

В. О. Назаренко  
В. О. Вовковинський  
А. Б. Олійниченко  
В. О. Волошина  
Ю. Ю. Іванов  
С. Г. Кривогубченко

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ МЕТАЕВРИСТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ОПТИМІЗАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

У роботі розглянуто низку методів із групи "м'яких обчислень", які інспіровані природою. Дані методи дозволяють ефективно розв'язувати прикладні оптимізаційні задачі, в яких необхідно працювати зі складними функціональними залежностями в умовах невизначеності.

**Ключові слова:** оптимізація, метаевристика, еластична мережа, генетичний алгоритм, ройові алгоритми, гібридизація.

### *Abstract*

In this paper has been conducted the analysis set of methods from the group of "soft computing", which are inspired by nature. These methods allow effectively to solve many applied optimization tasks, in which we must to work with complex functional dependencies in conditions of uncertainty.

**Keywords:** optimization, metaheuristics, elastic net, genetic algorithm, swarm algorithms, hybridization.

### **Вступ**

Практичні задачі оптимізації зазвичай вимагають проведення ефективного пошуку раціональних рішень для певної дійснозначної функції  $f(X)$  на множині  $\Omega$   $n$ -вимірного векторного аргументу  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ , враховуючи обмеження з  $K$  рівнянь  $h_k(X) = 0$  та  $J$  нерівностей  $g_j(X) \geq 0$  [1]. Метою роботи є аналіз низки метаевристичних методів оптимізації різноманітних комплексних функцій, які застосовують в прикладних науково-технічних задачах.

### **Результати дослідження**

Алгоритм еластичної мережі використовується для роботи з регресійними моделями, але його можна адаптувати до комбінаторних моделей, розробивши один із найбільш ефективних алгоритмів (за часом і точністю обчислень) пошуку маршрутів на графах  $G$  з множиною вершин  $V = \{v_1, \dots, v_N\}$  та ребер  $E = \{e_1, \dots, e_N\}$  в певному просторі. Ідея полягає у застосуванні "ласо", яке дозволяє сформулювати навколо множини вершин графа  $G$  на відстані від координатного центру кола нормалізуючих точок, яке може стискатися та розтягуватися, що дозволяє уникати "зацикловання" алгоритму при виборі пріоритетної вершини. Карта з набором вхідних даних нормалізується і зводиться до "квадратного" вигляду. Також можливе використання ітеративних геометричних LKH-евристик [2].

Генетичний алгоритм представляє собою досить універсальну модель еволюції в природі, яка реалізована у виді комп'ютерної програми. Він дозволяє розв'язати певну задачу оптимізації (і дискретну, і неперервну) за поліноміальний час. В основі лежить використання еволюційних принципів природного відбору (селекція – турнір або рулетка, редукція покоління), спадкування (схрещування) та мутації [3]. Наприклад, ефективним підходом є застосування СНС-моделі Л. Дж. Ешелмана, яка використовує порогову відстань Хеммінга  $h$  для схрещування особин, половинне однорідне схрещування ( $HUX$ ), макромутацію після кожного запуску алгоритму та мультистарт (вибір найкращого значення  $f_{min}$  за  $s$  запусків) [4].

Ще одним цікавим підходом для розв'язання оптимізаційних задач є ройовий інтелект. Рій представляє собою групу взаємодіючих мобільних програм (боїдів), кожна з яких впливає на колектив та навколишнє середовище. Подібна узгодженість призводить до розподілених

колективних стратегій оптимізації, загальна схема яких складається з ініціалізації агентів, їх міграції в просторі пошуку та зупинки процесу за певним критерієм [5].

Перспективною є гібридизація подібних евристичних алгоритмів, яка дозволяє комбінувати детерміновані та стохастичні підходи. Наприклад, можна виділити меметичний алгоритм на основі концепції мемів, тобто алгоритмів локальної оптимізації, який імітує культурну еволюцію.

### Висновки

Розглянуті алгоритми можна успішно застосовувати для розв'язання комплексних задач оптимізації у різноманітних комплексних системах, наприклад, кіберфізичних, завдяки їх гнучкості й ефективності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kochenderfer M.J., Wheeler T.A. Algorithms for Optimization. Cambridge: The MIT Press, 2019. 500 p.
2. Where the Rubber Meets the Road. URL: [https://www.clearlyandsimply.com/clearly\\_and\\_simply/2010/05/where-the-rubber-meets-the-road.html](https://www.clearlyandsimply.com/clearly_and_simply/2010/05/where-the-rubber-meets-the-road.html).
3. Hiroyasu T., Miki M., Watanabe S. New Model of Parallel Genetic Algorithm in Multi-Objective Optimization Problems - Divided Range Multi-Objective Genetic Algorithm. *The Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation*. La Jolla (USA), 2000. P. 333-340.
4. Eshelman L.J. The CHC Adaptive Search Algorithm: How to Have Safe Search When Engaging in Nontraditional Genetic Recombination. *Foundations of Genetic Algorithms*. 1991. Vol. 1. P. 265-283.
5. Clerc M., Kennedy J. The Particle Swarm – Explosion, Stability and Convergence in a Multidimensional Complex Space. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*. 2002. Vol. 6. № 1. P. 58-73.

**Назаренко Віктор Олександрович** — студент групи ІАКІТ-22м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Вовковинський Вадим Олександрович** — студент групи ІАКІТ-22м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Олійниченко Анна Богданівна** — студентка групи ІСТ-196, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Волошина Валерія Олегівна** — студентка групи ІСТ-196, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Іванов Юрій Юрійович** — канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Yura881990@i.ua.

**Кривогубченко Сергій Григорович** — канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Nazarenko Victor O.** — student, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Vovkovyns'kyi Vadim O.** — student, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Olyinichenko Anna B.** — student, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Voloshina Victoria O.** — student, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Ivanov Yurii Yu.** — Cand. Sc. (Eng), Docent, Automation and Intelligent Information Technologies Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Yura881990@i.ua.

**Kryvogubchenko Sergii G.** — Cand. Sc. (Eng), Docent, Automation and Intelligent Information Technologies Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.