Наукові перспективи
Видавнича група



MODERNÍ ASPEKTY VĚDY

v rámci publikační skupiny
Scientific Publishing Group

Svazek XLVI mezinárodní kolektivní monografie



Česká republika
2024

Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. (Česká republika)
Středoevropský vzdělávací institut (Bratislava, Slovensko)
Národní institut pro ekonomický výzkum (Batumi, Gruzie)
Al-Farabi Kazakh National University (Kazachstán)
Institut filozofie a sociologie Ázerbájdžánu Národní akademie věd (Baku, Ázerbájdžán)
Institut vzdělávání Ázerbájdžánské republiky (Baku, Ázerbájdžán)
Batumi School of Navigation (Batumi, Gruzie)
Regionální akademie managementu (Kazachstán)
Veřejná vědecká organizace „Celokrajinské shromáždění lékařů ve veřejné správě“ (Kyjev, Ukrajina)
Nevládní organizace „Sdružení vědců Ukrajiny“ (Kyjev, Ukrajina)
Univerzita nových technologií (Kyjev, Ukrajina)

v rámci publikační skupiny Publishing Group „ Vědecká perspektiva “

MODERNÍ ASPEKTY VĚDY

Svazek XLVI mezinárodní kolektivní monografie

Česká republika
2024

International Economic Institute s.r.o. (Czech Republic)
Central European Education Institute (Bratislava, Slovakia)
National Institute for Economic Research (Batumi, Georgia)
Al-Farabi Kazakh National University (Kazakhstan)
Institute of Philosophy and Sociology of Azerbaijan National Academy of Sciences (Baku, Azerbaijan)
Institute of Education of the Republic of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan)
Batumi Navigation Teaching University (Batumi, Georgia)
Regional Academy of Management (Kazakhstan)
Public Scientific Organization "Ukrainian Assembly of Doctors of Sciences in Public Administration" (Kyiv, Ukraine)
Public Organization Organization "Association of Scientists of Ukraine" (Kyiv, Ukraine)
University of New Technologies (Kyiv, Ukraine)

within the Publishing Group "Scientific Perspectives"

MODERN ASPECTS OF SCIENCE

46-th volume of the international collective monograph

Czech Republic
2024



https://doi.org/10.52058/46-2024

UDC 001.32: 1/3] (477) (02)
C91

Vydavatel:

Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.
se sídlem V Lázních 688, Jesenice 252 42
IČO 03562671 Česká republika
Zveřejněno rozhodnutím akademické rady

Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. (Zápisč. 139/2024 ze dne 8. srpen 2024)

Monografie jsou indexovány v mezinárodním vyhledávači Google Scholar

Recenzenti:

Karel Nedbálek - doktor práv, profesor v oboru právo (Zlín, Česká republika)
Markéta Pavlova - ředitel, Mezinárodní Ekonomický Institut (Praha, České republika)
Iryna Zhukova -kandidátka na vědu ve veřejné správě, docentka (Kyjev, Ukrajina)
Yevhen Romanenko - doktor věd ve veřejné správě, profesor, ctěný právník Ukrajiny (Kyjev, Ukrajina)
Humeir Huseyn Akhmedov - doctor of pedagogical sciences, professor (Baku, Azerbaijan);
Oleksandr Datsiy - doktor ekonomie, profesor, čestný pracovník školství na Ukrajině (Kyjev, Ukrajina)
Jurij Kijkov - doktor informatiky, dr.h.c. v oblasti rozvoje vzdělávání (Teplice, Česká republika)
Vladimír Bačišin - docent ekonomie (Bratislava, Slovensko)
Peter Ošváth - docent práva (Bratislava, Slovensko)
Oleksandr Nepomnyashy - doktor věd ve veřejné správě, kandidát ekonomických věd, profesor, řádný člen Vysoké školy stavební Ukrajiny (Kyjev, Ukrajina)
Dina Dashevska - geolog, geochemik Praha, Česká republika (Jeruzalém, Izrael)

Tým autorů

C91 Moderní aspekty vědy: XLVI. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. str. 598

Svazek XLVI mezinárodní kolektivní monografie obsahuje publikace o: utváření a rozvoji teorie a historie veřejné správy; formování regionální správy a místní samosprávy; provádění ústavního a mezinárodního práva; finance, bankovnictví a pojišťovnictví; duševní rozvoj osobnosti; rysy lexikálních výrazových prostředků imperativní sémantiky atd.

Materiály jsou předkládány v autorském vydání. Autoři odpovídají za obsah a pravopis materiálů.

© Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024
© Publishing Group „ Vědecká perspektiva “, 2024
© autoři článků, 2024

ODDÍL
10. PSYCHOLOGIE

§10.1 ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ РОЗВИТКУ МОВЛЕННЯ ДІТЕЙ З ПОРУШЕННЯМ СЛУХУ **(Смоляк В.М.,** Комунальний заклад вищої освіти «Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія» Запорізької обласної ради, **Турубарова А.В.,** Комунальний заклад вищої освіти «Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія» Запорізької обласної ради, **Буланов В.А.,** Національний університет «Запорізька політехніка»)…….....442

ODDÍL 11.
MATEMATICKÉ METODY V EKONOMII

§11.1 ОПИС СУЧАСНИХ МОДЕЛЬНИХ ПІДХОДІВ ОЦІНКИ ВПЛИВУ «ШОКІВ» НА ФІНАНСОВУ БЕЗПЕКУ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ **(Полянський В.О.** Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця)…….....461

ODDÍL 12.
TECHNICKÉ VĚDY

§12.1 SWITCH'S CONTROL SCHEMES RELIABILITY INCREASING **(Shcheka V.**, Ukrainian State University of Science and Technologies, **Yashchuk K.**, Ukrainian State University of Science and Technologies, **Maiboroda D.**, Ukrainian State University of Science and Technologies, **Gasanov R.**, Ukrainian State University of Science and Technologies, **Zhuravlov A.**, Ukrainian State University of Science and Technologies)……..497

§12.2 НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД З ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ОБРОБКИ РІЗНОТИПНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТАЕВРИСТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ **(Кашкевич С.О.,** Національний авіаційний університет, **Дмитрієва О.І.,** Харківський національний автомобільно-дорожній університет, **Плєхова Г.А.**, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, **Протас Н.М.,** Полтавський державний аграрний університет, **Неронов Сергій Миколайович,** Харківський національний автомобільно-дорожній університет, **Шишацький А.В.,** Національний авіаційний університет)…...510

§12.2 НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД З ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ОБРОБКИ РІЗНОТИПНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТАЕВРИСТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ **(Кашкевич С.О.,** Національний авіаційний університет, **Дмитрієва О.І.,** Харківський національний автомобільно-дорожній університет, **Плєхова Г.А.**, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, **Протас Н.М.,** Полтавський державний аграрний університет, **Неронов Сергій Миколайович,** Харківський національний автомобільно-дорожній університет, **Шишацький А.В.,** Національний авіаційний університет)

1. Методика підвищення оперативності обробки різнотипних даних з використанням метаевристичного алгоритму

Процес обробки різнотипних даних є складним процесом визначення множини рішень для широкого кола завдань, в тому числі і для прийняття управлінських рішень [1–3].

Проблеми обробки різнотипних даних є розривними, недиференційованими, а також мультимодальними. Враховуюче зазначене, класичні градієнтні детерміновані алгоритми [4–6] для вирішення завдань обробки різнотипних даних – використовувати недоцільно.

Найбільш поширеними підходами до обробки різнотипних даних є алгоритми ройового інтелекту (ройові алгоритми). Найвідомішими ройовими алгоритмами є алгоритм оптимізації роїв частинок, алгоритм штучної бджолиної колонії, алгоритм зграї світлячків, алгоритм оптимізації мурашиної колонії, алгоритм оптимізації зграї вовків, а також алгоритм зграї горобців [6−75].

Разом з тим, більшість згаданих вище базових біоінспірованих алгоритмів не в змозі дотримуватися балансу між дослідженням та використанням, що



призводить до незадовільної продуктивності для реальних складних завдань оптимізації.

Цей спонукає до впровадження різноманітних стратегій для покращення швидкості збіжності та точності основних біоінспірованих алгоритмів.

В даному дослідженні запропонований оптимізатор, заснований на імітації поведінки рептилій (в нашому випадку крокодилів та алігаторів) – стохастичний популяційний алгоритм на основі популяції, який використовує агентів рептилій (AP) як пошукових агентів.

Методика підвищення оперативності обробки різнотипних даних з використанням метаевричного алгоритму складається з наступної послідовності дій:

Дія 1. Введення вихідних даних. На даному етапі визначаються основні параметри алгоритму, такі як:

тип завдання, що вирішується;

кількість агентів у популяції;

вид даних (структуровані, не структуровані), архівовані, дані в режимі реального часу;

кількість змінних, що характеризують завдання, що вирішується;

наявні обчислювальні ресурси системи;

тип невизначеності про ієрархічну систему (повна невизначеність, часткова невизначеність, повна обізнаність);

обсяг та тип навчальної вибірки;

обсяг та тип тестової вибірки;

архітектура штучної нейронної мережі та ін.

Дія 2. Створення зграї AP. Відбувається ініціалізація популяції AP X_i (i = 1,2,....., n). Сукупність AP утворюють популяцію, яка описується матрицею X. Початкова популяція AP в даному алгоритмів генерується з

урахуванням невизначеності про стан ієрархічної системи на основі обмежень проблеми, що розглядається. Члени популяції АР є пошуковими агентами в просторі рішень, надаючи значення-кандидати для змінних проблеми на основі їх позицій у просторі пошуку. Математично кожен член генеральної сукупності є вектором, число елементів якого дорівнює кількості змінних завдань.

Виставлення АР здійснюється з урахуванням невизначеності про ієрархічну систему, що підлягає аналізу та проводиться ініціалізація базової моделі її стану [2, 19, 21] (1):

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_i \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_N \end{bmatrix}_{N\times m} = \begin{bmatrix} x_{1,1}\times l_{1,1} & \cdot\cdot\cdot & x_{1,d}\times l_{1,d} & \cdot\cdot\cdot & x_{1,m}\times l_{1,m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{i,1}\times l_{i,1} & \cdot\cdot\cdot & x_{i,d}\times l_{i,d} & \cdot\cdot\cdot & x_{i,m}\times l_{i,m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{N,1}\times l_{N,1} & \cdot\cdot\cdot & x_{N,d}\times l_{N,d} & \cdot\cdot\cdot & x_{N,m}\times l_{N,m} \end{bmatrix}_{N\times m}. \quad (1)$$

де X – популяційна матриця АР, X_i – i-й член зграї АР (кандидат рішення), $x_{i,d}$ – d-й вимір у просторі пошуку (змінна рішення), N – кількість АР, m – кількість змінних рішення.

Основна позиція АР у просторі вирішення завдання ініціалізується на початку виконання алгоритму за допомогою рівняння (2):

$$x_{i,d} = lb_d + r \cdot (ub_d - lb_d), \quad (2)$$

де lb_d, ub_d – нижня та верхня межа d-их змінних рішення, r – випадкове числом в інтервалі [0,1].



Варіант рішення, яке веде до оптимального значення цільової функції вважається найкращий член популяції АР. Найкращий член популяції АР оновлюється на кожній ітерації на основі отриманих значень.

Дія 3. Нумерація АР в зграї, i, $i\epsilon$ [0,S]. На даному етапі кожному АР присвоюється порядковий номер. Це дає змогу визначати параметри знаходження рішення для кожної особини у зграї.

Дія 4. Визначення початкової швидкості АР.

Початкова швидкість v_0 кожного АР визначається наступним виразом:

$$v_i = (v_1, v_2 \ldots v_S),\ v_i = v_0. \tag{3}$$

Процес оновлення популяції АР базується на моделюванні двох стратегій фази розвідки та фази експлуатації.

Дія 6. Попереднє оцінювання ділянки пошуку АР. В даній процедурі ділянка пошуку на природній мові визначається саме ореолом існування АР. Враховуючи, що джерела їжі для АР це їжа тваринного походження, тому доцільно провести сортування придатності джерел їжі (дія 7).

Дія 7. Класифікація джерел їжі для АР.

Місцезнаходження найкращого джерела їжі (тобто мінімальна придатність) вважається (FS_{ht}) їжа тваринного походження (падаль), яка знаходиться поряд та вимагає найменшої витрати енергії для її пошуку та здобування. Делікатесну їжу тваринного походження позначимо як FS_{at}.

Інші не пріоритетні джерела харчування (їжа, яка необхідна для виживання особин) позначимо як $FS_{nt.}$:

$$FS_{ht}=FS(\text{sorte_index}(1)), \tag{4}$$

$$FS_{at}(1{:}3)=\text{FS}(\text{sorte_index}(2{:}4)), \tag{5}$$

$$FS_{nt}(1{:}NP\text{-}4)=\text{FS}(\text{sorte_index}(5{:}\ NP)). \tag{6}$$

Дія 8. Визначення кількост і дост упних обчислювальних ресурсів сист еми.

На даному етапі визначається кількість обчислювальних ресурсів, які наявні для проведення обчислень. Відповідно до положень, що викладені в дії 4 обирається концепція оновлення положення АР.

Дія 9. Розвідка (оточення здобичі).

Фаза оточення (розвідка) представляє собою фазу глобального дослідження простору АР. Стратегія дослідження АР пов'язана з поточною кількістю ітерацій. Якщо $t \leq 0{,}25T$, АР увійде до стратегії високої ходи. Фаза розвідки описується наступним математичним виразом:

$$Xnew_i^j = \begin{cases} XG^j \times -\eta_i^j \times \beta - R_i^j \times (\varsigma \cdot rand), t \leq \frac{T}{4}, \\ XG^j \times X_{r1}^j \times (\varsigma \cdot rand) \times ES, t) \frac{T}{4} mat \leq \frac{T}{2}, \end{cases} \quad (7)$$

де $Xnew_i^j$ – j-й вимір i-го нового рішення АР, XG^j – j-й вимір оптимального рішення, отриманого на даний момент, t – поточний номер ітерації, T – максимальна кількість ітерацій. η_i^j – j-ий оператор полювання i-ого АР, який розраховується за допомогою виразу (8), β є константою та дорівнює 0,1, R_i^j – значення i-го варіанта рішення, що використовується для зменшення ділянки пошуку на j-ий розмір, який обчислюється за допомогою рівняння (9). r_1 – випадковим чином приймає значення від 1 до n. ς – ступінь зашумленості даних, що циркулюють в системі, ES – випадкове число в діапазоні від -2 до 2, коли кількість ітерацій зменшується і використовуватиметься рівняння (10) для розрахунку:

$$\eta_i^j = XG^j \times P_i^j, \quad (8)$$

$$R_i^j = \frac{XG^j - X_{r2}^j}{XG^j - \varepsilon}, \quad (9)$$

$$ES = 2 \times r_3 \times \left(1 - \frac{1}{T}\right), \quad (10)$$

$$P_i^j = \alpha + \frac{X_i^j - Md_i}{XG^j \times (UB^j - LB^j) + \varepsilon}, \quad (11)$$



У рівнянні (9) ε є мінімумом, r_2 – число, обране випадковим чином із діапазону 1–n. У рівнянні (10) r_3 – випадкове ціле число від −1 до 1. У рівнянні (11) $\alpha = 0{,}1$, Md_i – середнє положенням i-го кандидата на розв'язання, яке обчислюється за допомогою рівняння (12).

$$Md_i = \frac{1}{d}\sum_{j=1}^{d} X_i^j, \tag{12}$$

де d – величина розмірності розв'язуваної задачі.

Дія 10. Перевірка попадання у глобальний оптимум. На даному етапі перевіряється умова попадання алгоритму у глобальний оптимум по визначеному критерію оптимізації.

Дія 11. Процедура глобального перезапуску.

Процедура перезапуску може ефективно покращити здатність алгоритму виходити за межі поточного оптимуму та покращити дослідницьку здатність алгоритму. Якщо оптимальна популяція алгоритму залишається незмінною після ke ітерацій, популяція швидше за все, впаде в локальний оптимум. Таким чином, рішення кандидату буде ініціалізовано випадковим чином, щоб прискорити вихід із глобального оптимуму.

$$Xnew_i^j = rand \times (UB - LB) + LB, nt \rangle ke, \tag{13}$$

Дія 12. Фаза полювання (експлуатація).

При умові $t > 0.5T$ починається фаза полювання, а при $t > 3/4T$ і $t \leq T$ – стратегія мисливської співпраці АР. Його рівняння для оновлення положення виглядає наступним чином:

$$Xnew_i^j = \begin{cases} XG^j \times P_i^j \times (\varsigma \cdot rand), t \rangle \frac{T}{2} mat \leq 3\frac{T}{4}, \\ XG^j \times \eta_i^j \times \varepsilon - R_{r1}^j \times (\varsigma \cdot rand), t \rangle 3\frac{T}{4} mat \leq T. \end{cases} \tag{14}$$

Нарешті, якщо позиція нового кандидата АР ближча до їжі, ніж поточна, АР переміститься на позицію нового кандидата та перейде до наступної ітерації:

$$X_i^j(t+1) = Xnew_i^j(t), якщо F(X_i(t)) \rangle F(Xnew_i(t)) \quad (15)$$

де $F()$ – функція для обчислення значення відповідності, X_i – розташування i-го рішення-кандидата, а $Xnew_i$ – розташування i-го нового рішення кандидата.

Дія 13. Перевірка критерію зупинки. Алгоритм завершується, якщо виконано максимальну кількість ітерацій. В іншому випадку поведінка генерації нових місць і перевірки умов повторюється.

Дія 14. Навчання баз знань АР.

В зазначеному дослідженні для навчання баз знань кожного АР використовується розроблений у дослідженні [2] метод навчання на основі штучних нейронних мереж, що еволюціонують. Метод використовується для зміни характеру пересування кожного АР, для більш точних результатів аналізу в подальшому.

Кінець алгоритму.

Запропоновано методику обробки різнотипних даних з використанням метаевристичного алгоритму. Для визначення ефективності запропонованої методики, проведено моделювання її роботи для вирішення завдання визначення складу оперативного угруповання військ (сил) та елементів його оперативної побудови з метою визначення доцільності проведення перегрупування військ (сил).

Ефективність методики обробки різнотипних даних порівнюється з алгоритмами ройової оптимізації, наведеними в таблиці 1 для 23 унімодальних та мультимодальних функцій.



Таблиця 1

Порівняння запропонованої методики з іншими ройовими алгоритмами для унімодальних та мультимодальних функцій.

Назва функції	Значення функції	Алгоритм зграї бджіл	Алгоритм зграї світлячків	Алгоритм мурашиної зграї	**Запропонована методика**
1	2	3	4	5	6
F1	Середнє	5.1456×10^{-26}	1.3752×10^{-30}	2.0262×10^{-34}	$\mathbf{2.2410 \times 10^{-36}}$
	Стандартне	0	0	0	**0**
	Краще	0	0	0	**0**
F2	Середнє	2.7982×10^{-25}	5.1533×10^{-30}	7.6024×10^{-34}	$\mathbf{1.2270 \times 10^{-35}}$
	Стандартне	0	0	0	**0**
	Краще	0	0	0	**0**
F3	Середнє	1.2335×10^{-15}	1.3169×10^{-17}	2.0901×10^{-21}	$\mathbf{2.9870 \times 10^{-26}}$
	Стандартне	0	0	0	**0**
	Краще	0	0	0	**0**
F4	Середнє	2.7063×10^{-15}	3.4440×10^{-17}	4.9966×10^{-21}	$\mathbf{1.1231 \times 10^{-25}}$
	Стандартне	0	0	0	**0**
	Краще	0	0	0	**0**
F5	Середнє	3.1633×10^{-23}	8.5720×10^{-22}	9.3947×10^{-30}	$\mathbf{1.0063 \times 10^{-4}}$
	Стандартне	9.9721×10^{-23}	4.6942×10^{-21}	3.3014×10^{-29}	$\mathbf{5.5042 \times 10^{-4}}$
	Краще	3.8292×10	4.5361×10	5.3971×10	$\mathbf{9.2311 \times 10^{1}}$
F6	Середнє	1.2740×10	2.9681×10	5.0036×10	$\mathbf{1.6587 \times 10}$
	Стандартне	9.8948×10^{1}	9.8953×10^{1}	9.8920×10^{1}	$\mathbf{9.8708 \times 10^{1}}$
	Краще	5.2147×10^{-2}	1.0042×10^{-2}	6.5905×10^{-2}	$\mathbf{1.9575 \times 10^{-1}}$
F7	Середнє	0.0000×10	0.0000×10	0.0000×10	$\mathbf{0.0000 \times 10}$
	Стандартне	1.5136×10^{-4}	1.7352×10^{-4}	1.1218×10^{-4}	$\mathbf{1.3047 \times 10^{-3}}$
	Краще	1.3928×10^{-4}	2.1698×10^{-4}	1.2010×10^{-4}	$\mathbf{7.8270 \times 10^{-4}}$
F9	Середнє	-1.4903×10^{4}	-1.4796×10^{4}	-1.4585×10^{4}	$\mathbf{-2.1956 \times 10^{4}}$
	Стандартне	4.5009×10^{2}	4.0984×10^{2}	3.3323×10^{2}	$\mathbf{4.2788 \times 10^{2}}$
	Краще	8.4524×10^{-14}	3.5231×10^{-15}	1.2730×10^{-15}	$\mathbf{1.9329 \times 10^{1}}$
F10	Середнє	2.4061×10^{-13}	8.2258×10^{-15}	2.7492×10^{-15}	$\mathbf{3.6507 \times 10}$
	Стандартне	1.1622×10	1.1296×10	1.0991×10	$\mathbf{3.2542 \times 10^{-1}}$
	Краще	6.1114×10^{-2}	4.8698×10^{-2}	6.1272×10^{-2}	$\mathbf{7.2941 \times 10^{-2}}$
F11	Середнє	5.8013×10^{-46}	5.1764×10^{-51}	4.6656×10^{-49}	$\mathbf{5.0181 \times 10^{-42}}$
	Стандартне	3.0141×10^{-45}	1.5408×10^{-50}	8.7556×10^{-49}	$\mathbf{1.5187 \times 10^{-41}}$
	Краще	6.4561×10^{-31}	4.8992×10^{-33}	2.0915×10^{-35}	$\mathbf{3.1866 \times 10^{-30}}$
F12	Середнє	1.5124×10^{-30}	1.7674×10^{-32}	3.9040×10^{-35}	$\mathbf{1.2116 \times 10^{-29}}$
	Стандартне	5.7721×10^{3}	1.1202×10^{4}	2.6989×10^{4}	$\mathbf{5.6676 \times 10^{4}}$
	Краще	1.5215×10^{4}	2.5396×10^{4}	2.9479×10^{4}	$\mathbf{4.7540 \times 10^{4}}$

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
F13	Середнє	9.2891×10^{1}	9.1533×10^{1}	9.1888×10^{1}	$\mathbf{7.1597 \times 10^{1}}$
	Стандартне	1.3709×10	1.7876×10	2.7794×10	$\mathbf{2.6573 \times 10}$
	Краще	9.8629×10^{1}	9.8675×10^{1}	9.8851×10^{1}	$\mathbf{9.8845 \times 10^{1}}$
F14	Середнє	3.6026×10^{-1}	2.9301×10^{-1}	7.3941×10^{-2}	$\mathbf{5.0345 \times 10^{-2}}$
	Стандартне	9.7175×10^{-4}	1.2665×10^{-3}	1.3941×10^{-3}	$\mathbf{1.5076 \times 10^{-3}}$
	Краще	9.3030×10^{-4}	9.5681×10^{-4}	1.1079×10^{-3}	$\mathbf{1.8053 \times 10^{-3}}$
F15	Середнє	-2.2532×10^{4}	-2.3085×10^{4}	-2.3315×10^{4}	$\mathbf{-2.3156 \times 10^{4}}$
	Стандартне	5.4506×10^{2}	4.3601×10^{2}	5.5671×10^{2}	$\mathbf{4.7225 \times 10^{2}}$
	Краще	1.7974×10^{1}	1.9291×10^{1}	1.9948×10^{1}	$\mathbf{1.9292 \times 10^{1}}$
F16	Середнє	6.0939×10^{0}	3.6436×10^{0}	2.4914×10^{-2}	$\mathbf{3.6437 \times 10^{0}}$
	Стандартне	7.4214×10^{-1}	7.3596×10^{-1}	7.9325×10^{-1}	$\mathbf{7.3495 \times 10^{-1}}$
	Краще	7.7846×10^{-2}	7.1764×10^{-2}	6.5839×10^{-2}	$\mathbf{8.4424 \times 10^{-2}}$
F18	Середнє	1.528×10^{-1}	1.688×10^{-1}	8.445×10^{-2}	$\mathbf{8.433 \times 10^{-2}}$
	Стандартне	8.364×10^{-2}	1.419×10^{-1}	9.550×10^{-2}	$\mathbf{1.312 \times 10^{-1}}$
	Краще	1.461×10^{-1}	1.382×10^{-1}	1.033×10^{-1}	$\mathbf{2.180 \times 10^{-1}}$
F19	Середнє	1.043×10^{-1}	8.713×10^{-2}	9.100×10^{-2}	$\mathbf{8.272 \times 10^{-2}}$
	Стандартне	1.070×10^{-1}	9.662×10^{-2}	8.159×10^{-2}	$\mathbf{1.306 \times 10^{-1}}$
	Краще	1.280×10^{-1}	1.978×10^{-1}	1.335×10^{-1}	$\mathbf{2.230 \times 10^{-1}}$
F20	Середнє	1.760×10^{-1}	1.373×10^{-1}	1.590×10^{-1}	$\mathbf{1.210 \times 10^{-1}}$
	Стандартне	1.449×10^{-1}	1.735×10^{-1}	1.327×10^{-1}	$\mathbf{1.822 \times 10^{-1}}$
	Краще	1.324×10^{-1}	1.870×10^{-1}	1.685×10^{-1}	$\mathbf{2.078 \times 10^{-1}}$
F21	Середнє	2.481×10^{-1}	1.460×10^{-1}	2.100×10^{-1}	$\mathbf{2.723 \times 10^{-1}}$
	Стандартне	1.350×10^{-1}	1.449×10^{-1}	1.467×10^{-1}	$\mathbf{1.375 \times 10^{-1}}$
	Краще	1.223×10^{-1}	1.145×10^{-1}	1.172×10^{-1}	$\mathbf{1.386 \times 10^{-1}}$
F22	Середнє	9.012×10^{-2}	1.000×10^{-1}	8.897×10^{-2}	$\mathbf{5.730 \times 10^{-2}}$
	Стандартне	1.944×10^{-1}	1.090×10^{-1}	5.980×10^{-2}	$\mathbf{7.212 \times 10^{-2}}$
	Краще	1.000×10^{-1}	1.172×10^{-1}	9.750×10^{-2}	$\mathbf{1.078 \times 10^{-1}}$
F23	Середнє	6.104×10^{-2}	9.397×10^{-2}	9.970×10^{-2}	$\mathbf{5.727 \times 10^{-2}}$
	Стандартне	7.606×10^{-2}	6.572×10^{-2}	7.230×10^{-2}	$\mathbf{4.779 \times 10^{-2}}$
	Краще	1.613×10^{-1}	1.657×10^{-1}	1.494×10^{-1}	$\mathbf{1.570 \times 10^{-1}}$

Як видно з табл. 1 підвищення оперативності обробки різнотипних даних досягається на рівня 15–19 % за рахунок використання додаткових процедур.

Можна помітити, що методика обробки різнотипних даних здатна збігатися до справжнього значення для більшості унімодальних функцій із



найшвидшою швидкістю збіжності та найвищою точністю, тоді як результати збіжності алгоритму мурашиної зграї далеко від задовільних.

2. Методичний підхід з оцінки стану ієрархічних систем з використанням метаевристичного алгоритму

Оптимізатору тасманського диявола – стохастичний популяційний алгоритм на основі популяції, який використовує агентів тасманських дияволів (АТД) як пошукових агентів.

Методичний підхід з оцінки стану ієрархічних систем з використанням метаевристичного підходу складається з наступної послідовності дій:

Дія 1. Введення вихідних даних. На даному етапі визначаються основні параметри алгоритму, такі як:

тип завдання, що вирішується;

кількість агентів у популяції;

кількість змінних, що характеризують завдання, що вирішується;

наявні обчислювальні ресурси системи;

тип невизначеності про ієрархічну систему (повна невизначеність, часткова невизначеність, повна обізнаність);

обсяг та тип навчальної вибірки;

обсяг та тип тестової вибірки;

архітектура штучної нейронної мережі та ін.

Дія 2. Створення зграї АТД. Відбувається ініціалізація популяції АТД X_i (i = 1,2,....., n). Сукупність АТД утворюють популяцію, яка описується матрицею X. Початкова популяція АТД в даному алгоритмів генерується з урахуванням невизначеності про стан ієрархічної системи на основі обмежень проблеми, що розглядається. Члени популяції АТД є пошуковими агентами в просторі рішень, надаючи значення-кандидати для змінних проблеми на основі їх позицій у просторі пошуку. Математично кожен член

генеральної сукупності є вектором, число елементів якого дорівнює кількості змінних завдань.

Виставлення АТД здійснюється з урахуванням невизначеності про ієрархічну систему, що підлягає аналізу та проводиться ініціалізація базової моделі її стану [2, 19, 21] (16):

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ . \\ . \\ . \\ X_i \\ . \\ . \\ . \\ X_N \end{bmatrix}_{N\times m} = \begin{bmatrix} x_{1,1}\times \imath_{1,1} & . & . & . & x_{1,d}\times \imath_{1,d} & . & . & . & x_{1,m}\times \imath_{1,m} \\ . & & . & & . & & . & & . \\ . & & . & & . & & . & & . \\ . & & . & & . & & . & & . \\ x_{i,1}\times \imath_{i,1} & . & . & . & x_{i,d}\times \imath_{i,d} & . & . & . & x_{i,m}\times \imath_{i,m} \\ . & & . & & . & & . & & . \\ . & & . & & . & & . & & . \\ . & & . & & . & & . & & . \\ x_{N,1}\times \imath_{N,1} & . & . & . & x_{N,d}\times \imath_{N,d} & . & . & . & x_{N,m}\times \imath_{N,m} \end{bmatrix}_{N\times m}. \quad (16)$$

де X – популяційна матриця АТД, X_i – i-й член зграї АТД (кандидат рішення), $x_{i,d}$ – d-й вимір у просторі пошуку (змінна рішення), N – кількість АТД, m – кількість змінних рішення.

Основна позиція АТД у просторі вирішення завдання ініціалізується на початку виконання алгоритму за допомогою рівняння (17):

$$x_{i,d} = lb_d + r \cdot (ub_d - lb_d), \quad (17)$$

де lb_d, ub_d – нижня та верхня межа d-их змінних рішення, r – випадкове числом в інтервалі [0,1].

Варіант рішення, яке веде до оптимального значення цільової функції вважається найкращий член популяції АТД. Найкращий член популяції АТД оновлюється на кожній ітерації на основі отриманих значень.

Дія 3. Нумерація АТД в зграї, i, $i\epsilon$ [0,S]. На даному етапі кожному АТД присвоюється порядковий номер. Це дає змогу визначати параметри знаходження рішення для кожної особини у зграї.



Дія 4. Визначення початкової швидкості АТД.

Початкова швидкість v_0 кожного АТД визначається наступним виразом:

$$v_i = (v_1, v_2 \ldots v_S),\ v_i = v_0. \tag{18}$$

Процес оновлення популяції АТД базується на моделюванні двох стратегій пошуку їжі тасманських дияволів. Будь-який АТД може зайнятися збиранням падалі або полюванням на здобич. В канонічному алгоритмі тасманських дияволів передбачається, що ймовірність вибору будь-якого з цих двох стратегій дорівнює, тобто 50%. Відповідно до цієї концепції, у кожній ітерації АТД кожен тасманський диявол оновлюється лише на основі однієї з цих двох стратегій.

Дія 6. Попереднє оцінювання ділянки пошуку АТД. В даній процедурі ділянка пошуку на природній мові визначається саме ореолом існування АТД. Враховуючи, що джерела їжі для АТД це їжа тваринного походження, тому доцільно провести сортування придатності джерел їжі (дія 7).

Дія 7. Класифікація джерел їжі для АТД.

Місцезнаходження найкращого джерела їжі (тобто мінімальна придатність) вважається (FS_{ht}) їжа тваринного походження (падаль), яка знаходиться поряд та вимагає найменшої витрати енергії для її пошуку та здобування. Делікатесну їжу тваринного походження позначимо як FS_{at}.

Інші не пріоритетні джерела харчування (їжа, яка необхідна для виживання особин) позначимо як $FS_{nt.}$:

$$FS_{ht}=FS(\text{sorte_index}(1)), \tag{19}$$

$$FS_{at}(1:3)=\text{FS}(\text{sorte_index}(2:4)), \tag{20}$$

$$FS_{nt}(1:NP\text{-}4)=\text{FS}(\text{sorte_index}(5: NP)). \tag{21}$$

Дія 8. Визначення кількості доступних обчислювальних ресурсів системи.

На даному етапі визначається кількість обчислювальних ресурсів, які наявні для проведення обчислень. Відповідно до положень, що викладені в дії 4 обирається концепція оновлення положення АТД.

Дія 9. Ведення розвідки АТД.

Дія 9.1 Пошук падалі.

Іноді АТД харчуються падаллю всередині їх території, та не полюють активно. Поведінка АТД під час сканування середовища існування для пошуку падалі аналогічна процесу алгоритмічного пошуку в просторі рішення завдання. Ця стратегія АТД, що поглинають падаль, ефективно демонструє дослідницьку здатність АТД під час сканування різних регіонів простору пошуку для визначення початкових оптимальних областей.

Рівняння (22) описує випадковий вибір одного такого сценарію, де *i*-й тасманійський диявол вибирає *k*-ий член популяції як цільову падаль. Отже, *k* має бути випадковим чином обрано між 1 і *N*:

$$C_i = X_{k,i} = 1,2,\dots,N, k \in \{1,2,\dots,N | \ k \neq i\}, \quad (22)$$

де C_i – падаль, обрану *i*-м АТД.

Дія 9.2 Обчислення нової позиції АТД.

На основі обраної падалі обчислюється нова позиція АТД в просторі пошуку. У цій стратегії, якщо значення цільової функції падалі краще, АТД рухається до нього; інакше АТД віддаляється. Ця стратегія руху АТД описується в рівнянні (23).

Дія 9.3 Оновлення позиції АТД.

Після обчислення нової позиції АТД, якщо значення цільової функції вище в новій позиції, тоді АТД приймає оновлену позицію; в іншому випадку АТД залишається на попередній позиції. Цей крок оновлення наведені у рівнянні (24).

$$x_{i,j}^{\text{новий},S1} = \begin{cases} x_{i,j} + r \times (c_{i,j} - I \times x_{i,j}), F_{C_i} \langle F_i; \\ x_{i,j} + r \times (x_{i,j} - c_{i,j}), \text{інакше.} \end{cases} \quad (23)$$

$$X_i = \begin{cases} X_i^{\text{новий},S1}, F_i^{\text{новий},S1} \langle F_i; \\ X_i, \text{інакше.} \end{cases} \quad (24)$$

де $X_i^{\text{новий},S1}$ – новий стан *i*-го АТД на основі першої стратегії, $x_{i,j}^{\text{новий},S1}$ – значення його *j*-ї змінної, $F_i^{\text{новий},S1}$ – нове значення цільової функції, F_{C_i} – значення цільової функції обраної падалі, *r* – випадкове число в інтервалі [0, 1], а *I* – випадкова величина, яка може приймати значення 1 або 2.

Дія 10. Дія експлуатації. Полювання на здобич АТД.

Стратегія харчування АТД у даному випадку передбачає полювання на здобич та поділяється на два етапи.

Дія 10. 1 Ініціювання нападу на здобич.

На першому етапі АТД обирає здобич шляхом сканування території та ініціює напад.

Дія 10. 2 Перехоплення здобичі та харчування нею АТД.

Після наближення до здобичі, АТД переслідує здобич, перехоплює її та починає годуватись. Моделювання першого етапу подібне до першої стратегії, тобто виділення падалі. Таким чином, перший етап відбору жертви та нападу моделюється за допомогою рівняння (25) до рівняння (27). На другому етапі, оновлюючи *i*-го АТД, припустіть позиції інших членів популяції як місця здобичі, *i*-й член сукупності випадково вибирається як здобич, де *k* – природне випадкове число, відмінне від *i*, в діапазоні від 1 до *N*. Процес вибору здобичі змодельований у рівнянні (25).

$$Pi = X_{k,i} = 1,2,\ldots,N, k \in \{1,2,\ldots,N | \ k \neq i\} \quad (25)$$

де P_i – здобич, обрана *i*-м АТД.

Після визначення положення здобичі обчислюється нове положення для АТД. Під час обчислення цієї нової позиції, якщо значення цільової функції вибраної жертви краще, АТД рухається до неї; в іншому випадку він

відходить від цієї позиції. Моделювання цього процесу представлено у рівнянні (26). Нещодавно обчислена позиція АТД замінить попередню позицію, якщо вона покращить значення цільової функції. Цей крок другої стратегії моделюється у рівнянні (27).

$$x_{i,j}^{\text{новий},S2} = \begin{cases} x_{i,j} + r \times (p_{i,j} - I \times x_{i,j}), F_{p_i} \langle F_i; \\ x_{i,j} + r \times (x_{i,j} - p_{i,j}), \text{інакше}. \end{cases} \quad (26)$$

$$X_i = \begin{cases} X_i^{\text{новий},S2}, F_i^{\text{новий},S2} \langle F_i; \\ X_i, \text{інакше}. \end{cases} \quad (27)$$

де $X_i^{\text{новий},S2}$ – новий стан *i*-го АТД на основі другої стратегії *S*2, $x_{i,j}^{\text{новий},S2}$ – значення його *j*-ного значення, $F_i^{\text{новий},S2}$ – нове значення функції, F_{pi} – значення цільової функції обраної жертви.

Дія 11. Перевірка критерію зупинки. Алгоритм завершується, якщо виконано максимальну кількість ітерацій. В іншому випадку поведінка генерації нових місць і перевірки умов повторюється.

Дія 11. Навчання баз знань АТД.

В зазначеному дослідженні для навчання баз знань кожного АТД використовується розроблений у дослідженні [2] метод навчання на основі штучних нейронних мереж, що еволюціонують. Метод використовується для зміни характеру пересування кожного АТД, для більш точних результатів аналізу в подальшому.

Кінець алгоритму.

Запропонований методичний підхід оцінки стану ієрархічних систем з використанням метаевристичного підходу. Для визначення ефективності запропонованого методичного підходу, проведено моделювання його роботи для вирішення завдання визначення складу оперативного угруповання військ (сил) та елементів його оперативної побудови з метою визначення доцільності проведення перегрупування військ (сил).



Ефективність методичного підходу порівнюється з алгоритмами ройової оптимізації, наведеними в таблиці 2 для 25 унімодальних та мультимодальних функцій.

Таблиця 2

Порівняння методичного підходу з унімодальними та мультимодальними функціями.

№ функції	Результат	Алгоритм зграї мавп	Алгоритм зграї яструбів	Алгоритм зграї кажанів	Алгоритм зграї лисок	Алгоритм світлячків	**Запропоно-ваний підхід**
1	2	3	4	5	6	7	8
F1	Середнє значення	2.11E-17	8.22E+03	7.26E-11	1.53E-104	9.80E-11	4.39E-11
	Стандартне значення	3.76E-17	1.30E+03	1.05E-10	3.29E-10	1.11E-10	5.62E-11
	Верхнє значення	-	8.35E-34	1.15E-03	2.39E-02	6.06E-05	1.41E-06
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F2	Середнє значення	1.27E+00	1.96E+04	3.52E+01	2.55E+01	3.79E+01	3.62E+01
	Стандартне значення	1.87E+00	3.56E-03	2.44E+01	1.65E+01	2.90E+01	2.21E+01
	Верхнє значення	-	4.45E-31	9.52E-09	8.58E-11	8.43E-08	3.22E-10
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F3	Середнє значення	2.31E+06	1.30E+08	3.44E+06	4.12E+06	3.92E-06	3.92E+06
	Стандартне значення	1.18E+06	2.03E+07	1.46E+06	1.79E+06	1.56E+06	1.41E+06
	Верхнє значення	-	1.41E-33	4.13E-03	1.17E-04	1.52E-04	6.90E-05
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F4	Середнє значення	9.69E+01	2.54E+04т	3.15E+03	2.70E+03	2.75E-03	2.77E+03
	Стандартне значення	1.41E+02	3.66E-03	2.08E+03	1.78E+03	1.63E+03	1.57E+03
	Верхнє значення	-	1.47E-35	1.70E-09	2.86E-09	1.09E-10	4.79E-11
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F5	Середнє значення	2.90E+04	2.83E+04	2.72E+04	2.28E+04	2.28E+04	2.74E+042
	Стандартне значення	3.53E+01	2.84E-03	2.77E+03	4.84E+02	4.31E+02	2.64E+03
	Верхнє значення	-	2.10E-01	1.97E-03	4.56E-48	1.41E-50	4.39E-03
	Нижнє значення	-	0	1	1	1	1

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
F 6	Середнє значення	1.02E+02	6.22E+08	9.52E+01	2.32E+02	2.32E+02	1.54E-02
	Стандартне значення	1.79E+02	1.52E+08	1.09E+02	4.16E+02	5.14E+02	2.75E+02
	Верхнє значення	-	2.01E-25	8.64E-01	1.58E-02	2.40E-03	4.37E-05
	Нижнє значення	-	1	0	1	1	1
F7	Середнє значення	4.70E+03	4.57E+032	4.67E+03	3.91E+03	3.93E+032	4.6SE+03
	Стандартне значення	2.53E-12	1.43E+02	9.60E+01	1.88E+02	1.50E+02	1.02E+02
	Верхнє значення	-	7.97E-05	1.98E-01	7.73E-26	1.86E-29	3.22E-01
	Нижнє значення	-	1	0	1	1	0
F8	Середнє значення	2.10E+01	2.09E+01	2.10E+01	2.10E+01	2.09E+01	2.09E+01
	Стандартне значення	4.58E-02	5.82E-02	4.27E-02	4.29E-02	5.89E-02	5.06E-02
	Верхнє значення	-	9.63E-02	9.81E-01	8.71E-01	3.25E-02	5.59E-01
	Нижнє значення	-	0	0	0	1	0
F9	Середнє значення	2.42E+01	2.32E+02	5.02E+01	5.19E+01	5.92E+01	4.50E+01
	Стандартне значення	6.66E+00	1.28E+01	1.76E+01	1.88E+01	1.48E+01	9.30E+00
	Верхнє значення	-	1.57E-50	1.08E-08	9.31E-09	1.91E-14	5.77E-12
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F10	Середнє значення	6.73E+01	2.97E+02	1.27E+02	1.12E+02	1.13E+02	1.07E+02
	Стандартне значення	5.40E+01	1.25E+01	4.38E+01	2.90E+01	3.32E+01	2.71E+01
	Верхнє значення	-	1.28E-25	8.69E-05	6.95E-04	7.66E-04	2.13E-03
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F11	Середнє значення	1.10E+01	3.88E+01	2.62E+01	3.99E+01	2.87E+01	2.50E+01
	Стандартне значення	1.99E+00	1.12E+00	4.80E+00	6.92E-01	5.37E+00	3.04E+00
	Верхнє значення	-	4.32E-47	2.77E-19	1.59E-49	9.26E-14	2.99E-24
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F12	Середнє значення	9.83E+05	1.02E+06	1.34E+04	9.17E+05	3.41E+04	1.12E+04E
	Стандартне значення	1.30E+05	1.09E+05	9.83E+03	2.08E+05	6.13E+04	6.25E+03
	Верхнє значення	-	2.49E-01	4.17E-37	1.82E-01	1.05E-34	3.46E-37
	Нижнє значення	-	0	1	0	1	1



Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
F13	Середнє значення	2.85E+00	3.15E+01	7.34E+00	6.57E+00	7.15E+004	6.50E+00
	Стандартне значення	4.11E-01	2.52E+00	2.23E+00	1.68E+00	2.31E+00	2.23E+00
	Верхнє значення	-	1.91E-45	3.61E-13	2.33E-14	3.82E-12	1.85E-10
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F14	Середнє значення	1.31E+01	1.34E+01	1.27E+01E	1.32E+01	1.28E+01	1.31E+01
	Стандартне значення	2.12E-01	1.31E-01	3.00E-01	1.84E-01	3.53E-01	2.21E-01
	Верхнє значення	-	4.29E-09	1.21E-06	3.47E-02	7.10E-04	9.20E-01
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	0
F15	Середнє значення	3.85E+02	5.71E+02	3.78E+02	2.62E+02	3.33E+02	3.84E+02
	Стандартне значення	6.28E+01	3.84E+01	6.61E+01	8.10E+01	1.15E+02	8.53E+01
	Верхнє значення	-	6.39E-17	6.99E-01	2.64E-07	8.06E-02	9.75E-01
	Нижнє значення	-	1	0	1	0	0
F16	Середнє значення	1.01E+02	3.28E-02	1.67E+02	1.65E+02	1.95E+02	1.47E+02
	Стандартне значення	8.00E+01	2.61E+01	6.18E+01	5.26E+01	8.81E+01	3.46E+01
	Верхнє значення	-	5.46E-18	1.82E-03	7.11E-03	2.51E-04	1.07E-02
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F17	Середнє значення	1.16E+02	3.62E+02	1.59E+02	1.92E+02	1.75E+02	1.56E+02
	Стандартне значення	8.12E+01	1.46E+01	9.15E+01	1.20E+02	9.22E-01	7.45E+01
	Верхнє значення	-	1.20E-19	8.86E-04	1.21E-02	1.99E-02	2.38E-02
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F18	Середнє значення	9.05E+02	1.01E+03	9.12E+02	9.12E+02	9.11E+02	9.12E+02
	Стандартне значення	1.21E+00	8.37E+00	3.72E+00	3.11E+00	3.60E+00	3.48E+00
	Верхнє значення	-	7.26E-47	6.38E-12	1.08E-15	8.05E-12	6.47E-14
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F19	Середнє значення	9.04E+02	1.01E+03	9.12E+02	9.11E+02	9.11E+02	9.12E+02
	Стандартне значення	6.22E-01	7.99E+00	3.56E+00	3.52E+00	2.91E+00	4.15E+00
	Верхнє значення	-	6.37E-48	1.04E-13	1.91E-13	1.23E-15	4.99E-12
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
F20	Середнє значення	9.04E+02	1.00E+03	9.13E+02	9.11E+02	9.11E+02	9.14E+02
	Стандартне значення	3.53E-01	8.72E+00	4.29E+00	3.81E+00	2.59E+00	4.45E+00
	Верхнє значення	-	7.96E-46	1.66E-13	2.98E-12	1.14E-17	1.97E-14
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F21	Середнє значення	5.00E+02	1.13E+03	5.24E+02	5.00E+02	5.89E+02	5.39E+02
	Стандартне значення	2.24E-13	2.14E+01	8.31E+01	1.65E-11	1.99E+02	1.46E+02
	Верхнє значення	-	1.57E-65	1.55E-06	2.55E-05	2.93E-02	1.86E-03
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F22	Середнє значення	8.94E+02	1.07E+03	9.64E+02	9.52E+02	9.65E+02	9.57E+02
	Стандартне значення	1.34E+01	2.02E+01	4.42E+01	3.14E+01	3.76E+01	4.03E+01
	Верхнє значення	-	1.91E-36	8.10E-10	3.82E-11	9.63E-12	1.31E-09
	Нижнє значення	-	1	1	1	1	1
F23	Середнє значення	5.50E+02	1.13E+03	5.50E+02	5.76E+02	5.36E+02	5.34E+02
	Стандартне значення	5.07E+01	3.01E+01	8.08E+01	1.48E+02	6.07E+00	1.32E-02
	Верхнє значення	-	4.56E-35	9.99E-01	4.54E-01	3.79E-01	3.23E-01
	Нижнє значення	-	1	0	0	0	0
F24	Середнє значення	2.00E+02	1.12E+03	2.00E+02	2.00E+02	2.00E+02	2.00E+02
	Стандартне значення	8.67E-13	2.84E+01	3.48E-10	6.24E-11	2.51E-10	6.07E-11
	Верхнє значення	-	1.77E-67	1.05E-02	5.66E-05	5.56E-02	8.54E-05
	Нижнє значення	-	1	1	1	0	1
F25	Середнє значення	9.84E+02	1.27E+03	9.88E+02	9.S6E+02-	9.85E+02	9.56E+02
	Стандартне значення	5.46E+00	8.56E+00	9.60E+00	1.16E+01	1.04E+01	9.28E+00
	Верхнє значення	-	2.27E-64	3.55E-02	3.86E-01	5.11E-02	1.95E-01
	Нижнє значення	-	1	1	0	0	0

Як видно з табл. 2 підвищення оперативності прийняття рішень досягається на рівня 14−17 % за рахунок використання додаткових процедур.



Можна помітити, що методичний підхід з оцінки стану ієрархічних систем з використанням метаевристичного алгоритму здатний збігатися до справжнього значення для більшості унімодальних функцій із найшвидшою швидкістю збіжності та найвищою точністю, тоді як результати збіжності алгоритму зграї мавп далеко від задовільних.

Висновки

1. Визначено алгоритм реалізації методики, завдяки додатковим та удосконаленим процедурам що дозволяє:

– враховується тип невизначеності та зашумленості;

– реалізувати адаптивні стратегії пошуку джерел полювання АР;

– визначити стратегію полювання з урахуванням наявних обчислювальних ресурсів системи;

– врахувати наявні обчислювальні ресурси системи обробки різнотипних даних;

– здійснити зміну площі пошуку окремими агентами;

– змінювати швидкість руху агентів;

– провести початкове виставлення АР з урахуванням типу невизначеності;

– провести локальний та глобальний пошук з урахуванням ступеню невизначеності та зашумленості даних;

– провести навчання баз знань, що здійснюється шляхом навчання синаптичних ваг штучної нейронної мережі, типу та параметрів функції належності, а також архітектури окремих елементів і архітектури штучної нейронної мережі в цілому;

– уникнути проблеми локального екстремуму.

2. Проведений приклад використання запропонованого методичного підходу на прикладі при вирішенні завдання визначення складу оперативного

угруповання військ (сил) та елементів його оперативної побудови. Зазначений приклад показав підвищення ефективності оперативності обробки даних на рівні 15–19 % за рахунок використання додаткових удосконалених процедур.

3. Визначено алгоритм реалізації методичного підходу, завдяки додатковим та удосконаленим процедурам що дозволяє:

– враховується тип невизначеності та зашумленості;

– реалізувати адаптивні стратегії пошуку джерел полювання АТД;

– визначити стратегію полювання з урахуванням наявних обчислювальних ресурсів системи;

– врахувати наявні обчислювальні ресурси системи аналізу стану ієрархічних систем;

– здійснити зміну площі пошуку окремими агентами;

– змінювати швидкість руху агентів;

– провести початкове виставлення АТД з урахуванням типу невизначеності;

– провести локальний та глобальний пошук з урахуванням ступеню зашумленості даних про стан ієрархічних систем;

– провести навчання баз знань, що здійснюється шляхом навчання синаптичних ваг штучної нейронної мережі, типу та параметрів функції належності, а також архітектури окремих елементів і архітектури штучної нейронної мережі в цілому;

– уникнути проблеми локального екстремуму.

4. Проведений приклад використання запропонованого методичного підходу на прикладі при вирішенні завдання визначення складу оперативного угруповання військ (сил) та елементів його оперативної побудови. Зазначений приклад показав підвищення ефективності оперативності обробки даних на рівні 14–17 % за рахунок використання додаткових удосконалених процедур.



Список використаних джерел:

1. Шишацький А. В., Башкиров О. М., Костина О. М. Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил. // Науково-технічний журнал "Озброєння та військова техніка". 2015. № 1(5). С. 35 –40.

2. V. Dudnyk, Yu. Sinenko, M. Matsyk, Ye. Demchenko, R. Zhyvotovskyi, Iu. Repilo, O. Zabolotnyi, A. Simonenko, P. Pozdniakov, A.Shyshatskyi. Development of a method for training artificial neural networks for intelligent decision support systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 3. No. 2 (105). 2020. pp. 37–47. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203301.

3. Sova, O., Shyshatskyi, A., Salnikova, O., Zhuk, O., Trotsko, O., & Hrokholskyi, Y. Development of a method for assessment and forecasting of the radio electronic environment. EUREKA: Physics and Engineering, 2021, No. 4, pp. 30-40. https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001940.

4. Pievtsov, H., Turinskyi, O., Zhyvotovskyi , R., Sova , O., Zvieriev, O., Lanetskii , B., and Shyshatskyi , A. (2020). Development of an advanced method of finding solutions for neuro-fuzzy expert systems of analysis of the radioelectronic situation. EUREKA: Physics and Engineering, No. (4), pp. 78-89. https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353.

5. P. Zuiev, R. Zhyvotovskyi, O. Zvieriev, S. Hatsenko, V. Kuprii, O. Nakonechnyi, M. Adamenko, A. Shyshatskyi, Y. Neroznak, V. Velychko. Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020, Vol. 4, No. 9 (106), pp. 14–23. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554.

6. A. Shyshatskyi, O. Zvieriev, O. Salnikova, Ye. Demchenko, O. Trotsko, Ye. Neroznak. Complex Methods of Processing Different Data in Intellectual Systems for Decision Support System. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. Vol. 9, No. 4, pp. 5583–5590 DOI: https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/206942020.

7. Nechyporuk, O., Sova, O., Shyshatskyi, A., Kravchenko, S., Nalapko, O., Shknai, O., Klimovych, S., Kravchenko, O., Kovbasiuk, O., Bychkov, A. (2023). Development of a method of complex analysis and multidimensional forecasting of the state of intelligence objects. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 2, No. 4 (122), pp. 31–41. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276168.

8. Koval, V., Nechyporuk, O., Shyshatskyi, A., Nalapko, O., Shknai, O., Zhyvylo, Y., Yerko, V., Kreminskyi, B., Kovbasiuk, O., Bychkov, A. (2023). Improvement of the optimization method based on the cat pack algorithm. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 1, No.9 (121), pp. 41–48. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273786.

9. Шишацький А. В., Зайцев М. М., Гаценко С. С. Аналіз характеру сучасних воєнних конфліктів Україна в умовах сучас-них викликів та загроз: глобальний та націона-льний виміри: матеріали наук.-практ. семінару (Київ, 17 лют. 2023 р.) / за ред. Г. П. Ситника, Л. М. Шипілової. Київ: На-вч.-наук. ін-т публ. упр. та держ. служби Київ. нац.ун-ту імені Тараса Шевченка, 2023. С.46−49.

10. Заграновская А. В., Эйсснер Ю. Н. Моделирование сценариев развития экономической ситуации на основе нечетких когнитивных карт. Современная экономика: проблемы и решения. 2017, №10 (94), С. 33–47. DOI: 10.17308/meps.2017.10/1754.

11. Симанков В. С., Путято М. М. Исследование методов когнитивного анализа. Системный анализ, управление и обработка информации. 2013, № 13. С. 31–35.

12. Y.-C. Ko, H. Fujita. An evidential analytics for buried information in big data samples: Case study of semiconductor manufacturing. Information Sciences. 2019. Vol. 486. pp. 190–203. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.01.079.

13. I. J.Ramaji, A. M. Memari. Interpretation of structural analytical models from the coordination view in building information models. Automation in Construction. 2018. Vol. 90. pp. 117–133. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.025.

14. C. J.Pérez-González, M. Colebrook, J. L. Roda-García, C. B. Rosa-Remedios. Developing a data analytics platform to support decision making in emergency and security management. Expert Systems with Applications. 2019. Vol. 120. pp. 167–184. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.023.

15. H. Chen. Evaluation of Personalized Service Level for Library Information Management Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process. Procedia Computer Science. Vol. 131. 2018. pp. 952–958. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.233.

16. H. K. Chan, X. Sun, S.-H. Chung. When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process? Decision Support Systems. 2019. pp. 1–37. DOI: https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113114.

17. A. M. S. Osman. A novel big data analytics framework for smart cities. Future Generation Computer Systems. 2019. Vol. 91. pp. 620–633. DOI: https://doi.org/10.1016/j.future.2018.06.046.

18. I. Gödri, C. Kardos, A. Pfeiffer, J. Váncza. Data analytics-based decision support workflow for high-mix low-volume production systems. CIRP Annals. Vol. 68. Issu. 1. 2019. pp. 471–474. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cirp.2019.04.001.

19. J. L. Harding. Data quality in the integration and analysis of data from multiple sources: some research challenges. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XL-2/W1. 2013. pp. 59–63. DOI: 10.5194/isprsarchives-XL-2-W1-59-2013.

20. Kosko B. Fuzzy cognitive maps. Intern. Journal of Man-Machine Studies. 1986., Vol. 1., pp. 65–75.

21. Горелова Г.В. Когнитивный подход к имитационному моделированию сложных систем. Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. № 3. С. 239–250.

22. Orouskhani, M., Orouskhani, Y., Mansouri, M., Teshnehlab, M. A novel cat swarm optimization algorithm for unconstrained optimization problems, International Journal “Imformation Technology and Computer Science”, 2013, Vol. 11, pp. 32 − 41.

23. A. Koshlan, O. Salnikova, M. Chekhovska, R. Zhyvotovskyi, Y. Prokopenko, T. Hurskyi, A. Yefymenko, Y. Kalashnikov, S. Petruk, A. Shyshatskyi. Development of an algorithm for complex processing of geospatial data in the special-purpose geoinformation system in conditions of diversity and uncertainty of data. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 5. No. 9 (101). 2019. pp. 16–27. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.180197.

24. Mahdi Q. A., Shyshatskyi A., Prokopenko Y., Ivakhnenko T.., Kupriyenko D.., Golian V., Lazuta R., Kravchenko S.., Protas N. & Momit A.. Development of estimation and forecasting method in intelligent decision support systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2021, Vol. 3, No. 9(111), pp. 51–62. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232718.

25. Емельянов В. В., Курейчик В. В., Курейчик В. М., Емельянов В. В. Теория и практика эволюционного моделирования. М.: Физматлит, 2003. – 432 с.

26. Гороховатський В., Стяглик Н.., Царевська, В. Комбінаційний метод прискореного метричного пошуку даних у задачах класифікації зображень. Сучасні інформаційні системи. 2021. Том 5, № 3, с. 5–12. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.3.01.

27. Levashenko, V., Liashenko, O., Kuchuk, H. Побудова системи підтримки прийняття рішень на основі нечітких даних. Сучасні інформаційні системи, 2020, Том 4, № 4, с. 48–56. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.4.07.

28. Meleshko, Y., Drieiev, O., Drieieva, H. Метод ідентифікації профілів ботів на основі нейронних мереж у рекомендаційних системах. Сучасні інформаційні системи, Том 4, № 2, с. 24–28. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.2.05.

29. Kuchuk, N., Merlak, V., & Skorodelov, V. Метод зменшення часу доступу до слабкоструктурованих даних. Сучасні інформаційні системи. 2020. Том 4, № 1, с. 97–102. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.1.14.



30. Shyshatskyi, A., Tiurnikov, M., Suhak, S., Bondar, O., Melnyk, A., Bokhno, T., & Lyashenko, A.. Методика оцінки ефективності системи зв'язку оперативного угруповання військ. Сучасні інформаційні системи. 2020. Том 4, № 1, с. 107–112. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.1.16.

31. Raskin, L., & Sira, O. (2016). Method of solving fuzzy problems of mathematical programming. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(4 (83), 23–28. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.81292

32. Lytvyn, V., Vysotska, V., Pukach, P., Brodyak, O., & Ugryn, D. Development of a method for determining the keywords in the slavic language texts based on the technology of web mining. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017, Vol. 2, No. 2 (86), pp. 14–23. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.98750

33. Stepanenko, A., Oliinyk, A., Deineha, L., & Zaiko, T. (2018). Development of the method for decomposition of superpositions of unknown pulsed signals using the second-order adaptive spectral analysis. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2018, Vol. 2, No.9 (92), pp. 48–54. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126578.

34. Nechyporuk, O., Sova, O., Shyshatskyi, A., Kravchenko, S., Nalapko, O., Shknai, O., Klimovych, S., Kravchenko, O., Kovbasiuk, O., & Bychkov, A. (2023). Development of a method of complex analysis and multidimensional forecasting of the state of intelligence objects . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol 2, No. 4 (122), pp. 31–41. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276168.

35. Tarkhan, A. B., Zhuravskyi, Y., Shyshatskyi, A., Pluhina, T., Dudnyk, V., Kiris, I., Nalapko, O., Protas, N., Neronov, S., & Nechyporuk, V. (2023). Development of a solution search method using an improved fish school algorithm. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 4, No. 4 (124), pp. 27–33. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284315.

36. Koval, V., Shyshatskyi, A., Ransevych, R., Gura, V., Nalapko, O., Shypilova, L., Protas, N., Volkov, O., Stanovskyi, O., & Chaikovska, O. (2023). Development of a method for the search of solutions in the sphere of national security using bio-inspired algorithms. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 3, No. 4 (123), pp. 6–13. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.280355

37. Koval M., Sova O., Shyshatskyi A., Orlov O., Artabaiev Yu., Shknai O., Veretnov A., Koshlan O., Zhyvylo Ye., Zhyvylo I. Improvement of complex resource management of special-purpose communication systems. Eastern-european journal of enterprise technologies, 2022, Vol 5, No 9 (119), pp.34−44. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266009.

38. Налапко О. Л. Analysis of technical characteristics of the network with possibility to self-organization / О. Л. Налапко, А. В. Шишацький. // Сучасні інформаційні системи. – Харків, 2018. – №4, Том 2. – С. 78–86.

39. Nina Kuchuk, Amin Salih Mohammed, Andrii Shyshatskyi and Oleksii Nalapko. The Method of Improving the Efficiency of Routes Selection in Networks of Connection with the Possibility of Self-Organization (Scopus). International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. – 2019. – №1.2., Volume 8. – С. 1–6. DOI: 10.30534/ijatcse/2019/0181.22019.

40. Analysis of mathematical apparatus for managing channel and network resources of military radio communication systems / O.Nalapko, R. Pikul, P. Zhuk, A. Shyshatskyi. // Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Наукове періодичне видання “Системи управління, навігації та зв'язку”, Збірник наукових праць. – Полтава, 2019. – №3(55). – С. 166–170.

41. O. Nalapko, A. Shyshatskyi, V. Ostapchuk, Qasim Abbood Mahdi, R. Zhyvotovskyi, S. Petruk, Ye. Lebel, S. Diachenko, V. Velychko, I. Poliak Development of a method of adaptive control of military radio network parameters. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Volume 9 – 2021. – № 1(109). – С. 18–32. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.225331.



42. I. Alieinykov, K. A. Thamer, Y. Zhuravskyi, O. Sova, N. Smirnova, R. Zhyvotovskyi, S.Hatsenko, S. Petruk, R. Pikul, A. Shyshatskyi. Development of a method of fuzzy evaluation of information and analytical support of strategic management. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 6. No. 2 (102). 2019. pp. 16–27. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184394.

43. Shyshatskyi A. Method of multicriterial evaluation of the state of the special purposes of radio communication system channels / A. Shyshatskyi, O. Zhuk, R. Zhyvotovskyi, P. Zhuk // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. - 2017. - № 4. - С. 75-83. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nitps_2017_4_12.

44. Shyshatskyi, A., Sova, O., Zhuravskyi, Y., Zhyvotovskyi, R., Lyashenko, A., Cherniak, O., Zinchenko, K., Lazuta, R., Melnyk, A., & Simonenko, A. (2019). Development of resource distribution model of automated control system of special purpose in conditions of insufficiency of information on operational development. Technology Audit and Production Reserves,. Vol. 1, No 2(51), pp. 35–39. https://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.198082.

45. Nalapko, O., Sova, O., Shyshatskyi, A., Protas, N., Kravchenko, S., Solomakha, A., Neroznak, Y., Gaman, O., Merkotan, D., & Miahkykh, H. (2021). Analysis of methods for increasing the efficiency of dynamic routing protocols in telecommunication networks with the possibility of self-organization. Technology Audit and Production Reserves, Vol. 5, No. 2(61), pp. 44–48. https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239096.

46. Minochkin, A., Shyshatskyi, A., Hasan, V., Hasan, A., Opalak, A., Hlushko, A., Demchenko, O., Lyashenko, A., Havryliuk, O., & Ostapenko, S. (2021). The improvement of method for the multi-criteria evaluation of the effectiveness of the control of the structure and parameters of interference protection of special-purpose radio communication systems. Technology Audit and Production Reserves, Vol. 4, No.2(60), pp. 22–27. https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.235465.

47. Oleg Sova, Hryhorii Radzivilov, Andrii Shyshatskyi, Dmytro Shevchenko, Bohdan Molodetskyi, Vitalii Stryhun, Yurii Yivzhenko, Yevhen Stepanenko, Nadiia Protas, & Oleksii Nalapko. (2022). Development of the method of increasing the efficiency of information transfer in the special purpose networks. Eastern-european Journal of Enterprise Technologies, 3(4 (117)), 6–14. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259727 .

48. Sova, O., Zhuravskyi, Y., Vakulenko, Y., Shyshatskyi, A., Salnikova, O., & Nalapko, O. (2022). Development of methodological principles of routing in networks of special communication in conditions of fire storm and radio-electronic suppression. EUREKA: Physics and Engineering, (3), 159-166. https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.002434.

49. Oleg Sova, Hryhorii Radzivilov, Andrii Shyshatskyi, Pavel Shvets, Valentyna Tkachenko, Serhii Nevhad, Oleksandr Zhuk, Serhii Kravchenko, Bohdan Molodetskyi, & Hennadii Miahkykh. (2022). Development of a method to improve the reliability of assessing the condition of the monitoring object in special-purpose information systems. Eastern-european Journal of Enterprise Technologies, 2(3 (116)), 6–14. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254122.

50. Шишацький А.В., Сова О.Я., Журавський Ю.В., Троцько О.О. Методологічні засади інтелектуальної обробки даних в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень. Theoretical and scientific foundations in research in Engineering: collective monograph / Beresjuk O., Lemeschew M., Stadnijtschuk M., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2022. 543 p. Available at :DOI – 10.46299/ISG.2022.MONO.TECH.1. URL: https://isg-konf.com/theoretical-and-scientific-foundations-in-research-in-engineering/

51. Романов О. М., Шишацький А. В., Налапко О. Л. Розробка методу підвищення оперативності передачі інформації в мережах спеціального призначення. Modernн aspekty vědy: XXI. Dнl mezinбrodnн kolektivnн monografie / Mezinбrodnн Ekonomickэ Institut s.r.o.. Českб republika: Mezinбrodnн Ekonomickэ Institut s.r.o., 2022. С. 381-403.



52. Шишацький А.В., Одарущенко О.Б., Кашкевич С.О., Пилипчук І.Ю., Мягких Г.Г. Обґрунтування методів інтелектуального аналізу даних для вирішення задачі прийняття рішень в умовах невизначеності впливу обстановки. Theoretical and practical scientific achievements: research and results of their implementation: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the IV International Scientific and Theoretical Conference, April 7, 2023. Pisa, Italian Republic: European Scientific Platform. pp. 93-87. ISBN 979-8-88955-784-5, DOI 10.36074/scientia-07.04.2023.

53. Sova, O., Zhuravskyi, Y., Zaitsev, M., Shyshatskyi, A., Andriishena, H. (2022). Development of an approach to the creation of an intellectual system of national security management. ScienceRise, No. 6, pp. 18–24. doi: http://doi.org/10.21303/2313-8416.2022.002811.

54. Shyshatskyi, A., Hurskyi, T., Vdovytskyi, Y., Vozniak, R., Nalapko, O., Andriishena, H., Shabanova-Kushnarenko, L., Protas, N., Vakulenko, Y., & Pyvovarchuk, S. (2023). Development of method for the identification of hybrid challenges and threats in the national security management system. Technology Audit and Production Reserves, No. 2(70), pp. 16–19. https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.276544.

55. Mohammed, B. A., Zhuk, O., Vozniak, R., Borysov, I., Petrozhalko, V., Davydov, I., Borysov, O., Yefymenko, O., Protas, N., & Kashkevich, S. Improvement of the solution search method based on the cuckoo algorithm . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023, Vol. 2, No. 4 (122), pp. 23–30. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.277608.

56. Mamoori, G. A., Sova, O., Zhuk, O., Repilo, I., Melnyk, B., Sus, S., Bondarchuk, M., Kashkevich, S., Moroz, M., & Klyuchak, O. The development of solution search method using improved jumping frog algorithm. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023, Vol. 4, No. 3 (124), pp. 45–53. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.285292.

57. Shyshatskyi, A., Romanov, O., Shknai, O., Babenko, V., Koshlan, O., Pluhina, T., Biletska, A., Stasiuk, T., & Kashkevich, S. Development of a solution search method using the improved emperor penguin algorithm. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023, Vol. 6, No. 4 (126), pp. 6–13. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.291008.

58. Tamer, K. A., Sova, O., Shaposhnikova, O., Yashchenok, V., Stanovska, I., Shostak, S., Rudenko, O., Petruk, S., Matsyi, O., & Kashkevich, S. Development of a solution search method using a combined bio-inspired algorithm. EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. 2024, Vol. 1, No. 4 (127), pp. 6–13. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298205.

59. Шишацький А. В., Жук О. В., Неронов С.М., Протас Н. М., Кашкевич С. О. “Сукупність методик підвищення оперативності прийняття рішень з використанням метаевристичних алгоритмів”. Монографія. С91 Moderní aspekty vědy: XL. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. pp. 529 – 557. URL: http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-40.pdf.

60. Шишацький А. В., Маций О. Б., Ященок В. Ж., Троцько О. О. Кашкевич С. О. “Сукупність методик підвищення оперативності прийняття рішень з використанням комбінованих метаевристичних алгоритмів”. Монографія. С91 Moderní aspekty vědy: XL. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. pp. 558 – 594. URL: http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-40.pdf.

61. Шишацький А. В., Кашкевич С. О. “Аналіз форм та способів застосування безпілотних літальних апаратів”. XXII Міжнародна науково-практична конференція “Modern theories and improvement of world methods”, 06 – 09 червня 2023, Гельсінкі, Фінляндія. С. 516 – 520. URL: https://isg-konf.com/uk/modern-theories-and-improvement-of-world-methods/.



62. Кузьменко О. М., Стасюк Т. О., Кашкевич С. О. “Використання безпілотних літальних апаратів в сучасних телекомунікаційних мережах”. XVI Міжнародна науково-практична конференція “Methods of solving complex problems in science”, 25 – 28 квітня 2023, Прага, Чехія. С. 525 – 530. URL: https://isg-konf.com/uk/methods-of-solving-complex-problems-in-science/.

63. Апенько Н. В., Кашкевич С. О. “Побудова уніфікованих моделей представлення знань в експертних системах управління”. Міжнародна науково-практична конференція “Теоретико-практичні аспекти розвитку науки, освіти та суспільства”, 28 квітня 2023, Україна, Рівне. С. 72 – 73. URL: https://www.economics.in.ua/2023/04/28-2023.html.

64. Нечипорук О. П., Кашкевич С. О., Голего Н. М. “Метод децентралізованого управління мережевими ресурсами інформаційно-комунікаційних мереж”. XIX Міжнародна науково-практична конференція “Innovative approaches to solving scientific problems”, 16 – 19 травня 2023, Токіо, Японія. С. 454 – 458. URL: https://isg-konf.com/uk/innovative-approaches-to-solving-scientific-problems/.

65. Нечипорук О. П., Кашкевич С. О., Юдіна Л. Г. “Аналіз технічних характеристик гібридних безпровідних мереж”. XXIV Міжнародна науково-практична конференція “Information and innovative technologies in education in modern conditions”, 20 – 23 червня 2023, Варна, Болгарія. С. 391 – 396. URL: https://isg-konf.com/uk/information-and-innovative-technologies-in-education-in-modern-conditions/.

66. Кучук Н. Г., Шишацький А. В., Нечипорук В. В., Шапошнікова О. П., Кашкевич С. О. “Розробка методу оцінки захищеності складних технічних систем з використанням штучних імунних систем”. XXVIII Міжнародна науково-практична конференція “Science and development of methods for solving modern problems”, 18 – 21 липня 2023, Мельбурн, Австралія. С. 202 – 209. URL: https://isg-konf.com/uk/science-and-development-of-methods-for-solving-modern-problems/.

67. Вітрук Ю. В., Тупота Є. В., Кашкевич С. О. “Аналіз методів багатошляхової маршрутизації в програмно-конфігурованих телекомунікаційних мережах”. V Міжнародна науково-практична інтернет-конференція “Integration of education, science and business in modern environment: summer debates”, 3 – 4 серпня 2023, Україна, Дніпро. С. 254 – 256. URL: http://www.wayscience.com/wp-content/uploads/2023/08/Conference-Proceedings-3-4-August-2023.pdf .

68. Кашкевич С. О. “Аналіз моделей дослідження складних технічних систем”. XXXIII Міжнародна науково-практична конференція “Modern scientific technologies and solutions of scientists to create the latest ideas”, 22 – 25 серпня 2023, Лондон, Велика Британія. С. 290 – 294. URL: https://isg-konf.com/uk/modern-scientific-technologies-and-solutions-of-scientists-to-create-the-latest-ideas/.

69. Шишацький А. В., Шкнай О. В., Налапко О. Л., Білецька А. В., Кашкевич С. О. “Аналіз підходів до впливу засобами радіоелектронного придушення на мережецентричну систему управління”. XXXIV Міжнародна науково-практична конференція “Science, latest trends, modern problems and improvement of theories”, 29 серпня – 01 вересня, 2023, С. 197 – 206. URL: https://isg-konf.com/uk/science-latest-trends-modern-problems-and-improvement-of-theories/.

70. Шишацький А. В., Кашкевич С. О., Тупота Є. В. “Аналіз математичних моделей маршрутизації в бездротових мережах спеціального призначення”. XXXV Міжнародна науково-практична конференція “Modern methods of solving scientific problems of reality”, 05 – 08 вересня 2023, Варна, Болгарія, С. 185 – 193. URL: https://isg-konf.com/uk/modern-methods-of-solving-scientific-problems-of-reality/.

71. Кашкевич С. О., Возниця А. С. “The development of methods for finding solutions using the improved of locusts swarm algorithm”. VII Міжнародна науково-практична конференція “Global problems of improving scientific inventions”, 31 жовтня – 03 листопада, 2023, Копенгаген, Данія. С. 271 – 276. URL: https://isg-konf.com/uk/global-problems-of-improving-scientific-inventions/.



72. Шишацький А. В., Литвиненко О. І., Жук О. В., Артюх С. Г., Кашкевич С.О. “Розробка методики підвищення оперативності прийняття рішень в організаційно-технічних системах”. XIII Міжнародна науково-практична конференція “Development trends and improvement of old methods”, 12 – 15 грудня 2023, Варшава, Польща. С. 422 – 431. URL: https://isg-konf.com/uk/development-trends-and-improvement-of-old-methods/.

73. Шишацький А .В., Плющ Т. М., Кашкевич С. О. “Розробка методу оцінювання складних ієрархічних систем на основі удосконаленого алгоритму рою частинок”. XII Наукова конференція “Наукові підсумки 2023 року”. Збірник тез доповідей. – Харків, Х.: Технологічний центр, 2023. С. 64. URL: https://entc.com.ua/uk/konferentsii/610-naukovi-pidsumky-roku.

74. Шишацький А. В., Кашкевич С. О., Тупота Є. В. “Модель взаємодії відкритих систем для безпілотних авіаційних комплексів”. IV Міжнародна науково-практична конференція “Contemporary challenges of society and ways to overcome them”, 30 січня – 02 лютого 2024 р., Таллінн, Естонія. С. 280 – 288. URL: https://isg-konf.com/uk/contemporary-challenges-of-society-and-ways-to-overcome-them/.

75. Кашкевич С. О., Дмитрієва О. І., Шкнай О. В., Троцько О. О., Шишацький А. В. Математична модель інформаційного конфлікту інформаційних мереж. XVII International Scientific and Practical Conference. April 30 – May 03, 2024, London, Great Britain. pp. 412−422. URL: https://isg-konf.com/the-latest-technologies-in-the-development-of-science-business-and-education/.

Vydavatel:

Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.
se sídlem V Lázních 688, Jesenice 252 42
IČO 03562671 Česká republika

MODERNÍ ASPEKTY VĚDY

Svazek XLVI mezinárodní kolektivní monografie

Podepsáno k tisku 9. srpen 2024
Formát 60x90/8. Ofsetový papír a tisk
Headset Times New Roman.
Mysl. tisk. oblouk. 8.2. Náklad 100 kopií.