

Міністерство освіти і науки України
Черкаський державний технологічний університет
Навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного аналізу»
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Інститут цифровізації освіти НАПН України
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем
НАН і МОН України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Національний університет «Одеська політехніка»
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
Українська інженерно-педагогічна академія
Берлінський технічний університет (Німеччина)
Люблінська політехніка (Польща)
Норвезький університет науки і технологій (Норвегія)
Відкритий університет (Португалія)
Талліннський університет (Естонія)
Університет Анадолу (Туреччина)
Шкодерський університет імені Луїджі Гуракучі (Албанія)
Астана ІТ Університет (Казахстан)

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

VII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2024)

23-24 травня 2024 року

Черкаси 2024



Тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2024), (Черкаси, 23-24 травня 2024 р.) [Електронний ресурс]. Черкаси : ЧДТУ, 2024. 350 с.

Матеріали конференції висвітлюють основні напрями розвитку інформаційних технологій і систем та їх використання в освіті, науці, техніці, економіці, управлінні, медицині.

У матеріалах розглядаються питання, пов'язані з комп'ютерним моделюванням фізичних, хімічних і економічних процесів, інформаційною безпекою та застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій у техніці, наукових дослідженнях і управлінні складними системами, з використанням інформаційно-комунікаційних технологій в освіті, зі створенням, впровадженням і використанням науково-освітніх ресурсів у закладах освіти різного рівня, а також з проблемами підготовки ІТ-фахівців.

Для наукових і педагогічних працівників, аспірантів і студентів закладів вищої освіти.

Редакційна колегія:

Фауре Е. В., доктор технічних наук, професор (*голова*)
Базіло К. В., доктор технічних наук, професор
Бондаренко М. О., доктор технічних наук, професор
Гальченко В. Я., доктор технічних наук, професор
Данченко О. Б., доктор технічних наук, професор
Первунінський С. М., доктор технічних наук, професор
Семеріков С. О., доктор педагогічних наук, професор
Соловійов В. М., доктор фізико-математичних наук, професор
Тесля Ю. М., доктор технічних наук, професор
Триус Ю. В., доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук, професор
(*відповідальний редактор*)
Федоров Є. Є., доктор технічних наук, професор
Заспа Г.О., доцент, кандидат технічних наук

Публікується згідно з рішенням Вченої ради Черкаського державного технологічного університету від 20.05.2024 р., протокол № 9.

Редакційна колегія вважає за потрібне повідомити, що не всі положення і висновки окремих авторів є безперечними. Разом з тим, редакційна колегія вважає за можливе їх публікацію з метою обговорення.

Інформаційні партнери конференції: Рада молодих вчених НАН України, Черкаський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України.

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Cherkasy State Technological University (Ukraine)
Educational and Research Institute for Applied System Analysis of the National Technical
University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" (Ukraine)
Institute for Digitalisation of Education of NAPS of Ukraine
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems
under NAS and MES of Ukraine
Kharkiv National University of Radio Electronics (Ukraine)
Odesa Polytechnic National University
Ukrainian State University named after Mykhailo Drahomanov (Ukraine)
Bogdan Khmelnitsky Melitopol State Pedagogical University (Ukraine)
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University (Ukraine)
Ukrainian Engineering Pedagogics Academy (Ukraine)
Technische Universität Berlin (Germany)
Lublin University of Technology (Poland)
Norwegian University of Science and Technology (Norway)
Universidade Aberta (Portugal)
Tallinn University (Estonia)
Anadolu University (Türkiye)
Luigj Gurakuqi University of Shkodër (Albania)
Astana IT University (Kazakhstan)**

CONFERENCE PROCEEDINGS

**of the VII International Scientific-Practical Conference
"Information Technologies in Education,
Science and Technology"
(ITEST-2024)**

May 23-24, 2024

Cherkasy 2024



Conference proceedings of the VII International Scientific-Practical Conference "Information Technologies in Education, Science and Technology" (ITEST-2024), (Cherkasy, May 23-24, 2024). Cherkasy: ChSTU, 2024. 350 p.

The proceedings include papers on the main directions in development of information technologies and systems and their use in education, science, technology, economics, management and medicine.

The materials consider issues related to computer modeling of physical, chemical and economic processes, information security, and the use of information and communication technologies in technology, research and complex systems control, information and communication technologies in education, creation, implementation, research and educational resources at educational institutions of different level, as well as the issues of teaching IT students at higher education institutions.

For researchers, teachers, graduate students and university students.

Editorial board:

Prof., Dr. *E. Faure* (head)
Prof., Dr. *C. Bazilo*
Prof., Dr. *M. Bondarenko*
Prof., Dr. *O. Danchenko*
Prof., Dr. *V. Halchenko*
Prof., Dr. *S. Pervuninsky*
Prof., Dr. *S. Semerikov*
Prof., Dr. *V. Solovyev*
Prof., Dr. *Y. Tesla*
Prof., Dr. *Y. Tryus* (editor)
Prof., Dr. *Ye. Fedorov*
Docent, PhD. *H. Zaspa*

Published according to the Cherkasy State Technological University Board resolution dated May 20, 2024, protocol No. 9.

The Editorial board informs that not all statements and conclusions of some authors are unquestionable. But the Editorial board considers them acceptable for publication for discussion purpose.

Information partners of the conference: Council of Young Scientists of the National Academy of Sciences of Ukraine, Cherkasy Scientific-Research Expert Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine.

КОРОТКИЙ ЗМІСТ

A. Теоретичні та практичні аспекти створення сучасних інформаційно-комунікаційних систем.....	6
B. Інформаційні технології моделювання складних систем.....	23
C. Інформаційні технології в техніці та робототехніці.....	50
D. Інформаційно-комунікаційні технології в управлінні.....	90
E. Інформаційні технології у сфері інтелектуальних обчислень.....	126
F. Інформаційно-комунікаційні системи та мережі.....	157
G. Безпека інформаційних технологій.....	165
H. Інформаційно-комунікаційні технології в наукових дослідженнях.....	188
I. Комп'ютерне моделювання та інформаційні системи в економіці.....	201
J. Комп'ютерне моделювання фізичних і хімічних процесів.....	219
K. Інформаційні системи в медицині.....	251
L. Інформаційно-комунікаційні технології у вищій освіті.....	260
M. Проблеми підготовки IT-фахівців у ЗВО.....	332
Зміст	342

BRIEF CONTENTS

A. Theoretical and practical aspects for creating modern information and communication systems.....	6
B. Information technology in modeling complex systems.....	23
C. Information technology in engineering and robotics.....	50
D. Information and communication technology in management.....	90
E. Information technology in intelligent computing.....	126
F. Information and communication systems and networks.....	157
G. Information security.....	165
H. Information and communication technology in research.....	188
I. Computer modeling and information systems in economics.....	201
J. Computer modeling in physical and chemical processes.....	219
K. Information systems in medicine.....	251
L. Information and communication technology in higher education.....	260
M. Training IT Experts in universities.....	332
Contents	342

кандидата їхній алгоритм шукає в цій базі даних семантично схожі збіги. Однак зберігання розмов користувача з LLM викликає серйозні питання з конфіденційністю.

6. За участю людини. Цікавим виглядає метод поєднання детекції за допомогою автоматичного інструменту (наприклад GLTR) з подальшим аналізом людиною для підвищення точності та забезпечення контролю. Варто враховувати, що дослідження показують, що ненавчені люди зазвичай розрізняють людський і машинний текст не краще, ніж випадково. Навчання підвищує точність, але і воно не гарантує результатів розпізнавання.

Висновки. Швидкий прогрес у сфері ШІ та великих мовних моделей посилює потребу у вдосконаленні методів детекції текстів. Проведене дослідження стратегій детекції дозволяє стверджувати, що найбільш актуальною на сьогодні залишається детекція ШІ за допомогою LLM. Сфера має багато актуальних викликів, таких як точність детекції, масштабування та питання конфіденційності. Безперервне вдосконалення методів детекції є критично важливим для відповідального використання ШІ, забезпечення академічної чесності та підтримання довіри в області цифрової комунікації.

Список використаних джерел

1. Sadasivan, Vinu Sankar, Kumar, A., Balasubramanian, S., Wang, W., & Feizi, S. (2023). Can AI-Generated Text be Reliably Detected? *ArXiv*, 2303.11156v3. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2303.11156>
2. E. N. Crothers, N. Japkowicz and H. L. Viktor, "Machine-Generated Text: A Comprehensive Survey of Threat Models and Detection Methods," in *IEEE Access*, vol. 11, pp. 70977-71002, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3294090.
3. Walters, William H.. "The Effectiveness of Software Designed to Detect AI-Generated Writing: A Comparison of 16 AI Text Detectors" *Open Information Science*, vol. 7, no. 1, 2023, pp. 20220158. <https://doi.org/10.1515/opis-2022-0158>
4. Krishna, K., Song, Y., Karpinska, M., Wieting, J., and Iyyer, M., "Paraphrasing evades detectors of AI-generated text, but retrieval is an effective defense", *arXiv e-print*, 2023. doi:10.48550/arXiv.2303.13408.

ВИКОРИСТАННЯ СУРОГАТНИХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗКУ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЙНИМ МЕТОДОМ

Тичков В.В., Гальченко В.Я., Трембовецька Р.В., Тичкова Н.Б.

Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна

Анотація. Пропонується метод створення комбінованих сурогатних моделей скороченої розмірності для розв'язання багатопараметричних обернених задач оптимізаційним методом. Особливістю методу є поєднання відомих переваг вказаних моделей із введенням в них додаткової апіорної інформації стосовно досліджуваних об'єктів. Метод передбачає обов'язкове створення сурогатних моделей на основі глибоких повнозв'язних нейронних мереж. Це пов'язано з використанням унікальних узагальнюючих властивостей штучних нейронних мереж, що дозволяє неявно визначити приховані у даних закономірності реакції об'єкта на збуджуючі фізичні впливи. Крім того, використання глибоких нейромереж збільшує точність апроксимації гіперповерхонь відгуку при побудові сурогатних моделей. Скорочення розмірності простору пошуку виконується застосуванням нелінійних перетворень у відповідності до методу Kernel PCA, що дозволяє провести його вагоме скорочення, забезпечуючи значно спрощену структуру нейромережевої сурогатної моделі та полегшені умови виконання оптимізаційних алгоритмів шукання екстремумів. Оскільки обернені задачі внаслідок некоректності їх постановки характеризуються при розв'язанні оптимізаційним методом складними топографіями гіперповерхонь відгуку методом передбачено використання алгоритмів пошуку глобальних екстремумів. На модельних прикладах продемонстрована ефективність методу, який показав достатньо високу точність на тестових задачах.

Ключові слова: обернені задачі, оптимізаційний метод, сурогатні моделі скороченої розмірності, апіорна інформація, ядерна функція, глибокі нейромережі, глобальний екстремум.

USE OF REDUCED ORDER SURROGATE MODELS TO SOLVE INVERSE PROBLEMS BY OPTIMIZATION METHOD WITH A PRIORI ACCUMULATION OF INFORMATION

Tychkov V., Halchenko V., Trembovetskaya R., Tychkova N.
Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

Abstract. The paper proposes a method for creating combined surrogate models of reduced dimensionality for solving multi-parameter inverse problems by the optimization method. The peculiarity of the method is the combination of the known advantages of these models with the introduction of additional a priori information about the objects under study. The method requires the mandatory creation of surrogate models based on deep, fully connected neural networks. This is due to the use of the unique generalizing properties of artificial neural networks, which allows to implicitly determine the patterns of the object's response to physical disturbances hidden in the data. In addition, the use of deep neural networks increases the accuracy of approximating response hypersurfaces when building surrogate models. The dimensionality of the search space is reduced by applying nonlinear transformations in accordance with the Kernel PCA method, which allows for its significant reduction, providing a significantly simplified structure of the neural network surrogate model and facilitated conditions for the implementation of optimization algorithms for finding extremes. Since inverse problems, due to their incorrect formulation, are characterized by complex topographies of response hypersurfaces when solved by the optimization method, the method provides for the use of algorithms for finding global extremes. The effectiveness of the method is demonstrated on model examples, which showed a sufficiently high accuracy on test problems.

Keywords: inverse problems, optimization method, surrogate models of reduced dimensionality, a priori information, kernel function, deep neural networks, global extremum.

Сучасні публікації щодо реалізації оптимізаційних алгоритмів в скороченому за розмірністю просторі містять значну кількість досліджень, що свідчить про значний інтерес до цього питання, яке представляє суттєву практичну цінність. *Мета роботи* – створення методу, котрий призначений для реалізації комбінованих нейромережових сурогатних моделей скороченої розмірності, що інтегрують їх відомі обчислювальні переваги з функцією носія додаткової апріорної інформації щодо об'єктів, яку накопичено попереднім моделюванням у відповідності до спеціалізованого ПЕ та наявності котрої забезпечує підвищення точності розв'язку обернених задач оптимізаційним методом.

Розв'язання оберненої задачі оптимізаційним методом передбачає пошук екстремуму цільової функції. Вона може бути задана в різному вигляді, найбільш вживаним з яких є сформульований відповідно до методу найменших квадратів. Одна із складових цих досліджень полягає у демонстрації практичних обчислювальних можливостей запропонованого методу створення комбінованих сурогатних моделей скороченої розмірності із апріорним накопиченням інформації (КСМСП). Виходячи з цього обмежимося формулюванням оптимізаційної задачі у загальному вигляді:

$$\min_{x \in R^D} f(x),$$

де $f: R^D \rightarrow R$ є неперервною детермінованою дійснозначною функцією, яка допускає умову невипуклості та визначена на всьому R^D . Вважатимемо, що $\min_{x \in R^D} f(x) = f(x^*)$. Передбачається пошук екстремуму функції одним із еволюційних евристичних алгоритмів, які визначають глобальний оптимум навіть у багатовимірних багатоекстремальних, у тому числі ярових ситуаціях поверхні відгуку. Розмірність D простору пошуку може бути високою і складати сотні. Функцію $f(x)$ вважатимемо складною та обчислювально затратною, яка вимагає використання вельми великих ресурсів при багатократних обрахунках, що не є прийнятним. Тобто виправданим є застосування сурогатної оптимізації. Надалі зупинимося на основних кроках створення запропонованої КСМСП.

Етап 1. Побудова КСМСП полягає у генеруванні комп'ютерного ПЕ. Від якості ПЕ залежить точність апроксимації сурогатною моделлю гіперповерхні відгуку, яка властива цільовій функції. Для всебічного дослідження гіперповерхні відгуку доцільно

використовувати комп'ютерний однорідний ПЕ на модифікованих ЛП_T-квазі-послідовностях Соболя, переваги та особливості створення якого детально описано в публікаціях [1, 2] та який забезпечує високу гомогенність у всіх двовимірних проєкціях плану. ПЕ представляє собою таблицю розмірами $D \times N$, де D – кількість рядків у таблиці, яка дорівнює сумі кількості основних та додаткових факторів; N – кількість семплів у навчальній вибірці. Важливо зазначити, що кількість семплів для успішного навчання ГПНМ як апроксиматору повинна бути доволі великою. Спочатку план генерується в одиничному гіперпросторі, а потім масштабується в границях, визначених простором пошуку.

Етап 2. Скорочення розмірності простору D методом Kernel PCA [3], передбачає спочатку перехід із оригінального первинного простору ознак у допоміжний проміжний високорозмірний. В цих дослідженнях застосовувалося проєціювання даних у вказаний простір із використанням ядерної функції Гаусса. В результаті отримуємо ядерну матрицю K розмірністю $N \times N$, тобто матрицю схожості, де кожний її елемент дорівнює значенню ядра між i -м та j -м спостереженням у вихідних даних. Після центрування ядерної матриці за вказаним нижче виразом отримаємо матрицю Грама, для якої властивою є симетричність. Далі для центрованої матриці виконується стандартний лінійний PCA, який передбачає сингулярний розклад SVD [4]. Вважається, що перші M власних векторів, відібраних на основі ранжування в напрямку зменшення власних значень, збирають значну частину повної дисперсії даних, досягаючи в цьому незначної похибки. Отже, внаслідок таких обчислень визначаються головні компоненти, які асоціюються із відповідними M власними векторами. Зазвичай M обирається значно менше розмірності первинного простору D . Вихідні дані проєціюються на обрані головні компоненти, призводячи до скорочення розмірності.

Етап 3. Побудова КСМСП в загальному випадку на основі ГПНМ як універсальних апроксиматорів. Деякі ефективні техніки створення нейромережових сурогатних моделей наведено в [5]. Слід зазначити, що для апроксимації гіперповерхонь складної топографії можуть застосовуватися ансамблі нейронних мереж або їх адитивні варіанти, використання яких забезпечує значне підвищення точності [6-8]. На цьому етапі елементи матриці використовуються для навчання КСМСП, тобто є навчальною вибіркою. Нейромережева сурогатна модель в результаті відрізняється суттєво простішою структурою у порівнянні із її аналогом, створеним у оригінальному просторі, а відповідно кращою обчислювальною продуктивністю.

Етап 4. Розв'язання оптимізаційної задачі, результат якої відшукання екстремуму цільової функції у скороченому просторі. Важливим є застосування при цьому алгоритмів глобального пошуку [6-9]. Проте, знайдений у скороченому просторі розв'язок задачі не можна вважати остаточною, поки не відбулося проєціювання його в оригінальний простір пошуку, тобто зворотне перетворення. Його неможливо виконати аналітично, зазвичай застосовуються числові методи.

Етап 5. Виконання проєціювання у первинний простір. Для обраної в цьому дослідженні ядерної функції Гаусса зворотне перетворення здійснюється реалізацією ітераційного процесу [10], який виконує відповідне відтворення розв'язку Kernel PCA вдалого вибору вектору, який потребує ретельного відбирання.

Верифікацію та практичне дослідження ефективності запропонованого методу створення КСМСП перевірятимемо на тестових числових експериментах, імітуючи завдання цільової функції стандартними оптимізаційними бенчмарками. Для тестування використовуватимемо два варіанти функцій [11], серед яких одна унімодальна та сепарабельна - сферична та друга більш складна невіпукла ярова ванні розмірність обох тестових функцій дорівнювала $D = 51$.

Висновки. При аналізі результатів числових експериментів найбільш цікавими є досягнуті результати щодо скорочення просторів. Відзначимо, що і для першої, і для другої тестової задач простори пошуку були скорочені на 20%. Тобто від розмірності первинних просторів 51 вдалося перейти до скорочених, які було змінено вже до 40. Це відбулося

завдяки нелінійним перетворенням із використанням ядерної функції Гаусса та аналізу власних значень отриманих ядерних матриць: для першого тесту обмеження на кількість головних компонент була введена при досягненні значення 19, а для другого – 20. Подальші результати показали обґрунтованість зробленого вибору. Другим показником, котрий демонструє ефективність запропонованого методу, є точність створеної КСМСР. Вона залежить від того, наскільки вдало було згенеровані ПЕ. Для обох бенчмарків використовувався один ПЕ, створений у одиничному гіперпросторі. Показником оцінки якості однорідного комп'ютерного ПЕ слугують показники розбіжності, досконалішим із яких є WSCD (Weighted Symmetrized Centered Discrepancy). Його значення для обох тестових задач дорівнювало 24.36. Відповідні показники для 2D-проекцій для деяких вибірових прикладів склали $7.13 \cdot 10^{-6}$, $3.7 \cdot 10^{-7}$, $1.15 \cdot 10^{-7}$. Це свідчить про високу гомогенність ПЕ. При побудові нейромереж-апроксиматорів не вдалося досягти прийнятної точності їх одиночними представниками, навіть для багатовимірної сферичної функції. Отже, довелося застосовувати ансамблі із трьох нейронних мереж з осередненням їх результатів, що забезпечило виконання цих завдань. Було створено КСМСР, валідність котрих оцінювалася похибками MAPE (Mean Absolute Percentage Error), % окремо для навчальної, крос-валідаційної та тестової вибірок. Для першої тестової задачі вони склали відповідно 0.285%, 0.657%, 0.653%, а для другої – 0.883%, 1.574%, 1.603 %. Перевірками статистичних критеріїв доведені адекватність та інформативність побудованих сурогатних моделей.

Кінцевим результатом досліджень було встановлення остаточних похибок відшукування екстремумів тестових задач внаслідок порівняння знайдених розв'язків із теоретично відомими. Значення цих похибок включають в себе похибку скорочення первинного простору, похибку апроксимації повнорозмірної гіперповерхні відгуку нейромережевою КСМСР, похибку визначення екстремуму у скороченому просторі ознак та, нарешті, похибку зворотного проєціювання із Kernel PCA-простору в оригінальний. Отже, зазначені максимальні абсолютні похибки компонентів векторів екстремумів склали для сферичної та функції Розенброка відповідно $2.656 \cdot 10^{-5}$ та $5.3 \cdot 10^{-4}$.

Підсумовуючи, зазначимо, що запропонований метод створення КСМСР продемонстрував свою ефективність і здатність до доволі точного розв'язку обернених задач високої розмірності та може бути застосований на практиці.

Список використаних джерел

1. Halchenko, V., Trembovetska, R., Tychkov, V., Storchak, A.: The construction of effective multi-dimensional computer designs of experiments based on a quasi-random additive recursive R-sequence. *Applied Computer Systems* 25(1), 70-76 (2020). <https://doi.org/10.2478/acss-2020-0009>
2. Halchenko, V., Trembovetska, R., Tychkov, V., Tychkova, N.: (2023). Construction of quasi-DOE on Sobol's sequences with better uniformity 2D projections. *Applied Computer Systems*, 28(1), 21-34.4. <https://doi.org/10.2478/acss-2023-0003>
3. Raschka, S., Mirjalili, V.: *Python machine learning: Machine learning and deep learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2*. Packt publishing ltd. (2019).
4. Halchenko V. Ya., Trembovetska R. V., Tychkov V. V., Tychkova N. B.: Modeling of the measurement control process in eddy-current structroscopy using apriori information about objects. In: *Proceedings ITTAP'2023: 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems*, November 22–24, 2023, Ternopil, Ukraine, Opole, Poland. *CEUR Workshop Proceedings* 3628, pp. 116-125. Published on CEUR-WS: 27-Jan-2024. <https://ceur-ws.org/Vol-3628/paper9.pdf>
5. Halchenko, V., Trembovetska, R., Tychkov, V., Sapogov, M., Gromaszek, K., Smailova, S., Luganskaya, S.: Additive neural network approximation of multidimensional response surfaces for synthesis of eddy-current probes. *Przegląd elektrotechniczny*, 97(9), 46-49. (2021). <https://doi.org/10.15199/48.2021.09.10>
6. Halchenko, V. Y., Trembovetska, R. V., Tychkov, V. V.: Surrogate synthesis of excitation systems for frame tangential eddy current probes. *Archives of electrical engineering*, 70(4), 743-757 (2021). <https://doi.org/10.24425/aee.2021.1382588>
7. Halchenko, V. Y., Trembovetska, R. V., Tychkov, V. V.: Synthesis of eddy current probes with volumetric structure of the excitation system, implementing homogeneous sensitivity in the testing zone. *Tekhnichna Elektrodynamika* (3), 10–18 (2021). <https://doi.org/10.15407/techned2021.03.010>

8. Halchenko, V. Y., Trembovetska, R. V., Tychkov, V. V.: Development of excitation structure RBF-metamodels of moving concentric eddy current probe. *Electrical Engineering & Electromechanics*, (2), 28–38. (2019). <https://doi.org/10.20998/2074-272X.2019.2.05>
9. Halchenko, V. Y., Trembovetska, R., Tychkov, V.: Surrogate synthesis of frame eddy current probes with uniform sensitivity in the testing zone. *Metrology and measurement systems*, 28(3). (2021). <https://doi.org/10.24425/mms.2021.1371288>
10. Wang, Q.: (2012). Kernel principal component analysis and its applications in face recognition and active shape models. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1207.3538>
11. Hansen, N., Finck, S., Ros, R., Auger, A.: Real-parameter black-box optimization benchmarking 2009: Noiseless functions definitions (Doctoral dissertation, INRIA) (2009). <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=6be79c5a5edf3284c9cfb558b81707a28805d505>

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ДОПУСКІВ РОЗМІРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ТЕХНОЛОГІЙ І КОНСТРУКЦІЙ

Чередніков О.М.

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Черкаси, Україна

Анотація. Розмірний аналіз охоплює широкий клас задач, починаючи з виявлення і побудови розмірних ланцюгів конструкцій, технологічних процесів і закінчуючи розмірним моделюванням траєкторій рухів. Багато з них потребують етапів інтелектуальної діяльності.

В той же час математичні та програмні складові компоненти відомих систем автоматизованого проектування та керування процесами на інтерактивних принципах, залишаючи інтелектуальну складову вибору метода і процесу прийняття рішення за користувачем, ступінь кваліфікації якого різна і накладає суттєвий вплив на оптимальність та якість рішень. В розмірному аналізі, як методи вдосконалення конструкцій та технологічних процесів, вектор дій фахівця може коливатись в широких межах.

Ключові слова: розмірні зв'язки, допуски, точність, штучний інтелект.

INTELLECTUALIZATION OF THE APPOINTMENT OF OPTIMUM TOLERANCES DIMENSIONAL COMMUNICATIONS OF TECHNOLOGIES AND CONSTRUCTIONS

Cherednikov O.

State Research Institute of Testing and Certification of Weapons and Military Equipment, Cherkasy, Ukraine

Abstract. Dimensional analysis covers a wide class of tasks, starting with the identification and construction of dimensional chains of structures, technological processes, and ending with dimensional modeling of movement trajectories. Many of them require intellectual activity.

At the same time, the mathematical and software components of well-known automated design and process control systems are based on interactive principles, leaving the intellectual component of method selection and the decision-making process to the user, whose degree of qualification is different and has a significant impact on the optimality and quality of decisions. In dimensional analysis, as a method of improving designs and technological processes, the specialist's vector of actions can vary widely.

Keywords: dimensional relationships, tolerances, accuracy, artificial intelligence.

Виклад основного матеріалу. Система проектування і виготовлення виробів реалізується на інтегрованому програмному, який являє собою інформаційно і програмно взаємозв'язані системи. Застосування технології наскрізного проектування створює тенденцію злиття традиційно існуючих відділів головного конструктора і головного технолога в один відділ технічного підготовки виробництва. При цьому чітка градація фахівців на конструкторів та технологів поступово зникає, а розв'язання задач ускладнюється.