

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ І  
МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

THEORETICAL AND APPLIED PROBLEMS AND  
METHODS OF SYSTEM ANALYSIS

УДК 519.711.3

**Стратегія інноваційного розвитку регіону на основі синтезу методологій передбачення і когнітивного моделювання / Згуровський М.З., Панкратов В.А. // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 7–17.**

Запропоновано стратегію та її реалізацію інноваційного розвитку регіону на основі синтезу методологій передбачення і когнітивного моделювання. Залучення на першому етапі реалізації стратегії методології передбачення дозволяє за допомогою експертного оцінювання виявити критичні технології і побудувати альтернативи сценаріїв із кількісними значеннями характеристик. Отримані характеристики є вихідними даними для початкової ітерації когнітивного моделювання. Використання когнітивних графових моделей дозволяє побудувати обґрунтований сценарій, що робить їх практично незамінним інструментом у аналітичній підтримці стратегічного планування розвитку на рівні компанії, мегаполісу, регіону. Запропонована стратегія відкриває унікальну можливість у межах єдиного програмно-аналітичного комплексу вирішувати завдання стратегічного планування та оперативного реагування. Наведено приклад побудови сценарію на рівні інноваційного розвитку регіону. Рис.: 2. Бібліогр.: 7 назв.

UDC 519.711.3

**The strategy of innovative development of the region on the basis of synthesis of foresight methodologies and cognitive modeling / Zgurovsky M.Z., Pankratov V.A. // System Research and Information Technologies. — 2014. — № 2. — P. 7–17.**

A strategy and implementation of innovative development of the region on the basis of synthesis of foresight methodologies and cognitive modeling are proposed. Involvement at the first stage of the strategy of foresight methodology allows with the help of expert evaluation to identify the critical technologies and build alternative scenarios with quantitative characteristics values. The obtained characteristics are the source data for the initial iteration of cognitive modeling. The use of cognitive graph models allows to create a reasonable scenario that makes them almost indispensable tool in the analytical support for strategic planning and development at the company, metropolis, and region level. The proposed strategy proposes a unique opportunity in the framework of the common program-analytical complex to solve problems of strategic planning and rapid response. The example of scenario creating of innovation development region is given. Figs.: 2. Refs.: 7 titles.

ПРОГРЕСИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ,  
ВИСОКОПРОДУКТИВНІ КОМП'ЮТЕРНІ  
СИСТЕМИ

PROGRESSIVE INFORMATION TECHNOLOGIES,  
HIGH-EFFICIENCY COMPUTER SYSTEMS

УДК 004.94(045)

**Автоматизированная система управления транспортными перевозками / Забара С.С., Дехтярук М.Т. // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 18–28.**

Разработана автоматизированная система оптимизации грузовых перевозок на транспортной сети, которая реализована в виде программного компьютерного комплекса с применением среды визуального проектирования Borland C++ Builder. Программный комплекс состоит из главной формы, из которой загружаются две подпрограммы. Используя подпрограмму «Оптимизация маршрутизации перевозок» проведен поиск оптимальных маршрутов при транспортных перевозках грузов на заданной транспортной сети по разным схемам (от одной вершины (поставщика) ко всем остальным вершинам (потребителям), поочередно от каждой вершины ко всем остальным вершинам, от двух (или нескольких) заданных вершин ко всем остальным вершинам). С помощью подпрограммы «Оптимизация транспортных перевозок грузов» выполняется оптимизация перевозок грузов между пунктами снабжения и пунктами потребления, с учетом ограничений на объемы грузов в пунктах отправления и назначения. Рис.: 4. Табл.: 1. Библиогр.: 16 назв.

UDC 004.94(045)

**The automated control system of freight traffic / Zabara S.S., Dekhtyaruk M.T.** // System Research and Information Technologies. — 2014. — № 2. — P. 18–28.

The automated system of optimization of freight traffic on a transport network is developed which is implemented in the form of the software system using the Borland C++ Builder visual design environment. The software system consists of the main form from which two subroutines are loaded. Using the subroutine “Optimization of routing of transportations” the optimum routes for transporting the cargo are searched on the given transport network using different schemes (from one vertex (the supplier) to all other vertices (the consumers), successively from each vertex to all other vertices, from two (or several) specified vertices to all other vertices). The subroutine “Optimization of transport transportations of cargoes” performs the optimization of transportations of cargoes between the points of supply and consumption, taking into account restrictions on volumes of cargoes in departure and destination points. Figs.: 4. Tabl.: 1. Refs.: 16 titles.

---

УДК 519.004.942

**Емпіричні дослідження теорії виробничої функції за даними стосовно виробництва сплавів в Україні / Мацуки Й., Бідюк П., Козирев В.** // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 29–39.

Проаналізовано математичну форму виробничої функції, яка є концепцією мікроекономічної теорії, з використанням фактичних даних, отриманих від підприємства в Дніпропетровській області України, яке виробляє сплави з декількох вхідних матеріалів. Лінійну форму виробничої функції було обрано в якості моделі, яка включає змінні, що представляють потоки вхідних матеріалів разом із своїми ваговими коефіцієнтами. Для розв’язання оптимізаційної задачі потім було застосовано метод множників Лагранжа для трансформації цієї моделі з метою визначення умови для максимізації об’єму вихідної продукції при обмеженні на видатки. Отримані умови представляють математичні співвідношення між ціною та об’ємом вхідних матеріалів, у тому числі невідомих вагових коефіцієнтів. Для того, щоб отримати значення вагових коефіцієнтів, виконано статистичний аналіз наявних фактичних даних. Отриманий результат свідчить про статистичну значущість моделі, а тому можна зробити висновок, що обрана лінійна функція може бути виробничою функцією. Рис.: 6. Табл.: 6. Бібліогр.: 1 назв.

UDC 519.004.942

**Эмпирические исследования теории производственной функции с данным производством сплавов в Украине / Мацуки Й., Бидюк П., Козырев В.** // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — P. 29–39.

Проанализирована математическая форма производственной функции, которая является концепцией микроэкономической теории, с использованием фактических данных от предприятия в Днепропетровской области Украины, которые производят сплавы из нескольких входящих материалов. Линейная форма производственной функции была выбрана в качестве модели, состоящей из переменных, представляющих входящие материалы вместе со своими весовыми коэффициентами. Для решения оптимизационной задачи затем был применен метод множителей Лагранжа для трансформации этой модели с целью определения условий для максимизации объема выходной продукции при ограничениях на ресурсы. Полученные условия представляют математические соотношения между ценой и количеством входящих материалов, в том числе неизвестных весовых факторов. Для того, чтобы получить значения весовых коэффициентов, выполнен статистический анализ имеющихся фактических данных. Полученный результат свидетельствует о статистической значимости модели, поэтому можно сделать вывод, что выбранная линейная функция может быть производственной функцией. Рис.: 6. Табл.: 6. Библиогр.: 1 назв.

---

УДК 681.3.06

**Стан і перспективи розвитку Українського національного грид. Аналіз і логіка можливого розвитку / Свістунов С.Я., Шевченко А.Ю.** // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 40–52.

Розглянуто стан, проблеми і перспективи розвитку Українського національного грид. В якості методології опису і надання грид-сервісів споживачам було використано бібліотеку

ITILv.3, яка надає кращі практики організації роботи компаній, що надають послуги у галузі інформаційних технологій. Методологію оцінки рівня зрілості, яку розроблено в проєкті FP7-gSLM, для української грид-інфраструктури було доповнено методикою оцінки рівнів зрілості управління грид-програмою, комунікаціями та інформацією. Це дало можливість кількісно оцінити стан розвитку Українського національного грид, визначити проблемні ділянки й обґрунтувати необхідність першочергових подальших дій, до яких відносяться: розвиток комунікацій між ресурсними центрами і органами координації, створення мінімально гарантованого рівня доступу до ресурсів для віртуальних організацій і розвиток механізмів інтеграції в Європейські дослідницькі спільноти. Показано, що в нинішніх економічних умовах необхідно сконцентрувати зусилля (і фінансові у тому числі) на підтримку і розвиток ресурсних центрів, які інтегровано в Європейську грид-інфраструктуру і здатні забезпечити функціонування національної грид-інфраструктури з наданням мінімально гарантованого рівня грид-сервісів користувачам. Цей варіант розвитку грид-інфраструктури відповідає, на думку авторів, сучасним тенденціям розвитку цифрової науки та дозволить забезпечити вирівнювання рівнів зрілості з національними грид-інфраструктурами інших країн Європи. Табл.: 4. Бібліогр.: 21 назва.

UDC 681.3.06

**Status and prospects of development of the Ukrainian national grid. Analysis and logic of possible development / Svistunov S.J., Shevchenko A.Y.** // System Research and Information Technologies. — 2014. — № 2. — P. 40–52.

In this article, the status, problems, and prospects of development of the Ukrainian National Grid (UNG) are considered. As the methodology for describing and providing the grid-services to consumers, the ITILv.3 library was used to describe the best practices for organizing the work of companies which provide services in the field of information technologies. The methodology for assessing the level of the maturity, that was developed in the FP7-gSLM project, for Ukrainian grid-infrastructure was augmented with the technique of an assessment of levels of maturity of management of the grid-program, the level of communications, and the information. It allowed us to estimate quantitatively the state of development of UNG, to determine the areas with the problems, and to prove the necessity of urgent further actions. These actions include the following: developing the communications between the resource centers and coordination bodies, creating the minimum guaranteed level of access to resources for the virtual organizations, and developing the mechanisms of integration into the European research communities. It is shown that under the current economic conditions, it is necessary to concentrate efforts (including financial efforts) on support and development of the resource centers which are integrated to European grid-infrastructure and are capable to provide the functioning of the national grid-infrastructures while providing the minimum guaranteed level of grid-services to users. According to the authors, this version of the grid-infrastructure development is consistent with the current trends of development of the digital science and will allow to equalize the maturity levels with national grid-infrastructures of other European countries. Tabl.: 4. Refs: 21 titles.

---

УДК 518.58

**Адаптация колебательных систем в сетях — подход обучения сигнала / Хулио Родригес** // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 53–67.

Рассмотрена сеть связанных периодических устойчивых сигналов (PSS) взаимодействующих через градиент потенциала связи. Каждый PSS имеет свой собственный набор параметров  $\Omega_k$ , характеризующий временную шкалу сигнала и его форму  $\Omega_k$  могут менять их значения (то есть, адаптироваться) путем введения в них адаптивных механизмов. Вместе с взаимодействиями переменных состояния, адаптивные механизмы приводят все PSS к согласованному колебательному состоянию, где они все имеют общее, постоянное множество параметров  $\Omega_c$ . Будучи достигнутым, согласованное колебательное состояние остается инвариантным к взаимодействиям. Это означает, что если взаимодействия убирают, то все PSS продолжают выдавать согласованный сигнал. Эта ситуация отличается от классических проблем синхронизации, где общие динамические характеристики достигаются и поддерживаются благодаря взаимодействиям. Таким образом, если взаимодействия убирают, все PSS сходятся обратно к их индивидуальному поведению. Результат значения  $\Omega_c$  вычисляется аналитически. Он не зависит от топологии сети. Однако условия сходимости все же зависят от связности сети и от сопряженного потенциала. Рис.: 5. Библиогр.: 10 назв.

УДК 518.58

**Адаптація коливальних систем у мережах — підхід навчання сигналу / Хуліо Родрігес // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 53–67.**

Розглянуто мережу зв'язаних періодичних стійких сигналів (PSS) взаємодіючих через градієнт потенціалу зв'язку. Кожен PSS має свій власний набір параметрів  $\Omega_k$ , що характеризує часову шкалу сигналу і його форму.  $\Omega_k$  можуть змінювати їх значення (тобто, адаптуватися) шляхом введення в них адаптивних механізмів. Разом з взаємодіями змінних стану, адаптивні механізми приводять усі PSS до узгодженого коливального стану, де вони всі мають спільну, постійну множину параметрів  $\Omega_c$ . Будучи досягнутим, узгоджений коливальний стан залишається інваріантним до взаємодій. Це означає, що якщо взаємодії прибирають, то усі PSS продовжують видавати узгоджений сигнал. Ця ситуація відрізняється від класичних проблем синхронізації, де загальні динамічні характеристики досягаються і підтримуються завдяки взаємодіям. Таким чином, якщо взаємодії прибирають, усі PSS сходяться назад до їх індивідуальної поведінки. Результат значення  $\Omega_c$  обчислюється аналітично. Він не залежить від топології мережі. Однак умови збіжності все ж залежать від зв'язності мережі і від сполученого потенціалу. Рис.: 5. Бібліогр.: 10 назв.

---

УДК 51-71

**Застосування алгоритмів згладжування для попередньої обробки статистичних сонячних даних / Кіян М.А., Фабричева О.В., Подладчиков В.М. // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 68–76.**

Досліджено похибки методу ковзного середнього та визначено умови, за яких застосування методу ковзного середнього при аналізі сонячної активності спотворює значущі особливості цього процесу. Показано, за апроксимації коливань сонячного циклу, період яких суттєво більше 13 місяців, на основі моделі 13-місячної ковзної середньої виникає лише незначна методична помилка. Величини таких коливань дещо зменшуються, проте процес у цілому не спотворюється. Однак коливання з періодом у межах від 6 до 12 місяців 13-місячна ковзна середня обертає, тобто опуклу «хвилю» змінює на увігнуту і навпаки. У граничних точках, коли період коливань дорівнює 6 або 12 місяців, 13-місячне середнє призводить до повної втрати цих коливань, тобто зменшує їх величину до нуля. Це має принципове значення для досліджень короткостроковій (місяці) мінливості сонячної активності. Рис.: 5. Бібліогр.: 9 назв.

UDC 51-71

**Smoothing algorithms for statistical solar data preprocessing / Kiyan M.A., Fabriceva O.V., Podladchikov V.M. // System Research and Information Technologies. — 2014. — № 2. — P. 68–76.**

Errors of the moving average and the conditions under which the use of the moving average method in the analysis of solar activity distorts the important features of this process was investigated. It was shown that in the approximation of solar cycle oscillations with the period significantly greater than 13 months on the basis of 13-month moving average there is only a small systematic error. Magnitude of these oscillations decrease somewhat, but the whole process is not distorted. However, oscillations with a period in the range from 6 to 12 months are inverted by 13-month moving average, i.e. convex “wave” is replaced with a concave one and vice versa. At the boundary points, when the oscillation period is 6 or 12 months, a 13-month average leads to a complete loss of these oscillations, i.e. reduces their value to zero. This is of fundamental importance for the study of the short-term (months) variability of the solar activity. Figs: 5. Refs: 9 titles.

---

ПРОБЛЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ  
І УПРАВЛІННЯ В ЕКОНОМІЧНИХ, ТЕХНІЧНИХ,  
ЕКОЛОГІЧНИХ І СОЦІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

DECISION MAKING AND CONTROL IN  
ECONOMIC, TECHNICAL, ECOLOGICAL AND  
SOCIAL SYSTEMS

УДК 518.52

**Один аспект взаимодействия системы с окружением / Повешенко Г.П. // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 77–85.**

Наличие ресурсов — основа существования любых систем любой природы. Ограниченность ресурсов к существованию, что имеет место почти всегда и везде, является одной из

основных проблем функционирования открытых систем. При ограниченных ресурсах упорядочивание в системе достигается за счет роста неупорядоченности в окружении и наоборот. Любая система существует в определенных границах, в диапазоне реального существования. На основе модели Лотки–Вольтеры показано влияние окружения на поведение системы. Ограничение ресурсов, которые поступают из окружения, и их замена собственными ресурсами уменьшают степень открытости системы и меняют колебательный режим функционирования на аperiodический, то есть приводят к упрощению организации системы с последующей ее дезинтеграцией. Рис.: 5. Библиогр.: 6 назв.

UDC 518.52

**One aspect of the interaction of the system with its surroundings / Poveshchenko G.P.** // System Research and Information Technologies. — 2014. — № 2. — P. 75–85.

The availability of resources is the basis of the existence of any system of any type. Limited resources, being the case almost always and everywhere, is one of the main problems of functioning open systems. In the system with limited resources, ordering is achieved through growth of disordering in surroundings and vice versa. Any system exists within defined boundaries, in the range of real existence. Based on the Lotka–Voltaire model, the influence of the environment on the system behavior was shown. Limitation of resources that come from the environment, and their replacement with their own resources reduces the degree of openness of the system and changes the oscillatory mode of operation to aperiodic, i.e. leads to a simplification of the organization of a system that is followed by its disintegration. Figs: 5. Refs: 6 titles.

УДК 519.816:330.42

**Невизначеність та відсутність арбітражної можливості / Іваненко Я.В., Пасічніченко І.О.** // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 86–94.

Запропоновано нову класифікацію ситуацій прийняття рішень, в основі якої знаходиться поняття невизначеності в матричній схемі ситуації. Такий підхід до класифікації ситуацій прийняття рішень відрізняється від відомого, згідно з яким розрізняють ситуації з ризиком та невизначеністю в залежності від наявності розподілу ймовірностей на множині значень невідомого параметра. Встановлено необхідні й достатні умови існування невизначеності в матричній схемі. Запропоновану класифікацію застосовано в аналізі фінансових ринків. Показано, що відсутність арбітражної можливості на фінансовому ринку в моделі Ерроу–Дебре з безризиковим активом є частковим випадком існування невизначеності в матричній схемі ситуації прийняття рішень. Цей результат дає можливість розглядати теорію безарбітражного оцінювання фінансових інструментів як галузь загальної теорії рішень. Библиогр.: 17 назв.

UDC 519.816:330.42

**Uncertainty and absence of arbitrage opportunity / Ivanenko Ya.V., Pasichnichenko I.O.** // System Research and Information Technologies. — 2014. — № 2. — P. 86–94.

A new classification of the decision-making situations is proposed. It is based on the notion of uncertainty in matrix scheme of the situation. Such an approach to the classification of the decision-making situations differs from known approach, according to which the situations with risk and uncertainty are distinguished depending on the presence of probability distribution on the values of an unknown parameter. The necessary and sufficient conditions for existence of uncertainty in matrix scheme are established. The proposed notion of uncertainty is applied to the analysis of the financial markets. It is shown that the absence of an arbitrage opportunity on the financial market in the Arrow–Debreu model with a riskless asset is a particular case of the existence of uncertainty in the decision-making situation. This result gives an opportunity to view the no–arbitrage pricing theory for financial instruments as a branch of the general decision theory. Refs: 17 titles.

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ, ОПТИМАЛЬНЕ  
УПРАВЛІННЯ І ТЕОРІЯ ІГОР

METHODS OF OPTIMIZATION, OPTIMUM  
CONTROL AND THEORY OF GAMES

УДК 517.977.5:631.67

**Методи оперативного керування вологозабезпеченням в іригаційних системах з прогно-зуючою моделлю / Поливода О.В., Рудакова Г.В.** // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 95–101.

Розроблено методи оптимізації оперативного керування вологозабезпеченням в іригаційній системі в умовах невизначеності за рахунок використання адаптивної системи керування з прогнозуючою моделлю, яка вирішує поточні завдання диспетчерського управління: спостереження, формування прогнозу стану вологості ґрунту, пошук та реалізацію оптимального керування з розподілом за інтервалами часу. Застосування безперервної моделі територіально розподіленого об'єкта дозволяє прогнозувати динаміку вологості ґрунту на рівні розташування кореневої системи по всій площині зрошуваної території з урахуванням її гідрологічних характеристик, виду рослин, що культивуються, рівня ґрунтових вод, об'ємів води, які поступають на поля від поливних систем, або у вигляді випадкових опадів. Застосування розроблених методів в інтегрованих автоматизованих системах управління вологозабезпеченням обумовлює гарантовану підтримку оптимальних умов вирощування культур, а також економне використання водних та енергетичних ресурсів. Рис.: 4. Бібліогр.: 7 назв.

UDC 517.977.5:631.67

**Methods of operational control of water provision in irrigation systems with predictive model / Polivoda O.V., Rudakova G.V.** // *System Research and Information Technologies*. — 2014. — № 2. — P. 95–101.

Optimization methods of operational control of water supply in the irrigation system under the conditions of uncertainty were developed by using an adaptive control system with a predictive model which solves the real time supervision control problems: observation, predicting the state of soil moisture, and search and realization of optimal control disaggregated by time intervals. Using the continuous model of a spatially distributed object allows to predict the dynamics of soil moisture in the root zone over the entire irrigated area, depending on its hydrological characteristics, the type of cultivated plants, the groundwater level, the volume of water coming to the field of irrigation systems, or in the form of random precipitations. An application of the developed methods in integrated automated control systems of moisture determines the guaranteed support of optimum conditions for growing plants, and economical use of water and energy resources. Figs: 4. Refs: 7 titles.

**НОВІ МЕТОДИ В СИСТЕМНОМУ АНАЛІЗІ,  
ІНФОРМАТИЦІ ТА ТЕОРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

**NEW METHODS IN SYSTEM ANALYSIS, COMPUTER  
SCIENCE AND THEORY OF DECISION MAKING**

УДК 004.932.751

**Использование матричных векторов признаков в задаче распознавания тактильного языка жестов / Голик А.А., Донченко В.С.** // *Системні дослідження та інформаційні технології*. — 2014. — № 2. — С. 102–114.

Представлен подход к решению задачи распознавания тактильного языка жестов. В полном объеме реализованы все основные этапы распознавания: поиск и выделение на изображении контура ладони, поиск выпуклой оболочки и «дефектов» для этого контура, построение векторов признаков и, собственно, распознавание жеста. В реализации этапа стандартизации предложены и реализованы разные варианты решения, в частности, с использованием форматов преобразований изображений. По части формирования векторов признаков предложен и реализован подход по формированию и использованию «матричного вектора признаков» для стандартизованного изображения контура ладони. Представлено развитие математического аппарата оперирования с матрицами в евклидовом пространстве матриц фиксированной размерности. Такое использование матриц в качестве векторов признаков является важным, ведь во многих прикладных задачах матрицы выступают в роли природных представителей объектов, которые поддаются анализу. Предложены разные варианты соответствия для «матричных векторов» признаков, в частности, эллипсоидальное и ортогональное. Рис.: 7. Библиогр.: 3 назв.

UDC 004.932.751

**Usage of matrix feature vectors in recognition of tactile sign language / Golik A.O., Donchenko V.S.** // *System Research and Information Technologies*. — 2014. — № 2. — P. 102–114.

The paper provides an approach to recognition of a tactile sign language. All main stages of recognition are fully implemented: search and separation of hand contour on an image, drawing of a convex hull and “defects” for the contour, designing the feature vectors, and, finally, the gesture recognition. Different variants of the solution are suggested and implemented on the standardization stage, in particular, using the formats of image conversions. An approach of designing and usage of “matrix feature vectors” for a standardized image of hand contour is provided. The mathematical

apparatus is presented for operating with matrices in a Euclidean space of matrices with a fixed dimension. Such usage of matrices as feature vectors is important because, in many problems, matrices are natural representatives of objects that are being analyzed. The paper provides different variants of compliance distances for “matrix feature vectors”, namely ellipsoidal and orthogonal distances. Figs: 7. Refs: 3 titles.

УДК 519.21

**Классификация функциональных данных с помощью сплайнов со свободными узлами / Коршунова И.А.** // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 115–124.

Во многих прикладных задачах, которые были получены на основе измерений определенного процесса концептуально можно рассматривать как функции непрерывного аргумента. Анализ таких данных, которые принято называть «функциональными», значительно усложняется по сравнению с анализом обычных многомерных данных. Функциональные данные при помощи отображения в векторы свободных узлов аппроксимирующих сплайнов практически без потери информации можно привести к виду, удобного для традиционных статистических алгоритмов. Нахождение свободных узлов является сложной задачей оптимизации, для решения которой в данной работе представлен новый эвристический метод. Не менее важным этапом есть выбор количества параметров аппроксимационной модели, для чего был разработан подход на основе многокритериальной оптимизации по времени вычисления узлов и точности аппроксимации. Применение сплайнов для классификации функциональных данных было продемонстрировано на задаче диагностики артрита по форме костей. Рис.: 7. Табл.: 3. Библиогр.: 11 назв.

UDC 519.21

**Classification of functional data with free knots splines / Korschunova I.A.** // System Research and Information Technologies. — 2014. — № 2. — P. 115–124.

Data, obtained through measurements of some process, in many problems, can be treated as functions of a continuous argument. An analysis of such “functional” data is much more complicated than multivariate data analysis. Functional data can be reflected into an appropriate form for traditional statistical algorithms with the help of free -knot splines, which causes almost no loss of information. Finding the free knots of spline is a complex optimization problem, so this paper presents a new heuristic method in order to solve it. An equally important step is to select the parameters of the approximation model. To deal with it, we developed a new approach, which is based on multi-objective optimization of computation time and the accuracy of approximation. The use of splines for classification of functional data was demonstrated on the problem of diagnosis of arthritis based on the bone shapes. Figs: 7. Tabl.: 3 Refs: 11 titles.

УДК 519.6

**Послідовності функцій та ряди Тейлора з нечітким аргументом / Спекторський І.Я.** // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. — № 2. — С. 125–140.

Основним об'єктом розгляду є функціональні послідовності  $f_n(A)$  з нечітким числом  $A$  в якості аргумента; припускається збіжність  $\lim_{n \rightarrow \infty} f_n(x) = f(x)$  та  $\lim_{n \rightarrow \infty} f'_n(x) = f'(x)$  рівномірно на кожному інтервалі всередині  $\text{supp } A$ . Також припускається, що рівняння  $f(x) = y$  відносно  $x$  має скінчену кількість розв'язків для кожного  $y$  на кожному інтервалі всередині  $\text{supp } A$ . Запропоновано достатні умови збіжності  $f_n(A)$  в сенсі поточної збіжності послідовності функцій належності  $\mu_{f_n(A)}(y)$ : доведено збіжність  $\lim_{n \rightarrow \infty} \mu_{f_n(A)}(y) = \mu_{f(A)}(y)$  в точках  $y \in \mathbb{R}$ , окрім таких  $y = f(x)$ , що  $x$  — точка розриву  $\mu_A(x)$ , або  $f'(x) = 0$ . Як частковий випадок послідовності  $f_n(A)$ , розглянуто узагальнення конструкції ряду Тейлора  $f(x) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{f^{(i)}(x_0)}{i!} (x - x_0)^i$  для аналітичної функції  $f(x)$  на випадок нечіткого аргументу  $x = A$ . Збіжність ряду розглядається в сенсі поточної збіжності

послідовності функцій належності часткових сумм  $\mu_{S_n(A)}(y)$ , де  $S_n(x) = \sum_{i=0}^n \frac{f^{(i)}(x_0)}{i!} (x-x_0)^i$ .

Рис.: 7. Табл.: 1. Бібліогр.: 7 назв.

UDC 519.6

**The function sequences and Taylor series with a fuzzy argument / Spektorsky I.Ya.** // System Research and Information Technologies. — 2014. — № 2. — P. 125–140.

The main consideration subject is functional sequences  $f_n(A)$  with fuzzy number  $A$  for an argument. It is supposed that  $\lim_{n \rightarrow \infty} f_n(x) = f(x)$  and  $\lim_{n \rightarrow \infty} f'_n(x) = f'(x)$ , and these convergences are uniform on each interval within  $\text{supp } A$ . It is also supposed that the equation  $f(x) = y$  with respect to  $x$  has finite number of solutions for each  $y$  on each interval within  $\text{supp } A$ . The paper proposes sufficient conditions for  $f_n(A)$  to converge in the sense that the sequence of membership functions  $\mu_{f_n(A)}(y)$ : converges point-wise. It is proved that  $\lim_{n \rightarrow \infty} \mu_{f_n(A)}(y) = \mu_{f(A)}(y)$  for all  $y \in \mathbb{R}$ , except such  $y = f(x)$ , that  $x$  is a discontinuity point of  $\mu_A(x)$ , or  $f'(x) = 0$ . As a particular case of sequence  $f_n(A)$ , the generalization of Taylor series  $f(x) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{f^{(i)}(x_0)}{i!} (x-x_0)^i$  is considered for real analytical function  $f(x)$  for the case of fuzzy argument  $x = A$ . Convergence of the series is considered in the sense of point-wise convergence of the partial sum  $\mu_{S_n(A)}(y)$ , where  $S_n(x) = \sum_{i=0}^n \frac{f^{(i)}(x_0)}{i!} (x-x_0)^i$ . Figs: 7. Tabl.: 1. Refs: 7 titles.

---