КІБЕРНЕТИКА **CYBERNETICS**

УДК 004.8

Порівняльний аналіз нейромережевих моделей для задач класифікації текстів / А.В. Анісімов, О. Марченко, Е.М. Насіров, В.Ю. Таранухa // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 3–13.

Анотація. У роботі досліджено задачу класифікації фейкових повідомлень та підходи до її розв'язання. Проведено порівняльний аналіз ефективності використання різних нейромережевих моделей для задач пошуку та класифікації фрагментів тексту, що містять неправдиві повідомлення. Досліджено вплив розмірності моделей на швидкість навчання, точність визначення та здатність адаптуватися до невідомих даних.

Ключові слова: штучний інтелект, комп'ютерна лінгвістика, нейромережа.

Comparative analysis of neural models for text classification problems / A.V. Anisimov, O.O. Marchenko, E.M. Nasirov, V.Y. Taranukha // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 3–13.

Abstract. The paper investigates the phenomenon of fake messages and approaches to their detection. A comparative analysis of the effectiveness of using different neural network models for the tasks of searching and classifying text fragments containing false messages is conducted. The influence of model's dimension on the learning speed, detection accuracy, and ability to adapt to unknown data is investigated.

Keywords: artificial intelligence, computational linguistics, neural network.

==========

УДК 004.94:004.2

Алгоритм розв'язання задачі алгебраїчного синтезу мікропрограмного автомата з операційним автоматом переходів на основі матричного підходу / Р.М. Бабаков, О.О. Баркалов // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 14–21.

Анотація. Для мікропрограмного автомата з операційним автоматом переходів запропоновано новий алгоритм розв'язання задачі алгебраїчного синтезу, що дає змогу знайти формальні розв'язки задачі для заданої множини операцій переходів. Алгоритм базується на представленні способу кодування станів у вигляді матриці переходів. Цій матриці зіставляється об'єднана матриця операцій, яка містить усі можливі варіанти перетворення кодів станів за допомогою заданої множини операцій переходів. Поелементне зіставлення матриць дає змогу виявити наявність формального розв'язку для вибраного набору кодів станів. Показано, що запропонований алгоритм знаходить усі можливі розв'язки за умови повного перебору способів кодування станів. Оцінено швидкодію запропонованого алгоритму у разі його реалізації на мові Python.

Ключові слова: мікропрограмний автомат, операційний автомат переходів, граф-схема алгоритму, алгебраїчний синтез, кодування станів.

Algorithm for solving the problem of algebraic synthesis of a finite state machine with datapath of transitions based on a matrix approach / R.M. Babakov, A.A. Barkalov // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 14–21.

Abstract. A new algorithm for solving the problem of algebraic synthesis is proposed for a finite state machine with a datapath of transitions, which allows finding formal solutions to the problem for a given set of transition operations. The algorithm is based on the presentation of states encoding in the form of a transition matrix. This matrix is associated with a combined matrix of operations, which contains all possible options for the transformation of state codes using a given set of transition operations. The element-by-element comparison of matrices allows revealing the availability of a formal solution for the selected set of state codes. It is shown that the proposed algorithm makes it possible to find all possible solutions using a complete enumeration of the ways of state encoding. The speed of the proposed algorithm was evaluated when it was implemented in the Python language.

Keywords: finite state machine, datapath of transitions, graph-scheme of algorithm, algebraic synthesis, states encoding.

==========

УДК 004.89

Нейромережеві методи відбору та генерації синтетичних варіацій комбінаторних задач / А.Д. Ніколаєв, А.В. Анісімов // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 22–32.

Анотація. Досліджено нейромережеві методи для відбору та генерації синтетичних варіацій математичних комбінаторних задач за допомогою великих мовних моделей. Відфільтровано 1000 задач із набору даних NuminaMath-CoT та введено три нові варіації: художню, надлишкову та приховану. Запропоновано показник варіаційної узгодженості, який відображає точність моделі у розв'язанні варіацій задач та їхню кореляцію з оригінальними задачами. Тестування GPT-4o-mini показало стабільність роботи у процесі генерації з найвищими результатами в художній варіації, що має найдовшу середню довжину текстів задач, та найнижчими — у прихованій варіації. Встановлено, що модель зберігає математичну сутність задач в процесі створення нових варіацій задач.

Ключові слова: нейромережеві методи, оброблення природної мови, великі мовні моделі, генерація синтетичних даних, математичні задачі.

Neural network methods for selecting and generating synthetic variations of combinatorial problems / A. Nikolaiev, A. Anisimov // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 22–32.

Abstract. This study explores neural network methods for selecting and generating synthetic variations of mathematical combinatorial problems using large language models. We filter 1000 problems from the NuminaMath-CoT dataset and introduce three new variations: fictional, adversarial, and contextual disguise. We propose the Variation Consistency Score to measure the accuracy in the solution generation rate of the variations and their correlation rate with the original problems. Experiments with GPT-4o-mini showed consistent performance in the generation process, demonstrating the highest score on the fictional variation with the greatest average statement length and the lowest score on the contextual disguise variation. The model demonstrates the ability to generate diverse variations while preserving their mathematical core.

Keywords: Neural Network Methods; Natural Language Processing; Large Language Models; Synthetic Data Generation; Mathematical Problems.

==========

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ **SYSTEMS ANALYSIS**

УДК 004.021+004.89

NLP-Верифікація достовірності повідомлень на основі аналізу семантичних мереж / М.З. Згуровський, А.О. Болдак, К.В. єфремов, О.В. Стусь, О.О. Дмитренко // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 33–45.

Аннотація. Ця стаття присвячена методам і підходам до формування семантичних мереж для текстових (новинних) повідомлень у медіа-потоках з метою виявлення потенційних джерел дезінформації. Основна ідея полягає у створенні цілісної методики побудови таких мереж, де ключові терміни або іменовані сутності використовуються як базис для семантичного моделювання. Автори аналізують різні техніки обробки текстів, включаючи попередню комп'ютеризовану обробку, виділення ключових термінів і встановлення семантичних взаємозв'язків між ними. Особлива увага приділяється розробці метрики для вимірювання семантичної близькості між інформаційними повідомленнями, представленими у вигляді семантичних мереж. Запропонована метрика, заснована на кількісній мірі Фробеніуса, дозволяє ефективно оцінювати рівень схожості та взаємозв'язку між текстами. Це сприяє точнішому аналізу семантичного контенту, виявленню прихованих смислових зв'язків і структуризації інформації. На основі використання метрики Фробеніуса у статті запропоновано підхід до визначення надійних і ненадійних інформаційних джерел, що забезпечує можливість подальшої валідації фактів, представлених у новинних повідомленнях. Застосування такого підходу дозволяє підвищити ефективність інформаційного аналізу, виявляти тенденції та прогнозувати розвиток подій у новинному просторі. Найважливішим є здатність виявляти інформаційні впливи, що сприяє не лише збереженню інформаційної безпеки, але й забезпечує національну стійкість перед зовнішніми загрозами.

Ключові слова: семантична мережа, міра Фробеніуса, текстовий аналіз, Directed Weighted Network of Terms, Part-of-Speech tagging, лематизація, Global Term Frequency, Horizontal Visibility Graph algorithm

---

UDC 004.021+004.89

NLP-based verification of message reliability using semantic network analysis / M. Z. Zgurovsky, A.O. Boldak, K. V. Yefremov, O. V. Stus, O. O. Dmytrenko // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 33–45.

Abstract. This article focuses on methods and approaches for constructing semantic networks for textual (news) messages in media streams to identify potential sources of disinformation. The main idea involves developing a comprehensive methodology for building such networks, where key terms or named entities are used as the foundation for semantic modeling. The authors analyze various text processing techniques, including preliminary computational text processing, extraction of key terms, and the identification of semantic relationships between them. Particular attention is given to the development of a metric for measuring semantic proximity between information messages represented as semantic networks. The proposed metric, based on the Frobenius norm, enables an effective evaluation of the similarity and interconnection between texts. This enhances the accuracy of semantic content analysis, uncovers hidden semantic relationships, and facilitates the structuring of information. Using the Frobenius-based metric, the article proposes an approach for identifying reliable and unreliable information sources, enabling further validation of the facts presented in news messages. This approach enhances the efficiency of information analysis, identifies trends, and predicts the development of events within the news space. Most importantly, it allows for detecting information influences, contributing not only to maintaining information security but also to ensuring national resilience against external threats.

Keywords: semantic network, Frobenius measure, text analysis, Horizontal Visibility Graph algorithm, Directed Weighted Network of Terms, verification of message reliability.

==========

УДК 004.9

Декомпозиційні методи системного аналізу в оптимізації та кооперaційній еволюції інтерактивних геоінформаційних сервісів / О.В. Палагін, А.М. Касім, М.М. Касім // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 46–64.

Анотація. Досліджено декомпозиційні методи системного аналізу для оптимізації інтер- активних геоінформаційних сервісів (ІГІС) через синергетичну інтеграцію, консолідовану кооперацію та адап-

тацію до різних доменів, задач і даних. Визначено ключові механізми еволюції ІГІС (енергетичний, інформаційний, мережевий, генетичний, комунікаційний і кооперaційний), що формують комплексну стратегію їхнього розвитку. Запропоновано онтологічну систему взаємодії ІГІС у межах доменних кластерів, яка забезпечує семантичний базис для спільного розв'язання складних задач. Відповідно до парадигми INSPIRE розроблено модель трансдоменної інфраструктури геопросторових даних, що підвищує інтероперабельність сервісів у вебсередовищі. Показано ефективність кооперації ІГІС на прикладі оптимізації маршрутів екстрених служб у мегаполісі з використанням теорії ігор.

Ключові слова: інтерактивний геоінформаційний сервіс, INSPIRE, кооперація, еволюція, синергія, картографічний контент, віртуальний образ ситуації, онтологія, декомпозиція, кластери конвергенції доменів, конфлікт, стратегія, матриця виграшу, Парето-оптимальний розв'язок, адаптивність, інтероперабельність, інтеграція.

Decompositional methods of system analysis in the optimization and cooperative evolution of interactive geoinformational services / O.V. Palagin, A.M. Kasim, M.M. Kasim // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 46–64.

Abstract. Decompositional methods of system analysis are investigated for optimizing interactive geoinformational services (IGIS) through synergistic integration, consolidated cooperation, and adaptation to various domains, tasks, and data. Key mechanisms of IGIS evolution (energetic, informational, network, genetic, communicational, and cooperational) are defined, which form a comprehensive strategy for their development. An ontological system of IGIS interaction within domain clusters is proposed, which provides a semantic basis for joint solution of complex tasks. In accordance with the INSPIRE paradigm, a model of transdomain infrastructure of geospatial data is developed, which increases the interoperability of services in the web medium. The effectiveness of IGIS cooperation is shown in the example of optimizing emergency service routes in a megalopolis using game theory.

Keywords: interactive geoinformational service, INSPIRE, cooperation, evolution, synergy, map content, virtual image of the situation, ontology, decomposition, domain convergence clusters, conflict, strategy, gain matrix, Pareto-optimal solution, adaptability, interoperability, integration.

==========

УДК 517.9:519.6

Про одну нелокальну крайову задачу для нелінійного дробово-диференціального рівняння з біпорядковою похідною Гільфера / В.М. Булавацький // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 65–73.

Анотація. Розглянуто крайову задачу з нелокальною інтегральною умовою для нелінійного дробово-диференціального рівняння з узагальненою (біпорядковою) композитною похідною Гільфера. Поняття біпорядкової Гільфер-похідної грунтується на інтерполяційній концепції з застосуванням похідних Капуто та Рімана–Ліувілля різних порядків. Висвітлюються питання існування розв'язку, єдиності та стійкості щодо зазначеної задачі.

Ключові слова: нелінійні дробово-диференціальні рівняння, біпорядкова похідна Гільфера, крайові задачі, нелокальні умови, існування, єдиність, стійкість.

On one nonlocal boundary-value problem for a nonlinear fractional differential equation with Hilfer's bi-ordinal derivative / V.M. Bulavatsky // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 65–73.

Abstract. We consider a boundary-value problem with a nonlocal integral condition for a nonlinear fractional differential equation with a generalized (bi-ordinal) composite Hilfer's derivative. The notion of a bi-ordinal Hilfer's derivative is based on the interpolation concept with the use of Caputo and Riemann–Liouville derivatives of different orders. The existence of a solution and the uniqueness and stability of this problem are discussed.

Keywords: nonlinear fractional-differential equations, bi-ordinal Hilfer's derivative, boundary-value problem, nonlocal conditions, existence, uniqueness, stability.

==========

УДК: 517.58, 517.955

Інтегральні представлення типу Ейлера для двовимірних функцій типу Міттаг-Леффлера / А. Хасанов, Е. Карімов // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 74–84.

Анотація. Встановлено інтегральні представлення типу Ейлера для двох двовимірних функцій типу Міттаг-Леффлера. Зазначені двовимірні функції у цих інтегральних представленнях виражено через самі себе з різними параметрами, через відомі гіпергеометричні функції однієї змінної або через іншу двовимірну функцію типу Міттаг-Леффлера.

Ключові слова: двовимірні функції типу Міттаг-Леффлера, інтеграли Ейлера, гіпергеометричні функції, інтегральне представлення.

Euler-type integral representations for two-dimensional functions of the Mittag-Leffler-type / A. Hasanov, E. Karimov // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 74–84.

Abstract. The Euler-type integral representations for two two-dimensional functions of the Mittag-Leffler type are established. In these integral representations, these two-dimensional functions are represented in terms of themselves with different parameters, in terms of known hypergeometric functions of a single variable, or via another two-dimensional function of Mittag-Leffler type.

Keywords: two-dimensional functions of Mittag-Leffler type, Euler integrals, hypergeometric functions, integral representation.

==========

УДК 519.86

Новітній погляд на аналіз світової торгівлі та глобальної економіки / М.С. Гончар, О.П. Довжик, А.С. Жохін, В.Г. Козирський, А.П. Махорт // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 85–108.

Анотація. Сформульовано необхідні й достатні умови, за яких у моделі світової торгівлі має місце повний кліринг ринків. Описано рівноважні стани з надлишковою пропозицією. Запропоновано алгоритм знаходження рівноважного стану з найменшою надлишковою пропозицією за допомогою розв'язання певної задачі квадратичного програмування. За структурою попиту запропоновано алгоритм побудови структури пропозиції, за якої міжнародна торгівля справедлива. З використанням побудованої моделі світової торгівлі досліджено торгівлю між країнами G20.

Ключові слова: світова торгівля, економічна рівновага, кліринг ринків, квадратичне програмування, ідеальна рівновага.

A new perspective on the analysis of world trade and global economy / N.S. Gonchar, O.P. Dovzhyk, A.S. Zhohin, W. H. Kozyrski, A. P. Makhort // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 85–108.

Abstract. We formulate the necessary and sufficient conditions that provide full clearing of markets within our world trade model. We describe equilibrium states with excess supply and propose an algorithm for finding the equilibrium state with the lowest excess supply by solving a certain quadratic programming problem. Based on the demand structure, we propose an algorithm for constructing a supply structure in which international trade is fair. The trade between the G20 countries is analyzed using the constructed model of world trade.

Keywords: world trade, market clearing, economic equilibrium, quadratic programming, ideal equilibrium.

==========

УДК 519.65

Чебишовське наближення степенем від раціонального виразу / П.С. Малачівський, Л.С. Мельничок // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 109–117.

Анотація. Запропоновано метод побудови чебишовського наближення з відносною похибкою раціональним виразом у фіксованому степені. Він полягає в побудові проміжного чебишовського наближення з відносною похибкою раціональним виразом значень кореня цього степеня наближуваної функції. Наближення раціональним виразом обчислено як граничне середньостепеневе наближення за ітераційною схемою з використанням методу найменших квадратів з двома змінними ваговими функціями. Наведено тестові приклади, які підтверджують швидку збіжність методу побудови чебишовського наближення степенем від раціонального виразу.

Ключові слова: чебишовське наближення степеневим виразом, чебишовське наближення раціональним виразом, середньостепеневе наближення, метод найменших квадратів, змінна вагова функція.

Chebyshev approximation by the power of a rational expression / P.S. Malachivskyy, L.S. Melnychok // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 109–117.

Abstract. A method for constructing the Chebyshev approximation of the given function by a rational expression in a fixed power with the smallest relative error is proposed. It consists in constructing an intermediate Chebyshev approximation with a relative error by a rational expression of the values of the root of this power of the approximated function. The rational expression approximation is calculated as a limiting mean-power approximation by an iterative scheme using the least-squares method with two variable weight functions. Test examples are given to confirm the fast convergence of the method for constructing the Chebyshev approximation by the power of a rational expression.

Keywords: Chebyshev approximation by the power expression, Chebyshev approximation by the rational expression, mean-power approximation, least squares method, variable weight function.

==========

УДК 519.21

Стохастична еволюція з марковсько-модульованим пуассонівським збуренням в схемі дифузійної апроксимації / Я.М. Чабанюк, С.А. Семенюк, У.Т. Хімка, Р.А. Чипурко // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 118–124.

Анотація. Досліджено асимптотичну поведінку стохастичних еволюційних систем з марковсько-модульованим пуассонівським збуренням у схемі дифузійної апроксимації. Враховано комбінацію пуассонівського процесу з марковським, що дає змогу описувати випадкові переходи між різними режимами еволюції. Наведено ергодичні властивості марковсько-модульованого пуассонівського процесу, які забезпечують стабільну поведінку системи в середньому. Побудовано граничні генератори для вихідної системи стохастичних диференціальних рівнянь. Одержані результати дають змогу досліджувати задачі стохастичної оптимізації та оптимального керування.

Ключові слова: стохастична еволюція, марковсько-модульований пуассонівський процес, схема дифузійної апроксимації.

Stochastic evolution under markov-modulated poisson perturbation in the diffusion approximation scheme / Ya.M. Chabanyuk, S.A. Semenyuk, U.T. Khimka, R.A. Chypurko // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 118–124.

Abstract. The authors study the asymptotic behavior of stochastic evolutionary systems with Markov-modulated Poisson perturbation in the diffusion approximation scheme. They consider combining the Poisson process with the Markov process, which allows for describing random transitions between different modes of evolution. The ergodic properties of the Markov-modulated Poisson process that ensure the stable behavior of the system on average are presented. Boundary generators for the original system of stochastic differential equations are constructed. The results allow for studying stochastic optimization and optimal control problems.

Keywords: stochastic evolution, Markov-modulated Poisson process, diffusion approximation schema.

==========

УДК 519.8

Інтегральні представлення полігармонійних операторів / А.М. Шутовський // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 125–136.

Анотація. У дослідженні представлено оптимальні математичні моделі в контексті задач системного аналізу. А саме, застосовано нетривіальні граничні умови до задачі про інтегрування полігармонійних рівнянь у полярних координатах. Функцію, тригармонійну в одиничному крузі, подано у вигляді інтеграла саме з дельтаподібним ядром. Розглянуто питання про існування структурного зв'язку між розв'язками тригармонійних рівнянь у полярних координатах та додатними операторами, які є розв'язками інших диференціальних рівнянь у частинних похідних. Показано, що тригармонійний інтеграл Пуассона для одиничного круга можна подати як середнє значення розв'язку рівняння Лапласа в полярних координатах.

Ключові слова: ряд Фур'є, тригармонійне рівняння, одиничний круг, тригармонійний інтеграл Пуассона, оператор Абеля–Пуассона.

Integral representations of polyharmonic operators / A. M. Shutovskyi // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 125–136.

Abstract. The study is devoted to establishing optimal mathematical models in the context of system analysis problems. Namely, nontrivial boundary conditions are applied to the problem of integrating polyharmonic equations in polar coordinates. The function, which is tri-harmonic in a unit disk, is presented in the form of an integral with a delta-like kernel. The question of the existence of a structural connection between solutions to the tri-harmonic equations in polar coordinates and positive operators, which are solutions to other partial differential equations, is considered. It is shown that the tri-harmonic Poisson integral for a unit disk can be represented as an average value of the solution to the Laplace equation in polar coordinates.

Keywords: Fourier series, tri-harmonic equation, unit disk, tri-harmonic Poisson integral, Abel–Poisson operator.

==========

УДК 519.212.2:681.51

Сумісний розподіл деяких подій у схемі Бернуллі з параметрами (n, p) / В.І. Масол, С.Я. Слободян // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 137–145.

Анотація. Встановлено явний вигляд сумісного розподілу довільної фіксованої пари подій, що належать одній скінченній множині подій у схемі Бернуллі з параметрами (n, p). Вказано зв'язок параметра n з максимальним значенням кожного з отриманих сумісних розподілів за умови p=0.5. Наведено приклади використання встановлених розподілів до аналізу (0,1)-послідовності.

Ключові слова: сумісний розподіл, схема Бернуллі, 2-ланцюг, цифрова стеганографія, економетрика.

Joint distribution of some events in the Bernoulli scheme with parameters (n, p) / V.I. Masol, S.YA. Slobodian // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 137–145.

Abstract. An explicit form of the joint distribution of an arbitrary fixed pair of events belonging to the same finite family of events in the Bernoulli scheme with parameters (n, p) is established. The connection of the parameter n with the maximum value of each of the obtained joint distributions under the condition p=0.5 is indicated. Examples of the use of the established distributions for the analysis of the (0,1)-sequence are given.

Keywords: joint distribution, Bernoulli scheme, 2-chain, digital steganography, econometrics.

==========

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ **SOFTWARE–HARDWARE SYSTEMS**

УДК 004.318

Метод підвищення ефективності оброблення RDF/XML-структур у середовищі Apache Jena Semantic Web Framework / О.В. Палагін, М.Г. Петренко, В.В. Каверинський, К.С. Малахов // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 146–166.

Анотація. У статті досліджено вплив розбиття комп'ютерних OWL-онтологій (RDF/XML-структур великого розміру) та паралельного виконання запитів на продуктивність оброблення складних запитів. Результати дослідження показали, що розбиття онтологій, особливо у разі запитів із тривалим часом виконання, може суттєво скоротити час їхнього оброблення. Для запитів із середнім та тривалим часом виконання комбінація розбиття й паралелізації дає приріст продуктивності до 45 % порівняно з послідовним виконанням. Водночас для запитів із коротким часом виконання розбиття може спричиняти додаткові затримки, які частково компенсуються паралельним обробленням. Під час дослідження також з'ясовано, що у разі розбиття онтології на понад 7–10 частин подальше подрібнення не дає помітного підвищення продуктивності, роблячи такий підхід неефективним. У статті наголошено на важливості врахування надлишкових умов у запитах, особливо тих, що стосуються зв'язків між класами-предками та нащадками в межах онтології, оскільки їхнє вилучення чи оптимізація може суттєво прискорити оброблення. Представлено формальну модель, яка теоретично описує вплив розбиття онтології та паралелізації оброблення запитів на час їхнього виконання. Крім того, сформульовано формальні критерії, за допомогою яких визначають тип реакції запитів на розбиття онтології та їхнє паралельне виконання.

Ключові слова: онтологічна інженерія, Semantic Web, Apache Jena Semantic Web Framework, OWL, OWL-онтологія, RDF/XML-структура, RDF/XML, SPARQL, природномовні діалогові системи.

A method for enhancing the efficiency of RDF/XML-structure processing in the Apache Jena Semantic Web Framework / O. Palagin, M. Petrenko, V. Kaverinskiy, K. Malakhov // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 146–166.

Abstract. This study examines the impact of partitioning large-scale OWL-ontologies (RDF/XML-structures) and parallel query execution on the performance of complex SPARQL queries. The experimental results indicate that ontology partitioning, particularly for queries with long execution times, can significantly reduce query processing duration. For medium- and long-execution-time queries, a combination of ontology partitioning and parallel execution yields a performance improvement of up to 45% compared to sequential execution. Conversely, for short-execution-time queries, ontology partitioning may introduce additional delays, which can be partially mitigated through parallel processing. The study also finds that partitioning an ontology into more than 7–10 segments does not yield further performance gains, rendering excessive fragmentation an inefficient approach. The article underscores the importance of eliminating redundant constraints in queries, particularly those concerning hierarchical relationships between parent and descendant classes within the ontology. Optimizing or removing these constraints can significantly enhance query execution speed. Furthermore, a formal model is presented to theoretically describe the effects of ontology partitioning and parallel query execution on processing time. Additionally, the study establishes formal criteria for determining the impact of these techniques on different types of queries.

Keywords: Ontology engineering, Semantic Web, Apache Jena Semantic Web Framework, OWL, OWL-ontology, RDF/XML-structure, RDF/XML, SPARQL, Natural Language Dialogue System.

==========

УДК 004.9:519.22

Методологія побудови аналітичної підсистеми єдиної інформаційної системи соціальної сфери України / О.Б. Зарудний, Р.Г. Коваль // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 167–175.

Анотація. Розглянуто проблему розроблення аналітичної складової Єдиної інформаційної системи соціальної сфери України — автоматизованої підсистеми, призначеної для інформаційно-аналітичного забезпечення підтримки прийняття рішень в управлінні соціальною сферою. Впровадження цієї підсистеми дасть змогу підвищити якість планування та прогнозування потреб населення у соціальному захисті й соціальному забезпеченні, оптимі- зувати розподіл фінансування видатків на соціальний захист і соціальне забезпечення, гарантувати контрольованість та адресність витрат, а також сприятиме налагодженню зворотного зв'язку між суспільством і державою. В основу пропонованої інформаційно-аналітичної підсистеми покладено математичні моделі, методи інтелектуального аналізу даних і штучного інтелекту, сучасні інформаційні технології тощо. Поєднання платформи Oracle, використовуваної у системі соціального захисту та Пенсійному фонді України, з аналітичними інструментами ком-

панії SAS Institute дасть змогу створити адаптивну інформаційно-аналітичну підсистему, спроможну опрацьовувати великі масиви структурованих і неструктурованих даних, отриманих як за відкритого, так і обмеженого доступу, а також забезпечувати надійний захист конфіденційної інформації та персональних даних громадян.

Ключові слова: інформаційно-аналітична система, математичні моделі, Big Data, соціальна сфера, прогнозування.

Methodology for building an analytical subsystem of the unified information system of the social sphere of Ukraine / O. Zarudnyi, R. Koval // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 167–175.

Abstract. The paper considers the problem of developing the analytical component of the Unified Information System of the Social Sphere of Ukraine — an automated subsystem designed for information and analytical support of decision-making in the management of the social sphere. The implementation of such a subsystem will improve the quality of planning and forecasting the needs of the population in social protection and social security, optimize the distribution of financing for social protection and social security expenditures, ensure controllability and targeting of expenditures, and promote the establishment of feedback between society and the state. The basis of the proposed information and analytical subsystem is mathematical models, methods of intelligent data analysis, artificial intelligence, modern information technologies, etc. The combination of the Oracle platform used in the social protection system and the Pension Fund of Ukraine with analytical tools from SAS Institute will allow creating an adaptive information and analytical subsystem capable of processing large arrays of structured and unstructured data obtained with both open and limited access, ensuring reliable protection of confidential information and personal data of citizens.

Keywords: information and analytical system, mathematical models, Big Data, social sphere, forecasting.

==========

УДК 621.391

Класифікація сигналів з цифровою модуляцією параметрів з використанням SG-статистики / П.Ю. Костенко, К.С. Васюта, В.В. Слободянюк, Р.О. Качайло // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 176–189.

Анотація. Розглянуто класифікацію сигналів з амплітудною та фазовою маніпуляцією їхніх параметрів під час спостереження на фоні адитивного Гауссового шуму. Показано, що використання непараметричної SG-статистики як індексу передбачуваності дає змогу виконувати класифікацію сигналів та їхнє розрізнення в межах кожного класу. Запропоновано шкалу індексу передбачуваності, яка впорядковує сигнали за складністю.

Ключові слова: індекс передбачуваності, класифікація сигналів, амплітудна та фазова модуляція.

Classification of signals with digital parameter modulation using SG-statistics / P. Kostenko, K. Vasiuta, V. Slobodyanuk, R. Kachaylo // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 176–189.

Abstract. The paper deals with the classification of signals with amplitude and phase manipulation of their parameters when observed against the background of additive Gaussian noise. It is shown that the use of non-parametric SG-statistics as an index of predictability allows for the classification of signals and their distinction within each class. A scale of signals according to their predictability index is proposed, which ranks signals according to their complexity.

Keywords: predictability index, signal classification, amplitude and phase modulation.

==========

УДК 621.396

Удосконалення архітектур та покращення системних характеристик інтерактивних розподілених комп'ютерних систем / І.Р. Пітух // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 190–204.

Анотація. Проаналізовано та визначено функціональні недоліки архітектур інтерактивних розподілених комп'ютерних систем і обґрунтовано напрями їхнього удосконалення. Досліджено алгоритми формування та опрацювання даних на основі ортогональних функцій, які породжують непозиційні системи числення. Розроблено зірково-магістральні та зірково-кільцеві архітектури інтерактивних розподілених комп'ютерних систем з високим рівнем розпаралелювання процесів обміну даними. Враховуючи потреби щодо оптимізації оброблення інформації на низових рівнях інтерактивних розподілених комп'ютерних систем, створено структури спецпроцесорів аналого-цифрового та статистичного опрацювання даних. Реалізовано мікроелектронні структури аналого-цифрових перетворювачів розгортального типу з вихідними мультифункціональними кодами в базисах Радемахера–Крестенсона та Хаара–Крестенсона, що підвищує швидкодію та точність обчислень. Отримані результати дослідження сприяють удосконаленню архітектур інтерактивних розподілених комп'ютерних систем та зумовлюють покращення їхніх системних характеристик.

Ключові слова: базиси ортогональних функцій, системи числення, спецпроцесори, інтерактивні комп'ютерні системи.

Improvement of architectures and system characteristics of interactive distributed computer systems / I. Pitukh // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 190–204.

Abstract. The functional shortcomings of the architectures of interactive distributed computer systems (IDCS) are analyzed and identified. The algorithms of data formation and processing based on orthogonal functions that generate non-positional number systems are investigated. The star-trunk and star-ring architectures of the IDCS with a high level of parallelization of data exchange processes are developed. The structures of special processors for analog-digital and statistical data processing at the lower levels of the IDCS are developed. The microelectronic structures of analog-to-digital converters (ADC) of the unfolding type with output multifunctional codes in the Rademacher–Christensen and Haar–Christensen bases are implemented.

Keywords: bases of orthogonal functions, number systems, special-purpose processors, interactive computer systems.

==========

НОВІ ЗАСОБИ КІБЕРНЕТИКИ, ІНФОРМАТИКИ, ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

NEW TOOLS IN CYBERNETICS, COMPUTER SCIENCE, AND SYSTEM ANALYSIS

УДК 519.6

Ефективний алгоритм піднесення до квадрата багатослівних чисел / В.К. Задірака, А.М. Терещенко // Кібернетика та системний аналіз. 2025. Том 61, № 3. С. 205–212.

Анотація. Запропоновано метод реалізації операції піднесення до квадрата числа довжиною N слів ($N = 2^n$), який дає змогу обчислювати на основі восьми множень чисел довжиною $N / 4$ слів $N \geq 4$. Операція піднесення до квадрата є однією з основних операцій шифрування, дешифрування та верифікації ключів асиметричної криптографії. Від швидкодії цієї операції залежить швидкодія операцій асиметричної криптографії. Згідно з теоремою оцінено складність запропонованого методу для чисел довжиною N слів та показано, що обчислення може бути виконано на основі чотитрьох піднесень до квадрата чисел довжиною $N / 4$ слів та чотирьох множень чисел довжиною $N / 4$ слів. Піднесення до квадрата чотирислівного числа на основі запропонованого методу може бути виконано із застосуванням восьми множень, що на одне множення меньше ніж у методі Карацуби, який використовується рекурсивно. Запропонований метод може бути застосований рекурсивно, що підвищує можливість з розпаралелювання операції піднесення до квадрата великих чисел. Результати роботи можуть бути використані для розроблення швидких алгоритмів багатослівної арифметики та для реалізації операції піднесення до квадрата великих чисел у мікросхемному виконанні.

Ключові слова: багатослівна арифметика, багатослівне множення, багатослівне піднесення до квадрата, піднесення до квадрата за модулем, асиметрична криптографія.

An efficient algorithm for squaring multi-word numbers / V.K. Zadiraka, A.M. Tereshchenko // Kibernetyka ta Systemnyi Analiz. 2025. Vol. 61, N 3. P. 205–212.

Abstract. A method of implementing the operation of squaring a number with a length of N words ($N = 2^n$) is proposed, which allows performing calculations based on eight multiplications of numbers with a length of $N / 4$ words ($N \geq 4$). The squaring operation is one of the main operations of encryption, decryption, and verification of keys in asymmetric cryptography. The speed of operations of asymmetric cryptography depends on the speed of the square operation. The complexity of the proposed method for numbers with a length of N words is evaluated in the form of the theorem, and it is shown that the calculation can be performed based on four squares of numbers with a length of $N / 4$ words and four multiplications of numbers with a length of $N / 4$ words. For squaring a 4-word number, the developed method requires eight one-word multiplication operations, one multiplication less than in the Karatsuba‘s method, which is used recursively. The method can be used recursively, which increases the possibility of parallelizing the implementation of squaring large numbers. The results of the paper can be used for the development of fast multi-word arithmetic algorithms and the implementation of the squaring of large numbers in a circuit design.

Keywords: multiword arithmetic, multiword multiplication, multiword squaring, multiword squaring by modulo, asymmetric cryptography.