

689.5
С 40

INFORMATION

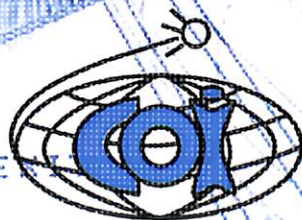
PROCESSING

SYSTEMS

ISSN 1681-7710

СИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

В И П У С К 1 (160)



Харків - 2020



МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА



Системи обробки інформації

Щоквартальне
наукове видання

Випуск 1 (160)

Заснований
у березні 1996 року

У збірнику відображено результати досліджень з розробки нових інформаційних технологій як для рішення традиційних задач збору, обробки та відображення даних, так і для побудови систем обробки інформації у різних проблемних галузях. Збірник призначений для наукових працівників, викладачів, докторантів, ад'юнктів, аспірантів, а також курсантів та студентів старших курсів відповідних спеціальностей.

Засновник і видавець:
Харківський національний
університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

61023, м. Харків-23,
вул. Сумська, 126,
а/с 11800

Телефон:

+38 (057) 704-91-97

+38 (067) 998-02-70

E-mail редколегії:

editor@journal-hnups.com.ua

Інформаційний сайт:

journal-hnups.com.ua

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ
В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ



ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ
В СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ



МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ



ІНФОКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ



ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ
ТА КІБЕРНЕТИЧНА БЕЗПЕКА



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ОСВІТІ



Харків • 2020

БІБЛІОТЕКА ХУПС

№ 131896

НАВЧАЛЬНИЙ ФОНД



РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

Тимочко Олександр Іванович, доктор технічних наук професор,
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна.

Заступник головного редактора:

Сухаревський Олег Ілліч, доктор технічних наук професор,
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна.

Члени редколегії:

- Бараннік Володимир Вікторович, доктор технічних наук професор,
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна;
- Варша Зігмунд Лех, кандидат технічних наук,
Інститут промислових досліджень автоматики та вимірювань, Варшава, Польща;
- Василюк Віталій Олексійович, доктор технічних наук старший науковий співробітник,
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна;
- Висоцька Олена Володимирівна, доктор технічних наук професор,
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", Україна;
- Кавун Сергій Віталійович, доктор економічних наук професор,
Харківський технологічний університет "ШАГ", Україна;
- Калашніков Вячеслав, доктор фізико-математичних наук професор,
Монтеррейський технологічний інститут, Мексика;
- Кульпа Христоф, доктор технічних наук професор,
Варшавський політехнічний університет, Польща;
- Купченко Леонід Федорович, доктор технічних наук професор,
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна;
- Кучук Георгій Анатолійович, доктор технічних наук професор,
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна;
- Молодецька Катерина Валеріївна, доктор технічних наук доцент,
Житомирський національний агроекологічний університет, Україна;
- Оваїд Сальман Рашід, кандидат технічних наук,
Коледж університету Аль Мареф, Рамаді, Ірак;
- Стасєв Юрій Володимирович, доктор технічних наук професор,
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна;
- Фрейлихер Валентин, доктор фізико-математичних наук професор,
Університет ім. Бар-Ілана, Ізраїль;
- Худов Геннадій Володимирович, доктор технічних наук професор,
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна;
- Шишацький Андрій Володимирович, кандидат технічних наук,
Центральний науково-дослідний інститут ОВТ Збройних Сил України, Україна;
- Ярош Сергій Петрович, доктор військових наук професор,
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна.

Відповідальний секретар:

Зубрицький Григорій Миколайович, кандидат технічних наук доцент,
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна.

*Затверджений до друку вченою радою Харківського національного
університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
протокол від 17 березня 2020 року № 5.*

*Включений до категорії "Б" Переліку наукових фахових видань України
наказ Міністерства освіти і науки України від 17.03.2020 року № 409
технічні та військові науки за спеціальностями
122, 123, 125, 126, 253, 255, 272, 275.*

*Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 22357 – 12257ПР від 30.09.2016 р.*

*Усі статті, що публікуються у журналі, проходять обов'язкове рецензування,
яке здійснюється за анонімною формою як для авторів, так і для рецензентів (подвійне сліпе рецензування).*

Унікальність текстів публікацій перевіряється за допомогою системи пошуку ознак плагіату Unischek.

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор.



Інформаційний сайт видання: www.journal-hnups.com.ua.

Публічність та доступ: Журнал зберігається у загальнодержавній базі даних Державної бібліотеки ім. Вернадського „Україніка наукова” та включено у довідник періодичних видань Ulrich's Periodicals Directory (USA), міжнародний каталог журналів відкритого доступу DOAJ.

Авторські права: За авторами зберігаються усі авторські права та права на видання без обмежень. Журнал дозволяє користувачам: читати, завантажувати, копіювати, поширювати, друкувати та посилатися на повні тексти статей за умови зазначення авторства. Дозволяється повторне використання змісту журналу у відповідності з ліцензією Creative Commons CC-BY.

Наукометричні показники:

ICV (Index Copernicus Value - 2018) = 96,22

Google Scholar Top 100 publications (Ukrainian) – 19



MINISTRY OF DEFENCE OF UKRAINE
IVAN KOZHEDUB KHARKIV NATIONAL
AIR FORCE UNIVERSITY

ISSN 1681-7710



Information Processing Systems

**Quarterly
scientific publication**

Issue 1 (160)

Founded in March, 1996

The journal Information Processing Systems was founded in 1996 and became first information platform for Ukrainian specialists in the field of data-processing system. The objective of journal is to publish research finding on the development of new information technologies both for solving traditional problems such as harvesting, manipulating and presentation of data and for building data-processing system in different fields.

Founder and publisher:
Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University

Address: a/c 11800,
Sumska street 126,
Kharkiv, 61023,
Ukraine

Phone: +38 (057) 704-91-97
+38 (067) 998-02-70

E-mail:
editor@journal-hnups.com.ua

Website:
journal-hnups.com.ua

**INFORMATION PROCESSING
IN COMPLEX ENGINEERING SYSTEMS**



**INFORMATION PROCESSING
IN COMPLEX ORGANIZATIONAL SYSTEMS**



MATHEMATICAL MODELS AND METHODS



INFOCOMMUNICATION SYSTEMS



**INFORMATION TECHNOLOGIES
AND CONTROL SYSTEMS**



**INFORMATION SECURITY
AND CYBERSECURITY**



**INFORMATION TECHNOLOGIES
IN EDUCATION**



Kharkiv • 2020

EDITORIAL STAFF

Editor-in-Chief:

Oleksandr Tymochko, Doctor of Technical Sciences Professor,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine.

Deputy Editor-in-Chief:

Oleh Sukharevsky, Doctor of Technical Sciences Professor,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine.

Editorial Board:

- Volodymyr Barannik, Doctor of Technical Sciences Professor,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine;
- Zygmunt Lech Warsza, Candidate of Technical Sciences (PhD),
Industrial Research Institute for Automation and Measurements PIAP, Warsaw, Poland;
- Vitalii Vasilets, Doctor of Technical Sciences Senior Research,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine;
- Olena Vysotska, Doctor of Technical Sciences Professor,
National Aerospace University – Kharkiv Aviation Institute, Ukraine;
- Serhii Kavun, Doctor of Economic Sciences Professor,
Kharkiv University of Technology "STEP", Ukraine;
- Viacheslav Kalashnikov, Doctor of Physics and Mathematics Professor,
Monterrey Institute of Technology and Higher Education, Mexico;
- Krzysztof Kulpa, Doctor of Sciences Professor,
Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland;
- Leonid Kupchenko, Doctor of Technical Sciences Professor,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine;
- Heorhii Kuchuk, Doctor of Technical Sciences Professor,
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine;
- Kateryna Molodetska, Doctor of Technical Sciences Associate Professor,
Zhytomyr National Agroecological University, Ukraine;
- Salman Rashid Owaid, Candidate of Technical Sciences (PhD),
Al Maaref University College, Iraq;
- Yurii Stasiev, Doctor of Technical Sciences Professor,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine;
- Valentyn Freilikher, Doctor of Physics and Mathematics Professor,
Bar-Ilan University, Ramat Gan, Israel;
- Hennadii Khudov, Doctor of Technical Sciences Professor,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine;
- Andrii Shyshatskyi, Candidate of Technical Sciences (PhD),
Central Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine;
- Serhii Yarosh, Doctor of Military Sciences Professor,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine.

Executive Secretary:

Hryhorii Zubrytskyi, Candidate of Technical Sciences (PhD) Associate Professor,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine.

*Academic Council of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
confirmed for printing (record № 5 dated March, 17, 2020).*

*The Journal is inscribed to the category „B” of the List of Scientific Professional Publications of Ukraine
(Technical and Military Sciences by specialties 122, 123, 125, 126, 253, 255, 272, 275),
maintained by order of Ministry of Education and Science of Ukraine
№ 409 dated March, 17, 2020.*

*The State Registration Certificate of printed mass media
KB № 22357 – 12257ПІП dated September, 30, 2016.*

*All the articles that are published in the journal must be peer reviewed.
It is conducted anonymous both for authors and reviewers (double blind peer review).*

The uniqueness of the texts of publications is checked with using the Unicheck plagiarism signs search system.

The authors take responsibilities for the reliability of stated facts, quotations and other statements.



Website: www.journal-hnups.com.ua.

Publicity and access: The journal is stored in federal abstract database of Vernadsky National Library „Ukrayinika naukova” and included with periodical reference book Ulrich’s Periodicals Directory (USA) and the Directory of Open Access Journals (DOAJ).

Author’s rights: The authors retained all copyrights and publishing rights with no limited publications. The journal allows users: to read, download, copy, distribute, type and refer to the whole articles upon conditions of affiliation. Repeated recycling of journal contents is allowed according to Creative Commons CC-BY licence.

Scientometrical indexes:

ICV (Index Copernicus Value-2018) = 96,22

Google Scholar Top 100 publications (Ukrainian) – 19

З М І С Т

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Удовенко С.Г., Келембет Д.В., Тесленко О.В.
Комбінований метод нечіткої кластеризації
даних в системах технічної діагностики..... 7

Ушакова І.О.
Застосування комп'ютерного агентного
моделювання
для оптимізації складального процесу (engl.) 18

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Антипіна О.В., Неділько А.А., Скорін Ю.І.
Порівняльний аналіз сучасних методів
прогнозування економічних показників
торгівельного підприємства..... 26

Чередніченко О.Ю., Янголенко О.В.,
Іващенко О.В., Матвеєв О.М.
Моделі формування рекомендацій у
інтелектуальних системах електронної комерції... 32

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ

Дубницький В.Ю., Кобылін А.М., Кобылін О.А.
Пряма і обернена задача визначення параметрів
критеріальних рівнянь, отриманих на основі
Пі – теореми теорії подібності..... 40

Задачин В.М.
Комбінований метод для розв'язання
вироджених задач безумовної оптимізації 52

Лосєв Ю.І., Лосєв М.Ю.
Моделювання процесу збору інформації
в розподілених ієрархічних мережах 59

Машкін О.О.
Особливості чисельного вирішення
диференціальних рівнянь моделей
ланчестерського типу у стохастичній
постановці..... 67

Натарова А.О.
Електродинамічне моделювання лазера на
основі решітки зі скінченної кількості срібних
нанониток з активними оболонками 73

Руденко О.Г., Безсонов О.О., Сердюк Н.М.,
Олійник К.О., Романюк О.С.
Робастна ідентифікація об'єктів
на основі мінімізації комбінованого
функціоналу..... 80

ІНФОКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ

Гаврилов В.П.
Оцінка впливу колірної і графічної
оформлення контенту сайту
на його конверсію 89

C O N T E N T S

INFORMATION PROCESSING IN COMPLEX ENGINEERING SYSTEMS

Udovenko S., Kelembet D., Teslenko O.
Combined method of fuzzy data clustering
in technical diagnostic systems 7

Ushakova I.
Application of computer agent modeling
for optimization
of the assembly process..... 18

INFORMATION PROCESSING IN COMPLEX ORGANIZATIONAL SYSTEMS

Antipina O., Nedilko A., Skorin Yu.
Comparative analysis of modern methods
for predicting the economic performance
of a trading company 26

Cherednichenko O., Yanholenko O.,
Ivashchenko O., Matveiev O.
Models of recommendations formation
in the intelligent e-commerce systems 32

MATHEMATICAL MODELS AND METHODS

Dubnitskiy V., Kobylin A., Kobylin O.
Forward and backward task of parameter definition
of criterion equations, obtained on the base
of the pi-theorem of similarity theory 40

Zadachyn V.
Combined method for solving degenerate
unconstrained optimization problems..... 52

Losev Yu., Losev M.
Modeling of the process of collecting information
in distributed hierarchical networks 59

Mashkin O.
Features of numerical solution
of diffrencial equations
of lanchester-type models
in stochastic production..... 67

Natarova A.
Electrodynamic modeling of laser based on grating
of finite number of silver nanowires
with active shells 73

Rudenko O., Bezsonov O., Serdiuk N.,
Oliiynk K., Romanyk O.
Workable identification of objects
based on minimization
of combined functional..... 80

INFOCOMMUNICATION SYSTEMS

Gavrilov V.
Estimation of the effect of color and graphic
decoration of the content
of the site on its conversion 89

<i>Знахур С.В., Знахур Л.В.</i> Прогнозування пунктуації тексту на основі моделі BERT	94
---	----

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

<i>Бурдаєв В.П.</i> Використання чат-бота @es_economy_karkas_bot для онлайн консультації з експертною системою.....	100
<i>Золотарьова І.О., Плеханова Г.О.</i> Інформаційні технології оптимізації роботи приватного блокчейн за допомогою вибору алгоритму консенсусу	107
<i>Мінухін С.В.</i> Дослідження моделі сегментації зображень з використанням розподілених режимів TensorFlow та згорткової нейронної мережі U-Net	115
<i>Федько В.В., Безуглий Д.Є.</i> Побудова веб застосунків на основі конструктивних елементів	123

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ ТА КІБЕРНЕТИЧНА БЕЗПЕКА

<i>Гапон А.О., Федорченко В.М., Поляков А.О.</i> Підходи до побудови моделі загроз для аналізу безпеки відкритого програмного кода.....	128
<i>Грицюк В.К., Золотарьов В.А.</i> Порівняння стійкості стегаграфічних методів Кохо-Жао та DWT[10] до різних типів спотворення програмними засобами.....	136

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

<i>Харітонов В.С., Парфьонов Ю.Е.</i> Аналіз алгоритмів оцінювання відповідей на тестові завдання відкритого типу	145
---	-----

Алфавітний покажчик	151
----------------------------------	-----

<i>Znakhur S., Znakhur L.</i> Prediction of punctuation based on the BERT model.....	94
--	----

INFORMATION TECHNOLOGIES AND CONTROL SYSTEMS

<i>Burdaev V.</i> Using the @es_economy_karkas_bot chat bot to consult the expert system online.....	100
<i>Zolotaryova I., Plekhanova G.</i> Information technologies to optimize private blockchain using the consensus algorithm.....	107
<i>Minukhin S.</i> Performance study for image segmentation model based on distributed TensorFlow and CNN U-Net.....	115
<i>Fedko V., Bezuhlyi D.</i> Building web applications based on constructive elements	123

INFORMATION SECURITY AND CYBERSECURITY

<i>Hapon A., Fedorchenko V., Polyakov A.</i> Approaches to the construction of the threat model for analysis of security of the open software code.....	128
<i>Hrytsiuk V., Zolotaryov V.</i> Comparison of the resistance of steganographic methods of Koho-Joa and DWT [10] to different types of construction by software tools ..	136

INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION

<i>Kharitonov V., Parfonov Yu.</i> Analysis of algorithms to assess answers on open-ended test tasks.....	145
---	-----

Alphabetical index	151
---------------------------------	-----

Обробка інформації в складних технічних системах

УДК 004.032.26

DOI: 10.30748/soi.2020.160.01

С.Г. Удовенко¹, Д.В. Келембет², О.В. Тесленко¹

¹ Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Харків

² Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

КОМБІНОВАНИЙ МЕТОД НЕЧІТКОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ В СИСТЕМАХ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

У статті наведено результати аналізу методів нечіткої кластеризації даних поточних спостережень в технічних системах. Запропоновано і протестовано комбінований підхід до нечіткої кластеризації даних з використанням комбінації алгоритму Густафсона-Кесселя, методу остовного лісу та фільтра Калмана, що може бути використаний в системах технічної діагностики (зокрема, діагностики стану основних параметрів технологічних процесів). Розглянуто можливість подальшого розширення функціональних можливостей наведеного комбінованого методу кластеризації з наданням йому адаптивних властивостей. Наведено результати тестування та визначено переваги запропонованого підходу.

Ключові слова: нечітка кластеризація, діагностика стану параметрів, метод остовних дерев, фільтрація Калмана.

Вступ

Постановка проблеми. В системах технічної діагностики може бути виділений клас завдань, що пов'язані з віднесенням поточного стану технологічного процесу до одного з можливих станів (кластерів), які дозволяють в подальшому приймати рішення (в автоматичному режимі або на рівні оператора) щодо прогнозування розвитку процесу та вибору стратегії керування. Останнім часом для діагностики поточних станів об'єктів діагностування (ОД) за даними спостережень їх входів та виходів, які формують масив спостережень (МС), часто використовують методи нечіткої кластеризації (НК).

Застосування НК дає можливість формування поточних діагностичних параметрів (ДПА(t)), що використовуються для прийняття діагностичних висновків [1–2]. Загальну структуру системи діагностики такого типу наведено на рис. 1.

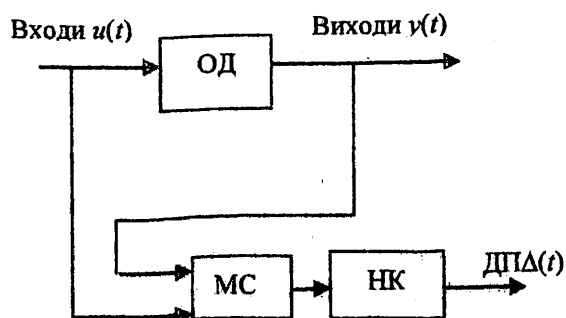


Рис. 1. Система діагностики стану параметрів з використанням нечіткої кластеризації

Ідентифікація поточних станів ОД (зазвичай, це об'єкти цифрового керування) за експериментальними даними з використанням нечітких моделей є ефективним способом апроксимації нелінійних систем. До найбільш відомих моделей такої ідентифікації слід віднести нечітку модель Такагі-Сугено (ТС) [3]. Ця модель використовує лінеаризацію нечітких областей параметрів ОД в просторі станів. За допомогою наборів нечітких правил ТС можна представити простір входів множиною локальних моделей, що дозволяють описати поведінку системи в нечітких областях [4]. Алгоритми побудови нечітких ТС-моделей ТЗ в загальному випадку передбачають реалізацію двох етапів: формування функцій належності (ФН), що відповідають деяким нечітким правилам; визначення правил нечіткого виводу. Перший з цих етапів може бути реалізований шляхом нечіткої кластеризації в просторі входів-виходів. Так як рівняння нечіткого виведення зазвичай вибираються лінійними, то реалізація другого етапу, як правило, заснована на застосуванні методу найменших квадратів. Чимало алгоритмів кластеризації базуються на оптимізації нечітких функцій с-середнього та використовують евклідову відстань між об'єктами, для яких сформовані кластери мають форму гіперсфери (зокрема, алгоритм Fuzzy C-Means або FCM) [5–6]. Деякі типи алгоритмів використовують адаптивну норму для отримання кластерів різної геометричної форми, що відповідають одній множині даних [7]. Крім того, для нечіткої кластеризації даних може бути додатково використано теорію графів. При цьому комбінація