

КИБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 519.6, 539.3

Численное исследование систем сингулярных интегральных уравнений первого рода и с неопределяемым индексом в задаче о дифракции плоских волн на неподвижном включении / Б.Е. Панченко, Ю.Д. Ковалев, И.Н. Сайко // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 3–17.

Лл.: 7. Табл.: 2. Библиогр.: 23 назви.

Аннотация. Сведением к двум разным типам систем сингулярных интегральных уравнений (СИУ) проведено численное исследование задачи математической физики о воздействии стационарных волн плоской деформации на неподвижное включение (защемленное отверстие) с произвольным контуром, находящимся в бесконечной изотропной среде. Задача решена с использованием системы СИУ первого рода, а также системы СИУ второго рода с неопределяемым индексом. Исследована обусловленность моделей с использованием кластерных высокоточных вычислительных схем.

Ключевые слова: сингулярные интегральные уравнения, индекс уравнения, число обусловленности, численный эксперимент, дифракция плоских волн, неподвижное жесткое включение (защемленное отверстие).

Чисельне дослідження систем сингулярних інтегральних рівнянь першого роду та з невизначуваним індексом у задачі про дифракцію плоских хвиль на нерухомому включенні / Б.Є. Панченко, Ю.Д. Ковалев, І.М. Сайко // Кибернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 3–17.

Анотація. Шляхом зведення до двох різних типів систем сингулярних інтегральних рівнянь (СІР) проведено чисельне дослідження задачі математичної фізики про дію стаціонарних хвиль плоскої деформації на нерухоме включення (затиснений отвір) з довільним контуром, що інтегроване в нескінченно ізотропне середовище. Задачу розв'язано з використанням системи СІР першого роду, а також СІР другого роду з невизначуваним індексом. Обумовленість моделей досліджено з використанням кластерних високоточних обчислень.

Ключові слова: сингулярні інтегральні рівняння, індекс рівняння, число обумовленості, числовий експеримент, дифракція плоских хвиль, нерухоме жорстке включення (затиснений отвір).

Numerical analysis of systems of singular integral equations of the first kind with an indefinable index in the problem of the diffraction of plane waves on a rigid inclusion / B.E. Panchenko, Yu.D. Kovalev, I.N. Saiko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P.3–17.

Abstract. By reducing the systems of singular integral equations (SIE) to two types, we have carried out a numerical analysis of the problem of mathematical physics about the interaction of stationary plane strain waves with a rigid inclusion (cavity with a clamped contour) located in an infinite isotropic elastic medium. The problem is solved using the systems of SIEs of the 1st and 2nd kinds, where the latter has an indefinable index. The conditionality of the models is analyzed using cluster high-precision computational schemes.

Keywords: singular integral equations, equation index, condition number, numerical experiment, plane wave diffraction, rigid stiff inclusion (clamped cavity)

УДК 004.93.1

Информационно-экстремальное машинное обучение бортовой системы распознавания транспортного средства / А.С. Довбыш, Н.Н. Будник, В.Ю. Пятаченко, Н.И. Мироненко // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 18–27.

Лл.: 7. Табл.: 0. Библиогр.: 10 назв.

Аннотация. Предложены категорийная модель и алгоритм информационно-экстремального машинного обучения бортовой системы распознавания малогабаритных наземных транспортных средств. Построенные в результате машинного обучения решающие правила являются инвариантными к произвольному положению объекта распознавания в кадре зоны интереса.

Ключевые слова: информационно-экстремальная интеллектуальная технология, машинное обучение, информационный критерий оптимизации, бортовая система распознавания, полярная система координат, наземный объект, автомобиль.

Інформаційно-екстремальне машинне навчання бортової системи розпізнавання наземного об'єкта / А.С. Довбиш, М.М. Будник, В.Ю. П'ятаченко, М.І. Мироненко // Кибернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 18–27.

Анотація. Запропоновано категорійну модель і алгоритм інформаційно-екстремального машинного навчання бортової системи розпізнавання малогабаритних наземних транспортних засобів. Побудовані за результатами машинного навчання вирішувальні правила є інваріантними до довільного положення об'єкта розпізнавання в кадрі зони інтересу.

Ключові слова: інформаційно-екстремальна інтелектуальна технологія, машинне навчання, інформаційний критерій оптимізації, бортова система розпізнавання, полярна система координат, наземний об'єкт, автомобіль.

Information-extreme machine learning of on-board vehicle recognition system / A.S. Dovbysh, M.M. Budnyk, V.Yu. Piatachenko, M.I. Myronenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 18–27.

Abstract. The article proposes a categorical model and algorithm for information-extreme machine learning of the on-board recognition system for small ground vehicles. The decision rules constructed as a result of machine learning are invariant to an arbitrary position of the object of recognition in the frame of the region of interest.

Keywords: information and extreme intelligent technology, machine learning, information criterion of optimization, on-board recognition system, ground-based object, polar coordinate system, vehicle.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

УДК 519.6

Существование и единственность взвешенного нормального псевдорешения / А.Н. Химич, Е.А. Николаевская // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 28–34.

Лл.: 0. Табл.: 0. Бібліогр.: 31 назвф.

Аннотация. Исследована задача взвешенных наименьших квадратов с положительно-определенными весами M и N для матриц произвольного вида и ранга. Доказаны существование и единственность M -взвешенного решения наименьших квадратов с минимальной N -нормой системы $Ax=b$.

Ключевые слова: взвешенная псевдообратная матрица, взвешенное нормальное псевдорешение, задача взвешенных наименьших квадратов.

Існування та єдиність зваженого нормального псевдорозв'язку / О.М. Хіміч, О.А. Ніколаєвська // Кибернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 28–34.

Анотация. Досліджено задачу зважених найменших квадратів з додатно-визначеними вагами M та N для матриць довільного вигляду та рангу. Доведено існування та єдиність M -зваженого розв'язку найменших квадратів з мінімальною N -нормою системи $Ax=b$.

Ключові слова: зважена псевдообернена матриця, зважений нормальний псевдорозв'язок, задача зважених найменших квадратів.

Existence and uniqueness of the weighed normal pseudosolution / A.N. Khimich, E.A. Nikolaevskaya // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 28–34.

Abstract. The problem of weighted least squares with positive definite weights M and N for matrices of arbitrary form and rank is analyzed. The existence and uniqueness of the M -weighted least-squares solution with a minimal N -norm of the system $Ax=b$ are proved.

Keywords: weighted pseudoinverse matrix, weighted normal pseudosolution, weighted least squares problem.

УДК 519.217.2

Анализ нейрохирургических патологий с применением байесовских процедур распознавания для показателей поверхностного плазмонного резонанса при агрегации клеток крови / Н.Я. Гридина, А.М. Гупал, А.Л. Тарасов, Ю.В. Ушенин // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 35–45.

Лл.: 2. Табл.: 4. Бібліогр.: 15 назв.

Аннотация. Рассмотрено использование байесовской процедуры распознавания для показателей поверхностного плазмонного резонанса. Показано, что эффективность распознавания нейрохирургических опухолевых патологий значительно повышается при добавлениях в кровь верапамил-гидрохлорида и кетамина, чем при исследованиях по образцам крови без добавок. Сравнение результатов распознавания патологий по методикам поверхностного плазмонного резонанса при добавлении кетамина и модифицированной скорости оседания эритроцитов показало высокую эффективность распознавания методом поверхностного плазмонного резонанса.

Ключевые слова: байесовские процедуры распознавания, глиомы головного мозга, метастазы, черепно-мозговая травма, поверхностный плазмонный резонанс, дифференциальная диагностика, модифицированная скорость оседания эритроцитов.

Аналіз нейрохірургічних патологій з використанням байєсівської процедури розпізнавання для показників поверхневого плазмонного резонансу під час агрегації клітин крові / Н.Я. Гридіна, А.М. Гупал, А.Л. Тарасов, Ю.В. Ушенін // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 35–45.

Анотація. Розглянуто використання байєсівської процедури розпізнавання для показників поверхневого плазмонного резонансу. Показано, що ефективність розпізнавання нейрохірургічних пухлинних патологій значно підвищується з додаванням у кров верапаміл-гідрохлориду і кетаміну порівняно з дослідженням чистих зразків крові. Порівняння результатів розпізнавання патологій за методиками поверхневого плазмонного резонансу з додаванням кетаміну і модифікованої швидкості осідання еритроцитів засвідчило високу ефективність розпізнавання методом поверхневого плазмонного резонансу.

Ключові слова: байєсівська процедура розпізнавання, гліоми головного мозку, метастази, черепно-мозкова травма, поверхневий плазмонний резонанс, диференціальна діагностика, модифікована швидкість осідання еритроцитів.

Analysis of neurosurgical pathologies using bayesian recognition procedures for indicators of surface plasmon resonance in the aggregation of blood cells / N.Ya. Gridina, A.M. Gupal, A.L. Tarasov, Yu.V. Ushenin // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 35–45.

Abstract. The use of the Bayesian recognition procedure for surface plasmon resonance with the addition of verapamil hydrochloride and ketamine to the blood in the analysis of neurosurgical tumor pathologies significantly improved recognition compared to pure blood samples. An analysis of the difference in such pathologies due to the method of surface plasmon resonance with the addition of ketamine made it possible to improve the results of recognition of pathologies as compared with the method of the modified erythrocyte sedimentation rate. It has been possible to achieve a sufficiently high recognition efficiency between tumor pathologies and a healthy state of people.

Keywords: Bayesian recognition procedure, brain gliomas, metastases, traumatic brain injury, surface plasmon resonance, differential diagnosis, modified erythrocyte sedimentation rate.

УДК 519.8

Разрезы в неориентированных графах. I / Ф.А. Шарифов, Л.Ф. Гуляницкий // Кібернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 46–55.

Лл.: 0. Табл.: 0. Бібліогр.: 20 назв.

Аннотация. Исследованы новые свойства разрезов в неориентированных графах, приведены различные модели для задачи максимального разреза на основе установленного соответствия между разрезами в заданном графе и специфическими базами расширенного полиматроида, ассоциированного с этим графом. Для модели, сформулированной как задача нахождения максимума выпуклой функции на компактном множестве — расширенном полиматроиде, доказано, что локальные и глобальные максимумы совпадают по значению целевой функции, т.е. для решения задачи максимального разреза достаточно найти базу расширенного полиматроида как локальный или глобальный максимум целевой функции.

Ключевые слова: графы, разрезы, выпуклая функция, специальные многогранники.

Розрізи в неорієнтованих графах. I / Ф.А. Шаріфов, Л.Ф. Гуляницький // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 46–55.

Анотація. Досліджено нові властивості розрізів у неорієнтованих графах, наведено різні моделі для задачі максимального розрізу на основі встановленої відповідності між розрізами в заданому графі і специфічними базами розширеного поліматроїда, асоційованого з цим графом. Для моделі, сформульованої як задача знаходження максимуму опуклої функції на компактній множині (розширеному поліматроїді) доведено, що локальні і глобальні максимуми збігаються за значенням цільової функції, тобто для розв'язання задачі максимального розрізу достатньо знайти базу розширеного поліматроїда як локальний або глобальний максимум цільової функції.

Ключові слова: графи, розрізи, опукла функція, спеціальні багатогранники.

Cuts in undirected graphs. I / F. Sharifov, L. Hulyanytskyi // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 46–55.

Abstract. This part of the paper analyzes new properties of cuts in undirected graphs, presents various models for the maximum cut problem, based on the established correspondence between the cuts in this graph and the specific bases of the extended polymatroid associated with this graph. With respect to the model, formulated as the maximization of the convex function on the compact set (extended polymatroid), it was proved that the objective function has the same value at any local and global maximum, i.e., to solve the maximum cut problem, it needs to find a base of the extended polymatroid as a local or global maximum of the objective function.

Keywords: graphs, cuts, convex function, special polyhedra.

УДК 519.6

Точная трехточечная схема и схемы высокого порядка точности для обыкновенного дифференциального уравнения четвертого порядка / В.Г. Приказчиков // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 56–67.

Ил.: 0. Табл.: 0. Библиогр.: 12 назв.

Аннотация. Предложены точная трехточечная схема и схемы высокого порядка точности, которые представляют собой две системы линейных алгебраических уравнений. Каждое уравнение системы содержит пять неизвестных значений искомого решения и его первой производной в трех точках сетки на отрезке. При построении схем использовался принцип суперпозиции решений и четырех линейно независимых решений задачи Коши. Частичные суммы функциональных рядов, представляющих независимые решения, дают схемы любого порядка точности для граничной и спектральной задач. Для решения линейных систем предложен метод модифицированной прогонки.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения четвертого порядка, граничная задача, спектральная задача, задача Коши, линейно независимые решения, определитель Вронского, суперпозиция решений, функция Грина, метод сеток, точная схема, схемы высокого порядка точности, функциональные ряды, система линейных алгебраических уравнений, метод прогонки.

Точна триточкова схема та схеми високого порядку точності для звичайного диференціального рівняння четвертого порядку / В.Г. Приказчиков // Кибернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 56–67.

Анотація. Запропоновано точну триточкову схему та схеми високого порядку точності, які є двома системами лінійних алгебраїчних рівнянь. Кожне рівняння системи має п'ять невідомих значень шуканого розв'язку та його першої похідної в трьох точках сітки на відрізку. Для побудови схеми використано принцип суперпозиції розв'язків та чотирьох незалежних розв'язків задачі Коші. Частинні суми функціональних рядів, які є незалежними розв'язками, дають схеми довільного порядку точності для крайової та спектральної задач. Для розв'язування лінійних систем запропоновано метод модифікованої прогонки.

Ключові слова: диференціальне рівняння четвертого порядку, крайова задача, спектральна задача, задача Коші, лінійно незалежні розв'язки, визначник Вронського, суперпозиція розв'язків, функція Гріна, метод сіток, точна схема, схема високого порядку точності, функціональні ряди, система лінійних алгебраїчних рівнянь, метод прогонки.

Exact three-point scheme and schemes of high order of accuracy for a forth-order ordinary differential equation / V. Prikazchikov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 56–67.

Abstract. We propose a exact three-point scheme and schemes of high order of accuracy, which are two systems of linear algebraic equations. Each equation of the system contains five unknown values of the exact solution and its first derivative at three grid points on the interval. In constructing the scheme, the principle of superposition of solutions was used. Partial sums of the functional series representing independent solutions give schemes of arbitrary order of accuracy for the boundary problem and for the spectral one. To solve systems of linear equations, the modified ribbon matrix algorithm is proposed.

Keywords: forth-order differential equation, boundary-value problem, spectral problem, initial value problem, linearly independent solutions, Wronskian, superposition of solutions, Green function, grid method, exact scheme, scheme of high order of accuracy, functional series, system of linear algebraic equations, ribbon matrix algorithm.

УДК 621.391

Усовершенствование сигнатурно-системного метода с применением приоритетных признаков в составе сигнатур объектов мониторинга для обеспечения максимальной вероятности правильного распознавания / О.А. Ильяшов, В.С. Комаров // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 68–78.

Ил.: 3. Табл.: 0. Библиогр.: 12 назв.

Аннотация. Предложен подход к усовершенствованию сигнатурно-системного метода добывания и обработки информации путем приоритизации мониторинговых признаков в составе сигнатур источников (объектов) мониторинга с определением их рационального количества. Использование бигауссовской математической модели сигналов источников радиоизлучений и приоритетных мониторинговых признаков как информационного обеспечения сигнатурно-системного метода повысит эффективность его использования в условиях частичной или полной неопределенности исходных данных.

Ключевые слова: сигнатурно-системный метод, бигауссовская математическая модель сигналов источников радиоизлучений, мониторинговый признак, сигнатура.

Удосконалення сигнатурно-системного методу із застосуванням пріоритетних ознак у складі сигнатур об'єктів моніторингу для забезпечення максимальної ймовірності правильного розпізнавання / О.А. Ільяшов, В.С. Комаров // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 68–78.

Анотація. Запропоновано підхід до удосконалення сигнатурно-системного методу здобування та оброблення інформації шляхом пріоритизації моніторингових ознак у складі сигнатур джерел (об'єктів) моніторингу з визначенням їхньої раціональної кількості. Застосування бігаусівської математичної моделі сигналів джерел радіовипромінювань та пріоритетних моніторингових ознак як інформаційного забезпечення сигнатурно-системного методу надасть змогу підвищити ефективність його застосування в умовах часткової або повної невизначеності вихідних даних.

Ключові слова: сигнатурно-системний метод, бігаусівська математична модель сигналів джерел радіовипромінювань, моніторингова ознака, сигнатура.

Improvement of the signature-system method by applying priority features in the signatures of monitoring objects to ensure maximum probability of their proper recognition / O. Iliashov, V. Komarov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 68–78.

Abstract. The paper is devoted to improving the signature system method of obtaining and processing information by prioritizing monitoring sign in the signatures of monitoring sources (objects) with the determination of their rational quantity. The use of the bi-Gaussian mathematical model of signals from radio emission sources and priority monitoring sign as information support for the signature system method will increase the efficiency of its use under partial or complete uncertainty of initial data.

Keywords: signature system method, bi-Gaussian mathematical model of signal sources from radio emitting, monitoring sign, signature.

УДК 355.41

Метод планування процесу оновлення технічних засобів виробництва на підприємствах / П.С. Закусилло // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 79–84.

Лл.: 0. Табл.: 1. Бібліогр.: 9 назв.

Анотація. Запропоновано метод планування процесу заміни (оновлення) технічних засобів виробництва на підприємствах, який надає змогу визначити порядок виконання розрахунків, пов'язаних з плануванням заміни (оновлення) засобів виробництва з різним ступенем витрати фізичного ресурсу новими зразками.

Ключові слова: технічні засоби, ресурс, термін служби, експлуатаційна вартість, витрати ресурсу.

Метод планирования обновления технических средств производства на предприятиях / П.С. Закусилло // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 79–84.

Аннотация. Предложен метод планирования процесса замены (обновления) технических средств производства на предприятиях, который позволяет определить порядок выполнения расчетов, связанных с планированием замены (обновления) средств производства с различной степенью расхода физического ресурса, новыми образцами.

Ключевые слова: технические средства, ресурс, срок службы, эксплуатационная стоимость, расход ресурса.

Method of planning the process of replacement of production equipment at enterprises / P. S. Zakusylo // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 79–84.

Abstract. The author proposes a method for planning a replacement (renovation) of technical means of production at enterprises, which allows determining the order of calculations associated with planning of replacement (renewal) of the means of production with different degrees of consumption of physical useful life with new samples.

Keywords: technical means, useful life, service life, lifetime, operating cost, resource consumption.

УДК 519.86: 51.77: 330.5.057.7: 336

Межотраслевой анализ затратности и продуктивности экономики Украины: сравнительный анализ во времени и между странами / А.И. Ястремский // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 85–97.

Лл.: 2. Табл.: 4. Бібліогр.: 25 назв.

Аннотация. Введено понятие затратности и продуктивности национальной экономики. Приведена классификация отраслей по критериям «затратность и продуктивность», а также результаты расчетов для экономики Украины. Предложен анализ описательной статистики по новым показателям. Проведен выборочный сравнительный анализ во времени и между странами.

Ключевые слова: схема «затраты–выпуск», ключевые отрасли, продуктивные отрасли, сравнительный анализ, прямые затраты, полные затраты.

Міжгалузевий аналіз витратності та продуктивності економіки України: порівняння у часі і між країнами / О.І. Ястремський // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 85–97.

Анотація. Уведено поняття витратності та продуктивності національної економіки. Запропоновано класифікацію галузей за критеріями «витратність і продуктивність». Досліджено описову статистику показників витратності та продуктивності. Наведено результати розрахунків для України. Проведено вибіркового порівняльного аналізу у часі і між країнами.

Ключові слова: схема «витрати–випуск», ключові галузі, продуктивні галузі, порівняльний аналіз, прямі витрати, повні витрати.

Input–output productivity–cost analysis of the economy of Ukraine: selected cross–countries and intertemporal comparison / O. Yastremskii // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 85–97.

Abstract. The paper studies input–output analysis of the productivity and cost of Ukraine’s industries. A classification in the space ‘productivity – cost’ of the industries is proposed. The paper reflects computation results on real data. Descriptive statistics of productivity, cost indexes is presented. Selected cross–countries and intertemporal comparison is discussed.

Keywords: input–output scheme, key industries, productive industries, comparative analysis, direct requirements, total requirements.

УДК 519.816

Усовершенствование метода анализа иерархий на основе уточнения процедур формирования матриц парных сравнений / М.М. Потемкин, М.В. Николаенко, Д.И. Гразион // Кібернетика і системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 98–107.

Лл.: 3. Табл.: 3. Бібліогр.: 17 назв.

Аннотация. Приведено общее описание метода анализа иерархий и подходов к его усовершенствованию. Показано, что предпосылкой для успешного использования метода анализа иерархий является наличие матриц парных сравнений, полученных по результатам экспертного опроса, которые являются согласованными и адекватно отображают суждения эксперта. Установлено, что современные подходы не позволяют в полной мере обеспечить это требование. В качестве усовершенствований метода предложены двухшаговая процедура экспертного опроса с использованием формализованных карточек, подлежащих заполнению экспертами, и математические зависимости, обеспечивающие приведение несогласованных матриц парных сравнений к согласованности. Возможность практического использования предложенного подхода для получения согласованных матриц парных сравнений проиллюстрировано конкретным примером расчетов. В целом предложенные усовершенствования обеспечивают повышение обоснованности решений, которые принимаются на основе результатов, полученных с использованием метода анализа иерархий.

Ключевые слова: метод анализа иерархий, матрица парных сравнений, согласованность матрицы парных сравнений, экспертный опрос.

Удосконалення методу аналізу ієрархій на основі уточнення процедур формування матриць парних порівнянь / М.М. Потьомкін, М.В. Ніколаєнко, Д.І. Гразион // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 98–107.

Анотація. Наведено загальний опис методу аналізу ієрархій та підходів до його вдосконалення. Показано, що передумовою успішного використання методу аналізу ієрархій є наявність матриць парних порівнянь, отриманих за результатами експертного опитування, які є узгодженими та адекватно відображають погляди експерта. Встановлено, що сучасні підходи не надають змоги повною мірою забезпечити цю вимогу. Як удосконалення методу запропоновано двокрокову процедуру експертного опитування з використанням формалізованих карток, що підлягають заповненню експертами, та математичні залежності, які забезпечують приведення неузгоджених матриць парних порівнянь до узгодженості. Можливість практичного використання запропонованого підходу для отримання узгоджених матриць парних порівнянь проілюстровано конкретним прикладом розрахунків. Загалом запропоновані вдосконалення забезпечують підвищення ступеня обґрунтованості рішень, які приймаються на основі результатів, отриманих з використанням методу аналізу ієрархій.

Ключові слова: метод аналізу ієрархій, експертне опитування, матриця парних порівнянь, узгодженість матриць парних порівнянь.

Improved analytic hierarchy process on the basis of clarification of formation procedures for matrix of paired comparisons / M.M. Potomkin, M.V. Nikolaienko, D.I. Grazion // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 98–107.

Abstract. The paper provides a general description of analytic hierarchy process and approaches to it improvement. It shows that premise for successful using of analytic hierarchy process is an availability of the matrix of paired comparisons obtained according to the expert survey results, which are consistent and adequately reflects expert judgment. It is obtained that modern approaches do not provide such a requirement in full. Therefore, the following process improvements are proposed: a two-step expert survey procedure based on the use of formalized cards to be filled by experts, and mathematical dependencies that bring the uncoordinated pair comparison matrices to consistency. The possibility of practical use of the proposed approach to obtain consistent matrices of pair comparisons is illustrated by an example of calculations. In general, the proposed improvements increase the substantiation of decisions that are made based on the obtained results by using the analytic hierarchy process.

Keywords: analytic hierarchy process, pair comparison matrix, pair comparison matrix consistency, expert survey.

УДК 519.633

О численном решении обратной задачи по восстановлению источника специального вида в параболическом уравнении / А.Б. Рагимов // Кибernetика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 108–118.

Лл.: 2. Табл.: 4. Бібліогр.: 25 назв.

Аннотация. Рассматривается обратная задача по восстановлению источника специального вида в параболическом уравнении при начальных и граничных условиях. Специфика задачи состоит в том, что идентифицируемые параметры зависят от временной переменной и являются сомножителями коэффициента свободного члена правой части. Предложен численный метод решения задачи, основанный на методе прямых и специальным виде представления для решения. Метод не требует построения каких-либо итерационных процедур. Приводятся результаты численных экспериментов, проведенных на тестовой задаче.

Ключевые слова: обратная задача, нелокальные условия, метод прямых, параболическое уравнение, параметрическая идентификация.

Про чисельне розв'язання оберненої задачі з відновлення джерела спеціального виду в параболическому рівнянні / А.Б. Рагімов // Кибernetика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 108–118.

Анотация. Розглянуто обернену задачу з відновлення джерела спеціального виду в параболическому рівнянні з початковими і граничними умовами. Специфіка задачі полягає в тому, що ідентифіковані параметри залежать від часової змінної і є співмножниками коефіцієнта вільного члена правої частини. Запропоновано чисельний метод розв'язання задачі, що ґрунтується на методі прямих і спеціальному вигляді подання для розв'язування. Метод не вимагає побудови будь-яких ітераційних процедур. Наведено результати чисельних експериментів на тестовій задачі.

Ключові слова: зворотна задача, нелокальні умови, метод прямих, параболическе рівняння, параметрична ідентифікація.

On numerical solution to an inverse problem of recovering source of a special type of parabolic equation / A.B. Rahimov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 108–118.

Abstract. We consider an inverse problem of recovering a source of a special type of parabolic equation with initial and boundary conditions. The specificity of the problem is that the identifiable parameters depend only on a time variable and are factors of coefficients of the right-hand side of the equation. We propose a numerical method to solve the problem, which is based on the use of the method of lines and a special representation of the solution. The method does not require to construct any iterative procedures. The results of numerical experiments conducted for test problems are provided.

Keywords: inverse problem, nonlocal conditions, method of lines, parabolic equation, parametric identification.

УДК 004.02

Математический инструментарий для анализа интернета вещей / А.В. Мамонова, Н.В. Майданюк // Кибernetика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 119–127.

Лл.: 0. Табл.: 1. Бібліогр.: 23 назви.

Аннотация. Представлен обзор публикаций последних лет об использовании математических методов и моделей для анализа Интернета вещей. Отмечено, что при моделировании Интернета вещей используются такие разделы математики, как теория игр, теория вероятностей, теория случайных процессов, булева и матричная алгебра, теория графов, теория чисел, теория функции комплексного переменного, теория меры, теория оптимизации, имитационное моделирование, кластерный анализ, численный анализ, математический анализ.

Ключевые слова: Интернет вещей, методы, модели, моделирование, технологии, структура, система.

Математичний інструментарій для аналізу інтернету речей / Г.В. Мамонова, Н.В. Майданюк // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 119–127.

Анотація. Представлено огляд публікацій останніх років щодо використання математичних методів та моделей для аналізу Інтернету речей. Відзначено, що під час моделювання Інтернету речей використовують такі розділи математики, як теорія ігор, теорія ймовірностей, теорія випадкових процесів, булева та матрична алгебра, теорія графів, теорія чисел, теорія функцій комплексної змінної, теорія міри, теорія оптимізації, імітаційне моделювання, кластерний аналіз, чисельний аналіз, математичний аналіз.

Ключові слова: Інтернет речей, методи, моделі, моделювання, технології, структура, система.

Mathematical instruments for analysis of the internet of things / G. Mamonova, N. Maidaniuk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 119–127.

Abstract. The analysis of recent years' publications on the use of mathematical methods and models for IoT analysis is presented. The analysis showed that the authors use sections of mathematics such as game theory, probability theory, theory of random processes, Boolean and matrix algebra, graph theory, number theory, theory of function of complex variable, theory of measure, theory of optimization, theory of optimization analysis, numerical analysis, and mathematical analysis.

Keywords: Internet of Things, methods, models, modeling (simulation), technology, structure, system.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE–HARDWARE COMPLEXES

УДК 51.681.3

Экосистемы программной инженерии / С.Л. Крывий, Е.А. Гриненко // Кібернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 128–143.

Іл.: 10. Табл.: 2. Бібліогр.: 11 назв.

Аннотация. Рассмотрена модель экосистемы, ориентированной на область программной инженерии. Предложены два подхода к исследованию свойств модели — сетевой и автоматный. В частности, рассмотрены способы поиска оптимального плана выполнения работ в экосистеме, идентификации аварийных ситуаций, возможность параллельного выполнения заданий.

Ключевые слова: экосистема, транзитивные системы, конечные автоматы, временные автоматы, сети Петри.

Экосистемы програмної інженерії / С.Л. Кривий, О.О. Гріненко // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 128–143.

Анотация. Розглянуто модель екосистеми, орієнтованої на галузь програмної інженерії. Розглянуто два підходи до дослідження властивостей моделі — мережевий і автоматний. Зокрема, розглянуто способи пошуку оптимального плану виконання робіт в екосистемі, ідентифікації аварійних ситуацій, можливість паралельного виконання завдань.

Ключові слова: екосистема, транзитивні системи, скінченні автомати, часові автомати, мережі Петрі.

Ecosystems of software engineering / S. Kryvyi, E. Grinenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 128–143.

Abstract. A formal model of an ecosystem, focused on software engineering, is proposed. Two approaches to the analysis of properties of this model, which are called network and automata approaches, are described. In particular case, methods for searching of optimal plan for task performances in ecosystem, identification of risk situations, possibility of parallel executions of tasks are considered.

Keywords: ecosystem, transition system, timed automata, Petri Net, scheduling.

УДК 005.8:007.001:004.415:658.5

Методология построения информационной системы управления проектами на основе интеграции приложений предприятия / М.А. Тулупов // Кібернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 144–159.

Іл.: 0. Табл.: 3. Бібліогр.: 87 назв.

Аннотация. Приведен обзор взаимосвязанных бизнес- и ИТ-аспектов проблемы построения информационной системы управления проектами на основе интеграции приложений предприятия (EAI), таких как ERP и программное обеспечение по управлению проектами. Методологии построения таких систем в литературе практически отсутствуют. Предложена теоретическая методология, разработанная на основе анализа публикаций, связанных с данной проблемой, и аналогичных методологий EAI, применяемых для интеграции приложений предприятия.

Ключевые слова: информационная система управления проектами, приложение предприятия, интеграция, ERP, программное обеспечение по управлению проектами, методология EAI.

Методологія побудови інформаційної системи управління проектами на основі інтеграції корпоративних програм підприємства / М.О. Тулупов // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 144–159.

Анотація. Наведено огляд взаємопов'язаних бізнес- та ІТ-аспектів проблеми побудови інформаційної системи управління проектами на основі інтеграції корпоративних програм підприємства (EAI), а саме: ERP і програмного забезпечення з управління проектами. Методології побудови таких систем в літературі практично відсутні. Запропоновано теоретичну методологію, розроблену на основі аналізу публікацій, пов'язаних з цією проблемою, і аналогічних методологій EAI, що застосовуються для інтеграції корпоративних програм підприємства.

Ключові слова: інформаційна система управління проектами, корпоративні програми підприємств, інтеграція, ERP, програмне забезпечення з управління проектами, методологія EAI.

Methodology for constructing a project management information system based on the enterprise application integration / M.A. Tulupov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 144–159.

Abstract. A review of the interrelated business and IT aspects of constructing a project management information system based on the enterprise application integration (EAI), such as ERP and software, is performed. Methodologies for constructing PMIS in the literature are practically absent. A theoretical methodology is proposed that is developed based on the analysis of the literature related to the problem and similar EAI methodologies used for enterprise application integration.

Keywords: PMIS, enterprise applications, integration, ERP, project management software, EAI methodology.

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

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

УДК 330. 4:519. 622. 1:51-77

Информационная модель ценообразования на электронных рынках / В.С. Саженюк, Г.А. Черноус, Ю.А. Ярмоленко // Кібернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 160–171.

Лл.: 1. Табл.: 1. Бібліогр.: 25 назв.

Аннотация. Разработан подход к моделированию и прогнозированию цены рыночного блага на основе изменений информационного фактора с использованием аппарата дифференциальных уравнений первого порядка. Построена информационная модель ценообразования путем решения задачи Коши. Показано, что предложенная модель может быть полезной как для прогнозирования цен активов на фондовой и валютной бирже, так и на товарных электронных рынках. Представлен процесс подготовки данных для реализации модели.

Ключевые слова: информация, задача Коши, метод штрафа, разностная схема, информационный фактор, модель ценообразования, прогнозирование цен.

Інформаційна модель ціноутворення на електронних ринках / В.С. Саженюк, Г.О. Черноус, Ю.А. Ярмоленко // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 160–171.

Анотація. Розроблено підхід до моделювання та прогнозування ціни ринкового блага на основі змін інформаційного фактору з використанням апарату диференціальних рівнянь першого порядку. Побудовано інформаційну модель ціноутворення шляхом розв'язання задачі Коші. Показано, що запропонована модель може бути корисною як для прогнозування цін активів на фондовій та валютній біржі, так і на товарних електронних ринках. Представлено процес підготовки даних для реалізації моделі.

Ключові слова: інформація, задача Коші, метод штрафу, різницева схема, інформаційний фактор, модель ціноутворення, прогнозування цін.

Information model for pricing on electronic markets / V.S. Sazheniuk, G.O. Chornous, Yu.A. Iarmolenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 160–171.

Abstract. The research is focused on the development of an approach to modeling and forecasting a market good prices based on information changes. The process is described by first order differential equations, and the solution of a corresponding Cauchy problem made it possible to develop an information pricing model. The proposed model is shown to be useful both for predicting asset prices on the stock and currency exchanges, and on commodity electronic markets. Data preparation stage before modeling is presented too.

Keywords: information, Cauchy problem, penalization method, difference scheme, information factor, pricing model, price forecasting.

УДК 681.32

Новые подходы к анализу и интерпретации формы циклических сигналов / Л.С. Файнзилберг // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 172–184.

Лл.: 5. Табл.: 1. Библиогр.: 28 назв.

Аннотация. Предложены новые методы извлечения локализованной диагностической информации из циклических сигналов сложной формы. Показаны преимущества альтернативного метода оценки формы усредненного цикла, основанного на переходе от скалярного сигнала к его отображению на фазовой плоскости. Предложены оригинальные методы оценки динамики параметров, характеризующих форму информативных фрагментов сигнала, основанные на построении выпуклой оболочки фазового портрета перестановочной энтропии и расстоянии Левенштейна.

Ключевые слова: циклический сигнал, фазовый портрет, перестановочная энтропия, расстояние Левенштейна.

Нові підходи до аналізу та інтерпретації форми циклічних сигналів / Л.С. Файнзилберг // Кибернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 172–184.

Анотація. Запропоновано нові методи вилучення локалізованої діагностичної інформації з циклічних сигналів складної форми. Показано переваги альтернативного методу оцінювання форми усередненого циклу, який базується на переході від скалярного сигналу до його відображення на фазовій площині. Запропоновано оригінальні методи оцінювання динаміки параметрів, що характеризують форму інформативних фрагментів сигналу, основані на побудові опуклої оболонки фазового портрета перестановочної ентропії та відстані Левенштейна.

Ключові слова: циклічний сигнал, фазовий портрет, переставна ентропія, відстань Левенштейна.

New approaches to analysis and interpretation of cyclic signal's shape / L.S. Fainzilberg // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 172–184.

Abstract. New methods for extracting localized diagnostic information from cyclic signals of complex shape are proposed. The advantages of an alternative method for estimating the shape of an averaged cycle based on the transition from a scalar signal to its mapping on the phase plane are shown. Original methods for estimating the dynamics of parameters characterizing the shape of informative fragments of the signal based on the construction of the convex hull of the phase portrait of the permutation entropy and the Levenshtein distance are proposed.

Keywords: cyclic signal, phase portrait, permutation entropy, Levenshtein distance.

УДК 004.2

Использование технологии CUDA для ускорения вычислений в задачах химической кинетики / М.С. Сарсембаев, Б.А. Урмашев, Н. Младенович, В.А. Заславский // Кибернетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 185–195.

Лл.: 4. Табл.: 1. Библиогр.: 12 назв.

Аннотация. Рассмотрена задача химической кинетики, проведен расчет изменений концентраций веществ в реакциях по времени и созданию массивно-кинетического инструментария для решения задачи с использованием современных технологий распараллеливания. Описана математическая модель изменения концентраций веществ в системе с одномерным приближением и возможностью ускорения вычислений с использованием технологией CUDA. Расчет на графических процессорах NVIDIA показал, что с увеличением числа химических реакций время вычисления намного уменьшается по сравнению со временем расчета на центральных процессорах.

Ключевые слова: горение, механизмы горения, параллельное вычисление, графические процессоры, CUDA, метод Рунге–Кутты.

Використання технології CUDA для прискорення обчислень в задачах хімічної кінетики / М.С. Сарсембаєв, Б.А. Урмашев, Н. Младенович, В.А. Заславський // Кибернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 185–195.

Анотація. Розглянуто задачу хімічної кінетики, проведено розрахунок змін концентрацій речовин в реакціях за часом і створення масивно-кінетичного інструментарію для розв'язання задачі з використанням сучасних технологій розпаралелювання. Описано математичну модель зміни концентрацій речовин в системі з одновимірним наближенням і можливістю прискорення обчислень з використанням технології CUDA. Розрахунок на графічних процесорах NVIDIA показав, що зі збільшенням числа хімічних реакцій час обчислення набагато зменшується в порівнянні з часом розрахунку на центральних процесорах.

Ключові слова: горіння, механізми горіння, паралельне обчислення, графічні процесори, CUDA, метод Рунге–Кутти.

Solving the problems of chemical kinetics by using the CUDA technology / M. Sarsembayev, B. Urmashiev, N. Mladenovic, V.A. Zaslavskiy // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 185–195.

Abstract. The paper focuses on the problem of chemical kinetics, calculation of changes in the concentration of substances in the reactions over time, and creation of a mass kinetic solver to solve the problem using modern parallelization technologies. A mathematical model of variation in the concentration of substances in a system with a one-dimensional approximation and the possibility of accelerating the calculations using the CUDA technology are described. The calculation performed on NVIDIA graphic processor showed that an increase in the number of responses much reduces the computing time as compared with the computing time on the central processors.

Keywords: combustion, combustion mechanisms, parallel computation, graphic processors, CUDA, Runge–Kutta method.

УДК 004.4

Методы моделирования и верификации для проектирования приложений в гетерогенных архитектурах / С.Д. Погорельий, М.С. Слинько // Кибнетика и системный анализ. 2020. Том 56, № 4. С. 196–202.

Лл.: 4. Табл.: 0. Бібліогр.: 9 назв.

Аннотация. Предложена методология проектирования приложений для систем с массовым параллелизмом на примере GPGPU-систем, ориентированная на алгоритмический этап проектирования. Рассмотрены две фазы проектирования: создание формальной спецификации и ее исследование и верификация. Для первого этапа предложено использование математических аппаратов системы алгоритмических алгебр/модифицированной системы алгоритмических алгебр и транзитивных систем. Для второго этапа проанализировано использование сетевых и автоматных моделей и приведены преимущества каждой из них. В частности, проведено исследование модели вычислений в архитектуре NVIDIA CUDA при помощи сетей Петри, а также формул линейно-темпоральной логики и автоматных моделей.

Ключевые слова: транзитивные системы, системы алгоритмических алгебр, GPGPU-системы, сети Петри.

Методи моделювання і верифікації для проєктування застосунків у гетерогенних архітектурах / С.Д. Погорілий, М.С. Слинько // Кібернетика та системний аналіз. 2020. Том 56, № 4. С. 196–202.

Анотація. Запропоновано методологію проєктування застосунків для систем із масовим паралелізмом на прикладі GPGPU-систем, орієнтовану на алгоритмічний етап проєктування. Розглянуто два етапи проєктування: створення формальної специфікації та її дослідження і верифікація. Для першого етапу запропоновано використання математичних апаратів системи алгоритмічних алгебр/модифікованої системи алгоритмічних алгебр та транзитивних систем. Для другого етапу проаналізовано використання мережкових та автоматних моделей і наведено переваги кожної моделі. Зокрема, проведено дослідження моделі обчислень в архітектурі NVIDIA CUDA за допомогою мереж Петрі, а також формул лінійно-темпоральної логіки та автоматної моделі.

Ключові слова: транзитивні системи, системи алгоритмічних алгебр, GPGPU-системи, мережі Петрі.

Modeling and verification methods for application design in heterogeneous architectures / S. Pogorilyy, M. Slyanko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2020. Vol. 56, N 4. P. 196–202.

Abstract. An application design methodology for massively parallelized systems (GPGPU systems) focused on the algorithmic design phase is proposed. Two design sub-steps are considered: creation of the formal specification of the system; and its research and verification. The use of mathematical apparatuses SAA/SAA-M as well as transition systems is proposed for the first step. Advantages and specifics of using network and automaton models for the second step are given. NVIDIA CUDA architecture computation model analysis is proposed using Petri nets (network model) and using linear-temporal logic formulas and Buchi automaton (automaton model).

Keywords: transition systems, systems of algorithmic algebras, GPGPU-systems, Petri nets.