

УДК 004.8:519.6

*Панюшкін А.Ю., здобувач,
Рудніченко М.Д., к.т.н., доцент
Національний університет «Одеська політехніка»*

РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ СИСТЕМИ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ НЕЛІНІЙНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА БАЗІ АЛГОРИТМІВ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ

Вступ. В умовах високої розмірності афінних і неафінних просторів розв'язання завдань оптимізації класичними детерміністичними алгоритмами часто супроводжується значними обчислювальними витратами та ризиком потрапляння в локальні екстремуми. Підходи, що базуються на ройовому інтелекті як класі природно-натхненних алгоритмічних структур, демонструють здатність забезпечувати децентралізовану координацію «агентів» пошуку для гнучкого балансування між дослідженням та експлуатацією простору рішень [1]. Актуальність розробки концепції системи вирішення завдань нелінійної оптимізації на основі ройових алгоритмів полягає у необхідності системного підходу до організації архітектури таких систем, що дозволить поєднати механізми кооперації агентів з адаптивними стратегіями пошуку в умовах складних обмежень [2].

Основна частина. При формуванні концептуальної системи вирішення нелінійних оптимізаційних задач одним з першочергових етапів є визначення архітектурної структури системи [3]. Архітектура такої системи може бути розглянута як багаторівнева платформа, що складається з кількох функціональних шарів. Перший шар – це шар агентних модулів, де кожний агент реалізує власну локальну логіку ройового алгоритму, наприклад, частинкового росту (PSO), колонії мурах (ACO) чи оптимізації на основі поведінки інших біологічних моделей. Агентні модулі відповідають за локальний пошук, оцінювання функції пристосованості і оновлення свого стану згідно з правилами, заданими для конкретного алгоритму.

Другий шар – це координаційний рівень, на якому агрегується інформація про стан всіх агентів, формується глобальний контекст вирішення задачі та здійснюється міжагентна комунікація для обміну знаннями про знайдені області простору рішень. Така координація дозволяє уникати дублювання пошуку в одному і тому самому регіоні простору і сприяє більш ефективному розподілу обчислювальних ресурсів для розширення дослідження глобального простору. У цьому шарі функціональні механізми синхронізації, адаптації параметрів та контролю «стратегії дослідження–експлуатації» відіграють

визначальну роль, особливо у випадках нелінійних обмежень, які можуть створювати складні ландшафти цільових функцій.

Третій шар архітектури системи – стратегічний рівень, на якому визначаються глобальні політики пошуку, критерії адаптації та оновлення параметрів рою в залежності від характеру задачі та динамічних змін вхідних умов. Цей рівень містить модулі оцінювання ефективності застосованих стратегій, механізми пере-налаштування поведінки агентів і рішення про комбінації алгоритмічних підходів.

Взаємодія між цими шарами здійснюється через стандартизовані інтерфейси обміну даними та керування, що забезпечують гнучкість системи щодо підключення нових алгоритмів чи адаптивних модулів. Такий компонентний підхід до побудови архітектури дозволяє створювати гібридні стратегії оптимізації, де локальні агентні модулі можуть використовувати різні роєві алгоритми залежно від стадії пошуку чи локальної складності проблеми. Одним з ключових архітектурних елементів є модуль адаптивного балансування, що визначає співвідношення між глобальним пошуком та локальними пошуковими процесами, адаптуючи параметри агентів у відповідності до отриманих результатів та змін у зовнішньому середовищі задачі.

Висновки. Запропонована концепція системи вирішення завдань нелінійної оптимізації на базі алгоритмів роєвого інтелекту окреслює багаторівневу архітектуру, що поєднує локальні пошукові модулі, координаційні механізми та стратегічний конт-ролер для адаптивного керування поведінкою агентів. Такий архітектурний підхід дозволяє організувати гнучку, масштабовану систему, здатну ефективно вирішувати складні оптимізаційні задачі з нелійними обмеженнями та цільовими функціями, а також забезпечувати адаптацію параметрів під час процесу пошуку.

Список використаних джерел:

1. Han J. An Advanced Adaptive Group Learning Particle Swarm Optimization Algorithm Based on Symmetry Concepts. *Symmetry*. 2025. Vol. 17, No 5. P. 667–668.
2. Wang C. Chaotic Elite Clone Particle Swarm Optimization for Efficient Industrial Task Allocation. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15, No 19527. P. 2153–2155.
3. Adonin L.S., Vladyko A.G. Swarm Intelligence Algorithms for Optimization Problems in Telecommunication Systems. *Research Journal RCSI*. 2025. Vol. 10, No 3. P. 101–115