах глобалізації і аналізу відповідних особливостей переміщення (руху) капіталу. Розглянуто особливості структуризації процесів переміщення капіталу в умовах сучасної глобалізованої ФЕС та їхнього впливу на ефективність інвестиційного портфеля та економіку країн-донорів і країн-реципієнтів. Встановлено взаємозв'язок динамічних процесів руху позикового капіталу та індикатора Баффета як характерну ознаку виникнення і розвитку криз. Визначено умови, за яких подальше вливання капіталу («заливання кризи грошима») втрачає ефективність.

Ключові слова: фінансово-економічна система в умовах глобалізації, переміщення капіталу, економічні цикли, математичне моделювання, оптимізація керувальних впливів регуляторів, захист ринку від кризових ситуацій.

Mathematical modeling of the dynamics of crisis situations and optimization of capital relocation market management in the context of globalization of the world financial and economic system / V.V. Khilenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 122–136.

Abstract. The article continues a series of studies in the analysis of the features of capital relocation (movement) and mathematical modeling of the dynamics of the world financial-economic system (FES) in the context of globalization. The features of the structuring of capital transfer processes in the context of a modern globalized FES and their impact on the efficiency of the investment portfolio and the economy of donor and recipient countries are considered. The relationship between the dynamic processes of the movement of borrowed capital and the Buffett indicator is established as a characteristic feature of the emergence and development of crises. The conditions have been determined when further capital injection — “flooding the crisis with money” ceases to be effective.

Keywords: financial-economic system in the conditions of globalization, capital movement, economic cycles, mathematical modeling, optimization of control influences of regulators, protection of the market from crisis situations.

УДК 355.41

Визначення ймовірності досягнення мети функціонування просторово-розподіленою системою з використанням показника її дії / О.І. Хазанович, О.М. Мовчан, В.П. Харченко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 137–144.

Анотація. Уведено поняття дії системи, визначено її показник та отримано рівності, що надають змогу визначити та розрахувати ймовірність досягнення мети функціонування просторово-розподіленою системою з використанням показника дії цієї системи. Із застосуванням одержаних математичних співвідношень досліджено систему матеріального забезпечення. Визначено її дію та розраховано ймовірність досягнення мети функціонування цієї системою.

Ключові слова: дія системи, ймовірність досягнення мети системою, просторово-розподілена система.

Determining the probability of achieving the purpose of a spatially distributed system using its operation indicator / O.I. Khazanovych, O.M. Movchan, V.P. Kharchenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 137–144.

Abstract. The article introduces the concept of system operation, defines its indicator, and obtains equations that allow determining and calculating the probability of achieving the purpose of the spatially distributed system using the indicator of operation of this system. Using the obtained mathematical relations, the material support system is analyzed. Its action is determined and the probability of achieving the purpose of operation of this system is calculated.

Keywords: system operation, probability of achieving the purpose by the system, spatially distributed system.

УДК 519.21

Мінімаксна фільтрація послідовностей з періодично стаціонарними приростами / М.М. Луз, М.П. Моклячук // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 145–165.

Анотація. Розглянуто задачу оптимальної фільтрації функціоналів, що залежать від невідомих значень стохастичної послідовності з періодично стаціонарними приростами на основі спостережень послідовності зі стаціонарним шумом. Для послідовностей з визначеними спектральними щільностями отримано формули для обчислення значень середньоквадратичних похибок та спектральних характеристик оптимальних оцінок функціоналів. Запропоновано формули, що визначають найменш сприятливі спектральні щільності та мінімаксні (робастні) спектральні характеристики оптимальних оцінок функціоналів у тому випадку, коли спектральні щільності послідовності точно не відомі, тоді як визначені множини допустимих спектральних щільностей.

Ключові слова: періодично стаціонарні прирости, мінімаксно-робастна оцінка, найменш сприятлива спектральна щільність.

Minimax filtering of sequences with periodically stationary increments / M.M. Luz, M.P. Moklyachuk // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 145–165.

Abstract. The authors consider the problem of optimal filtering of linear functionals that depend on unknown values of the stochastic sequence with periodically stationary increments based on observations of the sequence with a stationary noise. For sequences with known spectral densities, formulas for the values of the root-mean-square errors and spectral characteristics of the optimal estimates of the functionals are obtained. Formulas that determine the least favorable spectral densities and minimax (robust) spectral characteristics of the optimal linear estimates of functionals are proposed in the case where spectral densities of the sequence are not known exactly while some sets of feasible spectral densities are given.

Keywords: periodically stationary increments, minimax-robust estimate, least favorable spectral density.

УДК 519.217

Гранична теорема для багатовимірного рівняння відновлення / О.А. Ярова, Я.І. Єлейко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 166–169.

Анотація. Розглянуто багатовимірне рівняння відновлення в матричній формі. Знайдено рівняння відновлення для процесу з незалежними приростами та станами марковського процесу. Досліджено функцію відновлення. Доведено граничну теорему для рівняння відновлення.

Ключові слова: рівняння відновлення, функція відновлення, марковський процес, процес з незалежними приростами, слабка збіжність.

Limit theorem for multidimensional renewal equation / O.A. Yarova, Ya.I. Yeleiko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 166–169.

Abstract. In the paper, we consider the multidimensional renewal equation in matrix form. The renewal equation for the process with independent increments and states of the Markov process is found. The renewal function is investigated. The limit theorem for the renewal equation is proved.

Keywords: renewal equation, renewal function, Markov process, process with independent increments, weak convergence.

УДК 004.75

Розширення реляційної алгебри з урахуванням пропозицій DBTG CODASYL / А.В. Анісімов, І.О. Завадський, П.П. Кулябко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 170–180.

Анотація. Досліджено розв’язання проблеми низької обчислювальної ефективності реляційної моделі даних. Запропоновано розширення реляційної алгебри за рахунок операцій над наборами даних — основної конструкції у пропозиціях DBTG CODASYL. Користувачу надається можливість вибирати спосіб реалізації зв’язків між даними залежно від вимог щодо швидкості їхнього оброблення: повільних але гнучких, що базуються на характерній для реляційних СКБД символічній адресації, чи швидких, але жорстких на прямих указівниках (відносна адресація), характерних для СКБД «дореляційних часів».

Ключові слова: реляційний підхід, реляційна алгебра, пропозиції DBTG CODASYL, набір даних, алгебра вибору Дрібаса.

Extension of the relational algebra on the basis of DBTG CODASYL proposals / A.V. Anisimov, I.O. Zavadskiy, P.P. Kuliabko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 170–180.

Abstract. The problem of low computational efficiency of the relational algebra is investigated. A certain extension of the relational algebra with the help of operations over data sets (the basic construction of DBTG CODASYL propositions) is proposed. The user is given a choice to implement the links between data, depending on the requirements for their processing speed, a slow but flexible option based on symbolic addressing (which is typical for relational databases) or fast but hard on direct pointers (relative addressing), which is typical for DBMS of the pre-relational era.

Keywords: relational approach, relational algebra, DBTG CODASYL proposals, data sets, Dribas selective algebra.

УДК 004.05, 004.42

Техніка нечіткого тестування та її використання в задачах кібербезпеки / О.О. Летичевський, В.С. Песчаненко, Я.В. Гринюк // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 181–189.

Анотація. Розглянуто технологію нечіткого тестування, яка полягає у тестуванні програмних систем з поданням критичних або неочікуваних вхідних даних. Наведено огляд поточного стану проблеми та представлено основні системи нечіткого тестування. Проаналізовано підхід до технології нечіткого тестування з використанням алгебричних методів, зокрема символічного моделювання. Розглянуто алгоритм «легкої ваги», який розроблено для скорочення часу генерації тестів. Алгоритм реалізовано в середовищі системи інсерційного моделювання та апробовано в тестуванні давно відомих версій систем, розроблених в ОС Linux.

Ключові слова: нечітке тестування, вразливості в програмному забезпеченні, символічне моделювання, алгебра поведінок, інсерційні моделі.

Fuzzing technique and its usage in cybersecurity tasks / O.O. Letychevskyi, V.S. Peschanenko, Y.V. Hryniuk // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 1. P. 181–189.

Abstract. The paper considers the technology of fuzzy testing, which involves testing software systems with the operating of critical or unexpected input data. An overview of the current state of the problem is made and the main systems of fuzzy testing are presented. The approach to the technology of fuzzy testing with the use of algebraic methods, in particular symbolic modeling, is considered. The “light weight” algorithm, which is designed to reduce the generation time of tests, is considered. The algorithm is implemented in the environment of the insertion modeling system and applied in testing older versions of systems developed in Linux.

Keywords: fuzzing, vulnerability of software, symbolic modeling, behavior algebra, insertion model.