

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Рибальченка Олега Валерійовича**
«Моделі та методи маршрутизації безпілотних літальних апаратів»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю
113 «Прикладна математика».

1. Актуальність обраної теми дисертації.

Враховуючи стрімкий розвиток технологій БпЛА та їхнє широке застосування у цивільних та військових сферах, актуальність теми дослідження Рибальченка О.В. не викликає жодного сумніву. Напрямок, який автор обрав для дослідження, є надзвичайно важливим для підвищення ефективності використання БпЛА.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана у відповідності з планами науково-дослідних робіт Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова:

– ВФ.180.14 «Розробити нові математичні моделі і методи комбінаторної оптимізації з використанням ройового інтелекту і нечітких множин, орієнтовані на оптимізацію рішень та захист даних у системах різного призначення» (державний реєстраційний номер 0122U000831, виконується за Постановою бюро Відділення інформатики НАН України від 08.07.2021р. №1);

– ІК-2022/1 «Розроблення та удосконалення математичних і апаратних засобів планування місій команд БПЛА та створення заводо захищених і шифрованих каналів зв'язку в системах управління безпілотними авіаційними комплексами та спеціальних інформаційно-телекомунікаційних мережах» (державний реєстраційний номер 0122U200274, виконується за розпорядженням Президії НАН України від 21.03.2022р. №151).

3. Основні результати та їх наукова новизна.

У дисертаційній роботі розроблено нові математичні моделі для дослідження задач планування місій як окремих БпЛА в складі гібридних систем (які включають транспортний засіб та БпЛА) так і команд БпЛА. Розроблені моделі дозволяють агрегувати кілька підзадач, що виникають при вирішенні задачі в цілому, зокрема, таких як вибір баз, маршрутизацію та розподіл цілей.

Розроблено нові алгоритми ройового типу для розв'язування відповідних задач оптимізації, що виникають при плануванні маршрутів. Досліджено та показано їх ефективність, зокрема, метаевристичного алгоритму оптимізації мурашиними колоніями для розв'язування задач практичної розмірності.

Створено обчислювальний блок та зручний інтерфейс для реалізації розроблених алгоритмів планування місій гібридних систем та команд

БПЛА. У блоці застосовано сучасні технології та архітектурні рішення для ефективної обробки даних.

На основі результатів обчислювальних експериментів проведено аналіз ефективності розроблених алгоритмів для наведених задач планування.

Основні наукові положення та висновки чітко сформульовано відповідно поставленим задачам наукової роботи.

4. Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості їх використання у реальних умовах для планування та виконання місій БпЛА. Зокрема, вони можуть знайти застосування в логістиці, розвідці, задачах моніторингу ситуації та інших сферах.

5. Ступінь обґрунтованості основних положень та висновків дисертації.

Автор чітко сформулював та детально розглянув задачі, що стоять перед сучасними БпЛА щодо їх маршрутизації.

Основні наукові положення, висновки, рекомендації дисертаційної роботи мають належне теоретичне, методологічне та практичне обґрунтування. Обґрунтованість положень дисертації базується на системному дослідженні здобувачем багатьох відомих вітчизняних та зарубіжних джерел, які відповідають темі дисертації, а також проведених обчислювальних експериментах, у яких розв'язувалися задачі практичних розмірностей.

Структура дисертаційного дослідження логічна, послідовна і у повному обсязі розкриває тему.

6. Повнота викладення наукових положень та висновків в опублікованих працях.

Сутність основних отриманих результатів виконаного дослідження та їх наукова новизна достатньо повно відображені у чотирьох наукових публікаціях, одна з яких входить до наукометричної бази даних Scopus.

Результати проведеного дослідження доповідалися на міжнародному науковому симпозіуму «Intelligent Solutions-2023».

Повнота викладення наукових положень і висновків в опублікованих працях дозволяє науковій спільноті отримати повне уявлення про результати наукової роботи.

7. Недоліки дисертації щодо її змісту і оформлення.

Суттєвих недоліків щодо змісту і оформлення дисертації не вбачаю. Наведу лише декілька зауважень.

1. У пп.4.7 та 4.8 (с.53-54 та 62-63) відбувається повторне пояснення ключових параметрів алгоритмів ОМК, що можливо покращує уявлення матеріалу, але вдруге можна було б подати його дещо у скороченому вигляді.

2. Нумерація формул (4.2), (4.3), (4.5) непотрібна, бо на них відсутні посилання у тексті.

3. При описі алгоритмів у розд.4 варто було б повторити опис змінних, які використовуються, або ж нагадати, що вони введені у розд.3.

4. Перше згадування бібліотеки TSPLIB є на с.80, хоча посилання на першоджерело (адресу) з'являється лише на с.83.

5. Дослідження можна було б доповнити більш детальним висвітленням аспектів інтеграції з існуючими системами керування БПЛА та їх адаптивності до умов місії, які можуть динамічно змінюватись.

Наведені зауваження в жодному разі не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

8. Рекомендації щодо впровадження результатів дисертаційного дослідження в практику.

Отримані результати можуть бути застосовані для розробки та вдосконалення спеціалізованих програмних систем, пов'язаних із використанням БПЛА як у приватних компаніях, так і у державних структурах.

Рекомендації для впровадження результатів дисертації можуть включати розробку додаткових інтерфейсів для ширшої інтеграції з різними платформами БПЛА, а також адаптацію моделей під специфічні потреби різних галузей, де застосовуються БПЛА.

9. Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота **Рибальченка Олега Валерійовича «Моделі та методи маршрутизації безпілотних літальних апаратів»** на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика» є вагомим внеском у розвиток обраної тематики. Ефективність запропонованих моделей та алгоритмів перевірена на основі аналізу обчислювальних експериментів.

Зважаючи на вищесказане, дисертація **Рибальченка О.В.** за актуальністю, обсягом і рівнем проведених досліджень, науковою новизною і практичною значимістю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 року, а її автор заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Завідувач відділу методів системного моделювання

Інституту кібернетики НАН України

доктор фізико-математичних наук,

старший науковий співробітник

Володимир ПЕПЕЛЯЄВ

