

**Книш Б.П.**

доцент кафедри загальної фізики,  
Вінницький національний технічний університет,  
м. Вінниця, Україна

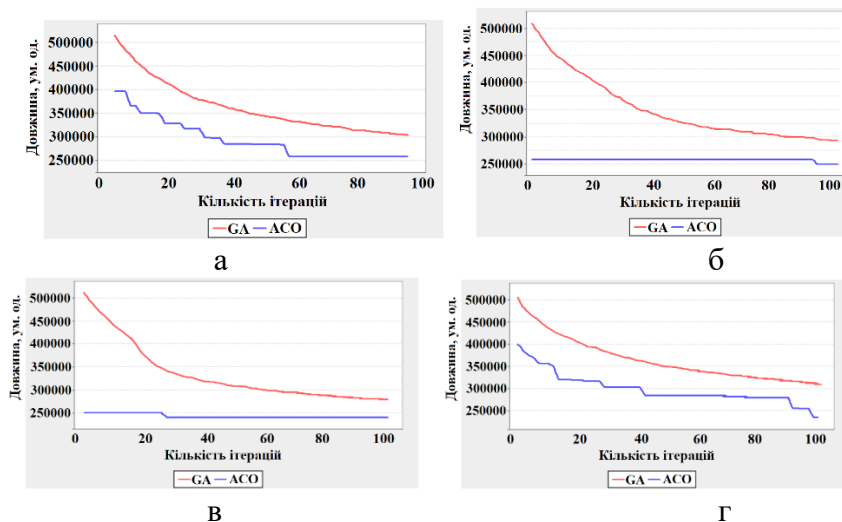
## **МОДЕЛЮВАННЯ ОГЛЯДУ ТЕРИТОРІЇ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ ОПТИМІЗАЦІЇ МУРАШИНОЇ КОЛОНІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

Останнім часом розвиток дистанційних пристроїв та засобів набув швидкого темпу. Особливо популярним стало застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА), які виконують задачі, пов'язані з оглядом території. Час польоту БПЛА обмежений ємністю акумулятора або запасом пального і огляд території не повинен перевищувати цей час. Тому виникає необхідність оптимально спланувати проходження маршруту польоту БПЛА. Для визначення довжини оптимального маршруту, яка дозволить виконати огляд території за найкоротший час, існують різні методи оптимізації. Серед них можна виділити групу методів оптимізації ройового інтелекту на основі спостережень за живою природою: оптимізації мурашиних колоній (АСО) [1], штучної колонії бджіл, зграї криланів тощо [2]. Метод оптимізації мурашиних колоній підходить для задач різної складності, де потрібно дотримуватись балансу між різними параметрами. В нашому випадку – це обчислювальні ресурси БПЛА та оптимальна довжина маршруту його руху. Метою роботи є підвищення ефективності огляду території за допомогою БПЛА на основі алгоритму оптимізації мурашиної колонії.

На рис. 1 показано оптимальні маршрути БПЛА, що виконує огляд території з допомогою алгоритму оптимізації







**Рис. 2.** Графіки довжини першого оптимального маршруту залежно від кількості ітерацій на основі алгоритму оптимізації мурашиної колонії (ACO) та генетичного алгоритму (GA): а – перший маршрут; б – другий маршрут; в – третій маршрут; г – четвертий маршрут

Графіки на рис. 2 отримані при таких параметрах:

- кількість мурах у колонії – 50,
- швидкість випаровування феромону – 0,1,
- коефіцієнт інтенсивності феромону – 0,1,
- коефіцієнт видимості феромону – 0,8,
- дистанція видимості феромону – 2,
- кількість точок маршруту (координат для відвідування) – 25,
- кількість ітерацій (критерій зупинки обчислень) – 100.



З рис. 2 видно, що алгоритм оптимізації мурашиної колонії зі збільшенням кількості ітерацій зменшує довжину оптимального маршруту. Таким чином, для першого маршруту зменшення відбувається з 400 тис. ум. од. при ітерації 5 до 260 тис. ум. од. при ітерації 55; для другого з 260 тис. ум. од. при ітерації 3 до 250 тис. ум. од. при ітерації 95; для третього з 250 тис. ум. од. при ітерації 3 до 240 тис. ум. од. при ітерації 25; для четвертого з 400 тис. ум. од. при ітерації 3 до 240 тис. ум. од. при ітерації 100. Як видно, найбільше скорочення довжини відбувається на початкових ітераціях, тоді як на останніх ітераціях скорочення оптимальної довжини майже не відбувається. Тому для зменшення обчислювальної складності методу є сенс обмежити кількість ітерацій.

Також, для порівняння, на рис. 2 додано графіки зменшення оптимального маршруту на основі генетичного алгоритму. Таким чином, для першого маршруту зменшення відбувається з 510 тис. ум. од. при ітерації 5 до 300 тис. ум. од. при ітерації 95; для другого з 510 тис. ум. од. при ітерації 3 до 290 тис. ум. од. при ітерації 100; для третього з 510 тис. ум. од. при ітерації 3 до 275 тис. ум. од. при ітерації 100; для четвертого з 510 тис. ум. од. при ітерації 3 до 310 тис. ум. од. при ітерації 100. Видно, що алгоритм оптимізації мурашиної колонії дозволяє побудувати коротший маршрут, а саме для першого маршруту – на 40 тис. ум. од., для другого – на 40 тис. ум. од., для третього – на 35 тис. ум. од., для четвертого – на 50 тис. ум. од. Таким чином, алгоритм оптимізації мурашиної колонії дозволяє виконати огляд території за менший час та є більш ефективним [3].

Алгоритм оптимізації мурашиної колонії знаходить рішення за прийнятний час, проте не гарантує, що знайдений



розв'язок не є субоптимальним. Зменшити ймовірність знаходження субоптимального розв'язку можна збільшенням кількості ітерацій, проте навіть багатократне збільшення кількості ітерацій в більшості випадків призведе до незначного скорочення довжини маршруту або не призведе взагалі.

### Список використаних джерел:

1. Carabaza S.P., Besada E., Lopez-Orozco J.A. Ant Colony Optimization for Multi-UAV Minimum Time Search in Uncertain Domains. *Applied Soft Computing*. 2018. Volume 62. P. 789-806.
2. Cimino M.G., Lazzeri A., Vaglini G. Combining stigmergic and flocking behaviors to coordinate swarms of drones performing target search. *In Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)*. 2015. P. 1-6.
3. Кулик Я.А., Книш Б.П., Папінов В.М. Моделювання огляду території за допомогою безпілотних літальних апаратів на основі алгоритму оптимізації мурашиної колонії [Електронний ресурс]. *Наукові праці ВНТУ*. 2022. № 3. Режим доступу: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/660/624>.

