

*Електронний журнал «Державне управління: удосконалення та розвиток» включено до переліку наукових фахових видань України з державного управління (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019).*

*Спеціальність – 281.*

*Державне управління: удосконалення та розвиток. 2025. № 8.*

**DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2156.2025.8.17>**

**УДК 004.330:38**

*У. Я. Петриняк,*

*к. е. н., докторант кафедри економіки,  
підприємництва та управління підприємствами,  
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3295-4792>*

*Р. В. Еляшевський,*

*аспірант кафедри будівельної і теоретичної механіки та опору матеріалів,  
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-1438-3696>*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ У БІЗНЕС-СТРУКТУРАХ – ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ**

*U. Petrynyak,*

*PhD in Economics,*

*Doctoral Student of the Department of Economics, Entrepreneurship and  
Enterprise Management, O. Honchar Dnipro National University*

*R. Elyashevsky,*

*Postgraduate student of the Department of Structural and Theoretical Mechanics  
and Strength of Materials,*

*Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture*

## **IMPROVEMENT OF SWARM INTELLIGENCE METHODS IN BUSINESS STRUCTURES - AS A MEANS OF OPTIMIZATION**

*В статті проаналізовано удосконалення методів ройового інтелекту щодо бізнес-структур України в умовах воєнного стану, висвітлюючи значний потенціал та перспективи його розвитку на майбутнє. Досліджено сучасний рівень розвитку технологій, який пов'язаний з використанням штучного інтелекту для полегшення роботи персоналу у бізнес-структурах різних напрямів. Особливу увагу приділено аналізу сучасних тенденцій активності бізнес-структур та безперервному розширенню сфер застосування, особливо привабливими для задач, де традиційні підходи можуть бути неефективними або занадто складними для реалізації. Для досягнення мети виконані такі завдання: розглянуто теоретичні аспекти ройового інтелекту, відзначено переваги та недоліки його використання; проаналізовано досвід використання ройового інтелекту в бізнес-структурах електронної комерції, що характерно в умовах сьогодення; виокремлено проблеми, які стримують розвиток використання ройового інтелекту, та окреслено перспективи його запровадження як засіб оптимізації на основі креативності. Також описано, що ключовими характеристиками алгоритмів ройового інтелекту є їх здатність до самоорганізації, гнучкості, враховуючи колективну поведінку бізнес-структур для досягнення спільної мети без необхідності централізованого управління. Особлива увага приділяється методам ройового інтелекту в умовах воєнного стану, враховуючи регіональні особливості та їх підтримку з боку органів державної влади. Збалансований підхід до цих питань стане визначальним у даному напрямку, що стане хорошим шансом для України.*

*The article analyzes the improvement of swarm intelligence methods in relation to business structures of Ukraine under martial law, highlighting the significant potential and prospects for its development in the future. The current level of technology development associated with the use of artificial intelligence to facilitate the work of personnel in business structures is investigated. Special attention is paid to the analysis of current trends in the activity of business*

*structures and the continuous expansion of application areas. To achieve the goal, the following tasks were completed: The theoretical aspects of swarm intelligence are considered, the advantages and disadvantages of its use are noted; the experience of using swarm intelligence in e-commerce business structures is analyzed; problems that hinder the development of the use of swarm intelligence are identified, and the prospects for its implementation as a means of optimization based on creativity are outlined.. It is also described that the key characteristics of swarm intelligence algorithms are their ability to self-organize, flexibility, taking into account the collective behavior of business structures to achieve a common goal without the need for centralized management. Special attention is paid to swarm intelligence methods in martial law conditions, taking into account regional specificities and their support from state authorities. A balanced approach to these issues will be decisive in this direction, which will be a good chance for Ukraine....*

*War and political instability affect the economies of the territories, reducing investment potential and limiting access to financial resources. Businesses may face shrinking markets, increased costs and customer insolvencies, all of which increase the financial risks to the business. In addition, war leads to population displacement, which affects the work capacity and social stability of communities. Enterprises must take this factor into account and take measures to integrate displaced persons and ensure their employment. Competitiveness is an element of a company's strategy and is determined by its market position, stability and creativity of the enterprise on the market. It is the most effective way of coordinating the mutual behavior of market participants without centralized intervention in their activities, which creates a competitive environment represented by independent (self-sufficient) business entities that strengthen economic positions. However, it is important to note that the introduction of such changes is accompanied by the limitation of social and economic expenditures and the minimization of the public sector of the economy.*

*The war emphasized the need to ensure the country's own defense against external aggression. Therefore, at such an important time for Ukraine, we need*

*human capital that will be able to solve tasks, act creatively, and be a specialist in their field. Therefore, the support of business structures in its development and restoration will allow it to become a driving force in the reconstruction of the economy of Ukraine.*

**Ключові слова:** *Ройовий інтелект, бізнес-структури, воєнний стан, система управління, оптимізація, штучний інтелект.*

**Keywords:** *Business structures, martial law, swarm intelligence, control system, optimization, artificial intelligence.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Ройовий інтелект є однією з галузей штучного інтелекту, яка динамічно розвивається в умовах сьогодення, враховуючи воєнний стан. Можна відмітити три алгоритми ройового інтелекту: алгоритм стохастичного дифузійного пошуку (SDS - Stochastic Diffusion Search), мурашиний алгоритм (ACO -Ant Colony Optimization) та метод рою часток (PSO -Particle Swarm Optimization). Бізнес-структури сприймають ШІ (штучний інтелект) як двигун продуктивності та економічного зростання, адже він значно підвищує ефективність їх діяльності та покращує процес прийняття рішень, шляхом аналізу великих обсягів даних. За останні 3 роки у багатьох Європейських країнах розроблені національні стратегії розвитку ШІ, адже більшість сучасних лідерів впевнені, що штучний інтелект виступає важливим фактором підвищення оптимізації бізнес-структур, що є необхідністю для їх удосконалення та відновлення. Враховуючи високу точність систем ШІ, вони будуть застосовуватися у різноманітних секторах, включаючи фінанси, будівництво, архітектуру, енергетику, виробництво, освіту, транспорт та державні послуги.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Удосконалення методів ройового інтелекту бізнес-структур щодо оптимізації (особливо сфера будівництва, туристична галузь) в умовах воєнного стану є важливим

чинником для економіки України. Дослідження цієї проблеми, враховуючи фінансову не стабільність є надзвичайно актуальними для України. Вагомий внесок у дослідження ройового інтелекту здійснили такі українські науковці, як Р. Голубощенко [1], Татенко В.С., Томпсон, Й. Шумпетер, та українські вчені-економісти: О. Амоша, Т. Гринько, В.Собчук [3], С. Савчук.

**Формулювання цілей статті (Постановка завдання).** Полягає в удосконаленні та впливі ройового інтелекту на бізнес-структури як провідної ланки, що надає нові можливості для бізнесу, а саме і зниження витрат на персонал, підвищення продуктивності роботи фінансової установи, додатковий захист від шахраїв та кіберзлочинності.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Бізнес - це рушійна сила економіки, де багато можливостей, проте, для ефективності, потрібно удосконалити стратегію, або створити нову — антикризову, що буде актуальна, враховуючи ройовий інтелект та його вплив на відновлення та удосконалення бізнес-структур в умовах воєнного часу. Відповідно, сучасний ройовий інтелект має значний потенціал для застосування в бізнес-структурах (енергетичній та будівельній галузях, туристичних підприємствах) через здатність до оптимізації та розв'язання складних проблем. Оптимізація - це пошук такого поєднання параметрів (незалежних змінних), яке сприятиме максимізації або мінімізації якісних, кількісних і ймовірнісних характеристик розв'язуваного завдання.

Модифіковані відомі ефективні методи й алгоритми ройового інтелекту (алгоритм оптимізації роєм частинок, бджолиний алгоритм оптимізації, метод диференціальної еволюції) бізнес-структур для пошуку розв'язків багатовимірних екстремальних задач з обмеженнями і без обмежень, де ефективність роботи модифікованих методів на різних класичних і прикладних задачах, які використовуються в проєктуванні елементів складних об'єктів та їх систем. Алгоритми ройового інтелекту - приклад того, як природні процеси та поведінка можуть бути адаптовані для вирішення складних завдань у сферах оптимізації, пошуку та інших

обчислювальних задачах. Основними рисами цих алгоритмів є їх здатність до самоорганізації, гнучкість, масштабованість, що так необхідно сучасним бізнес-структурам, особливо релокованим з Східної частини України на Західну.

Ройовий інтелект, як засіб оптимізації бізнес-процесів в електронній комерції, також головний інструмент для бізнес-структур, особливо за період 2022-2025 рр. які забезпечують конкурентну перевагу та задовольняють потреби споживачів. Із зростанням кількості онлайн-покупців та розвитком інтернет-технологій, бізнес-структури шукають нові способи впливу на споживачів та оптимізації своїх фінансово-економічних операцій. В цьому контексті штучний інтелект виступає як революційний інструмент, який дозволяє підприємствам збалансувати потреби клієнтів та внутрішні процеси бізнес-структур. Штучний інтелект відкриває нові можливості для персоналізації та покращення обслуговування клієнтів, допомагає удосконалити управління бізнес-структур та зменшити витрати, спрощує процеси логістики.

Методи оптимізації в наш час використовуються у багатьох сферах нашого життя, від використання у знаходженні оптимального рішення для задачі бездротового збору даних сенсорами IoT систем [5], й до, найпопулярнішого на даний момент, використання у машинному навчанні [6]. Але методи оптимізації, які використовуються для вирішення практичних задач, відрізняються від тих що використовуються у машинному навчанні, і зазвичай це через те, що для оптимізації значень у машинному навчанні потребується висока швидкість, мінімізація ресурсів, які використовуються комп'ютером та загалом задовольняються локальним мінімумом, а для інших задач в пріоритеті вирішити задачу за будь-який час, без обмежень по ресурсам. З іншої сторони, не кожен метод оптимізації підійде під будь-яку задачу, і це накладає складнощі до вибору певного методу під конкретну задачу, для чого треба провести тестування декількох методів, щоб дізнатися чи працюють вони на певній задачі. Для цієї проблематики і стане в нагоді

методика гібридизації вже існуючих методів [8; 9], тобто комбінація методів для досягнення кращого результату в деяких конкретних задачах, а гарним результатом можна назвати як швидкість так і точність отриманого рішення. В свою чергу впровадження штучного інтелекту, з врахуванням ройового інтелекту як однієї із складових ші у бізнес-структурах має як позитивні так і негативні наслідки, що показано в таблиці 1.

**Таблиця 1. Впровадження ШІ (враховуючи ройовий інтелект) у бізнес-структури**

Позитивний результат	Негативний результат
Зменшення витрат на робочу силу (враховуючи онлайн формат роботи)	Брак професійних кадрів у зв'язку з міграцією закордон, враховуючи воєнний стан.
Перехід на нові технології роботи з документами	Необхідність швидкої перекваліфікації персоналу.
Збільшення рівня доходу через можливість врахування великої кількості факторів та ризиків підвищення ефективності взаємодії бізнес-структури та клієнтів без прив'язки до місця проживання	Зменшення інвестиційної маржі внаслідок поширення застосування систем штучного інтелекту та послаблення можливостей виявити неефективність на ринку
Зміна ринку праці	Фізичні та хімічні закони лідирують у розробках

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень враховуючи [2]*

Як видно з таблиці 1, довготривала фінансово-економічна криза, загострення конкуренції та політична нестабільність – це діяльність бізнес-структур спрямована не лише на “виживання” у складних умовах сьогодення, але й на безперервне удосконалення та відновлення. Тому методи оптимізації - найоптимальніше рішення в умовах сьогодення для бізнес-структур, які розрізняються за наданням швидкого знаходження оптимізації, що робить їх придатними для одних задач та непридатними для інших. Тобто, не існує універсального алгоритму який підійшов під будь-яку задачу, оскільки кожна унікальна та має певні обмеження, які можуть по різному впливати на той чи інший метод оптимізації. Виходячи з наведеної вище інформації, виникає проблема пошуку методу оптимізації, враховуючи релокацію бізнес-структур та адаптацію до умов воєнного стану.

Основними завданнями удосконалення методів ройового інтелекту бізнес-структур для покращення оптимізації є:

- збереження фахового кадрового потенціалу, що залишається рушієм розвитку;

- розробка і експериментальне дослідження розподілених моделей штучного інтелекту мобільних систем для моніторингу (ройовою, на рівні взаємодії бізнес-структури);

- порівняльний аналіз відповідних множин архітектур за обґрунтованими кількісними показниками;

- розробка алгоритмів ройового інтелекту в різних сферах застосування, що є фундаментом для повоєнного відродження;

Ройовий інтелект характеризується сукупністю параметрів, що визначають можливість і здатність бізнес-структури (системи), щоб ефективно функціонувати на ринку в перспективі (мати високий рівень рентабельності, утримувати або збільшувати частку на ринку) та мати сукупність конкурентних переваг серед інших учасників ринку.

**Висновки.** Незважаючи на виклики країна прагне до розвитку у сфері ройового інтелекту, цифрової інформації, що є запорукою її конкурентоспроможності в майбутньому. Методи та технології ройового інтелекту формують новий ландшафт нерівності, які зумовлені нерівномірним доступом до передових технологій, знань та ресурсів, у вигляді інтелектуальних систем, мобільних застосувань та веб-сервісів, які інтенсифікують виробництво, покращують комунікацію, забезпечують корпоративну та особисту безпеку, а також віддалену роботу без привязки до місцевості тощо. Колективна взаємодія бізнес-структур в порівнянні з індивідуальними діями – основна характеристика оцінки ефективності бізнес-структур, де аналіз методів ройового інтелекту, демонструє їх потенціал та діяльність у сфері мультиагентних систем захист важливої інформації для впевненості у надійності впровадження штучного інтелекту.

Враховуючи, що бізнес-структурам необхідно забезпечити додатковий захист, найбільш актуальною проблемою у цьому аспекті є незахищеність персональних даних персоналу, а також особиста інформація, що у разі непередбачуваної ситуації може опинитись у “Хакерів”. Відповідно, колективна взаємодія створює довготривалі дисбаланси та закріплює нерівномірність технологічного прогресу. Тому важливими кроками є глобальні ініціативи щодо наукових досліджень у даній сфері, що сприятиме подоланню економічних бар'єрів у майбутньому, а реалізація заходів дасть можливість також забезпечити сталий розвиток цифрової інфраструктури.

### Література

1. Голубощенко Р. В. Дослідження методу ройового інтелекту для багатопараметричних задач / Р. В. Голубощенко; наук. керівник канд. техн. наук, доц. І. В. Наумейко // *Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті: матеріали 28-го Міжнар. молодіж. форуму, 16-18 квітня 2024 р.* Харків: ХНУРЕ, 2024. Т. 7. С. 182-183.

2. Татенко В. С. Методи й алгоритми ройового інтелекту для знаходження розв'язків оптимізаційних задач моделювання поведінки складних об'єктів і систем / В. С. Татенко, В. В. Хайдуров // *Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики: матеріали XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, [Київ], 13–17 травня 2024 р.* / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2024. С. 360-364.

3. Собчук В. В. Методика створення єдиного інформаційного простору на виробничому підприємстві з функціонально стійким виробничим процесом. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2019. Вип. 6 (58). С 84 – 91. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.6.084>

4. Холявко Н., Садчикова І., Колоток М. Напрями використання штучного інтелекту у банківських установах. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2023. № 2 (34). С. 192–203. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-2\(34\)-192-203](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-2(34)-192-203)

5. Alqarni, M. A., Mousa, M. H., Hussein, M. K., & Mead, M. A. Improved wireless sensor network data collection using discrete differential evolution and ant colony optimization // *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 2023, v. 35(8), 101725. // DOI: 10.1016/j.jksuci.2023.101725

6. Kingma, D. P., & Ba, J. Adam: A method for stochastic optimization // arXiv preprint arXiv:1412.6980 2014.

7. Moiseienko I., Dronyuk I., Vasylichak S., Kravchenko M., Petrynyak U. (2022). Information Technologies Implementation for Creative Entrepreneurship and Innovations Development in Ukraine. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. 2022, Vol 135, pp. 624–633. DOI:10.1007/978-3-031-04809-8\_57/ - URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-04809-8\\_57](https://doi.org/10.1007/978-3-031-04809-8_57)

8. Seyyedabbasi, A. WOASCALF: A new hybrid whale optimization algorithm based on sine cosine algorithm and levy flight to solve global optimization problems // *Advances in Engineering Software*, 2022, 173, 103272. // DOI: 10.1016/j.advengsoft.2022.103272

9. Rayaguru, N. K., Lindsay, N. M., Crespo, R. G., & Raja, S. P. Hybrid bat–grasshopper and bat–modified multiverse optimization for solar photovoltaics maximum power generation // *Computers and Electrical Engineering*, 2023, 106, 108596. // DOI: 10.1016/j.compeleceng.2023.108596

## References

1. Goluboshchenko, R. V. (2024), “Research of the swarm intelligence method for multiparameter problems”, *Radioelektronika ta molod' u XXI stolitti: materialy 28-ho Mizhnar. molodizh. forumu [Radioelectronics and youth in the XXI century: materials of the 28th International Youth Forum]*, NURE, Kharkiv, Ukraine, April 16-18, vol. 7, pp. 182-183

2. Tatenko, V. S. and Khaydurov, V. V. (2024), “Methods and algorithms of swarm intelligence for finding solutions to optimization problems of modeling the behavior of complex objects and systems”, *Teoretychni i prykladni problemy fizyky, matematyky ta informatyky: materialy XXII Vseukrains'koi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh [Theoretical and applied problems of physics, mathematics and computer science: materials of*

the XXII All-Ukrainian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists], Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine, May 13–17, pp. 360-364.

3. Sobchuk, V. V. (2019), “Method of creating a single information space in a production enterprise with a functionally sustainable technological process”, *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zv'iazku*, vol. 6 (58), pp. 84 – 91. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.6.084>

4. Kholiyavko, N., Sadchykova, I. and Kolotok, M. (2023), “Directions of using artificial intelligence in banking institutions”, *Problems and prospects of economics and management*, vol. 2 (34), pp. 192–203. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-2\(34\)-192-203](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-2(34)-192-203)

5. Alqarni, M. A., Mousa, M. H., Hussein, M. K., & Mead, M. A. (2023), “Improved wireless sensor network data collection using discrete differential evolution and ant colony optimization”, *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, vol. 35(8), 101725. // DOI: [10.1016/j.jksuci.2023.101725](https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.101725)

6. Kingma, D. P., & Ba, J. A. (2014), “A method for stochastic optimization”, arXiv preprint [arXiv:1412.6980](https://arxiv.org/abs/1412.6980).

7. Moiseienko I., Dronyuk I., Vasylchak S., Kravchenko M. and Petrynyak U. (2022), “Information Technologies Implementation for Creative Entrepreneurship and Innovations Development in Ukraine”, *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, Vol 135, pp. 624–633. DOI: [10.1007/978-3-031-04809-8\\_57](https://doi.org/10.1007/978-3-031-04809-8_57)

8. Seyyedabbasi, A. (2022), “WOASCALF: A new hybrid whale optimization algorithm based on sine cosine algorithm and levy flight to solve global optimization problems”, *Advances in Engineering Software*, vol. 173, 103272. // DOI: [10.1016/j.advengsoft.2022.103272](https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2022.103272)

9. Rayaguru, N. K., Lindsay, N. M., Crespo, R. G., & Raja, S. P. (2023), “Hybrid bat–grasshopper and bat–modified multiverse optimization for solar photovoltaics maximum power generation”, *Computers and Electrical Engineering*, vol. 106, 108596. // DOI: [10.1016/j.compeleceng.2023.108596](https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2023.108596)

*Стаття надійшла до редакції 16.07.2025 р.*