

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора фізико-математичних наук, професора **ЯКОВЛЕВА Сергія Всеволодовича** 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 теми дисертаційної роботи

Актуальність теми дослідження Рибальченка О.В. беззаперечна, враховуючи стрімкий розвиток технологій БПЛА та їхнє широке застосування у цивільних та військових сферах. Вдало вибрано напрям дослідження, який є надзвичайно важливим для підвищення ефективності використання БПЛА, перш за все, в нинішній особливій ситуації.

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

Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідних робіт 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 роботи 0122U000831, виконується за Постановою бюро Відділення інформатики НАН України від 08.07.2021 р. № 1 та 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 роботи 0122U200274, виконується за розпорядженням Президії НАН України від 21.03.2022р. №151.

3. Основні результати та їх наукова новизна

У роботі розглянуто два класи задач планування місій: команди БПЛА з використанням альтернативних баз і одного БПЛА, який може транспортуватися спеціальним транспортом, для розв'язання яких запропоновано прикладні алгоритми.

Наукова новизна роботи полягає в розробці оригінальних математичних моделей, що дозволяють оптимізувати маршрутизацію як окремих БПЛА, так і їх команд із урахуванням різноманітних обмежень і умов, що виникають на практиці. Значним науковим доробком є розроблення нових метаевристичних алгоритмів на основі ройового інтелекту – алгоритмів оптимізації мурашиними колоніями, які можуть бути застосовані в різних прикладних галузях.

4. Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів

Ступінь обґрунтованості основних положень і висновків дисертації високий. Автор чітко сформулював та детально розглянув проблеми, що стоять перед сучасними БПЛА у контексті маршрутизації, і надав обґрунтовані рішення досліджуваної проблеми.

Основні наукові положення та висновки сформульовані відповідно до поставлених завдань дисертаційної роботи.

5. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення отриманих результатів не викликає сумнівів, оскільки розроблені методи та моделі можуть бути використані у реальних умовах для планування та виконання місій БПЛА чи інших рухомих роботизованих систем та гібридних комплексів «БПЛА+Транспортний засіб». Зокрема, вони знайдуть застосування в логістиці, розвідці, моніторингу та інших сферах.

6. Повнота викладення наукових положень та висновків в опублікованих працях

Усі положення й висновки, наявні в дисертаційній роботі, науково обґрунтовані, достовірні, логічно випливають із результатів проведеного дослідження. Повнота викладення наукових положень і висновків в опублікованих працях знаходиться на високому рівні, що дозволяє отримати повне уявлення про здійснену роботу та її результати.

7. Недоліки дисертації щодо її змісту і оформлення

По дисертації можна зробити такі зауваження.

1) Наявна розбіжність між заявленим на с.14 обсягом роботи в 107 с. і фактичним обсягом у 106 с. Крім того, варто було б указати, що у роботі є і 4 таблиці.

2) На с.56 відбулося злиття двох формул, які слід записати у окремі рядки.

3) Формули (4.8), (4.9) на с.49 дублюються на с.58 під номерами (4.11), (4.12), на які немає посилань.

4) На с.63 множина сусідніх до вершини і вершин N_j мала бути позначена як N_i .

5) У п.4.7 та 4.8 при описі математичної моделі задачі для алгоритмів оптимізації мурашиними колоніями не вказано, що має бути умова: $k=b+1$.

6) Спостерігається різний стиль підписів під рисунками (як, наприклад, під рис. 4.2 та 4.3-4.5).

7) Кількість помилок пунктуації та орфографії (див., наприклад, с. 2, 8, 11, 13, 15 та ін.) знаходиться у допустимих рамках і не утруднює розуміння викладених результатів.

Підсумовуючи та аналізуючи вищенаведені зауваження, можна відмітити, що вони не стосуються основних положень дисертації, що виносяться на захист, і тому не впливають на загальну безсумнівно позитивну оцінку дисертації.

8. Рекомендації щодо впровадження результатів дисертаційного дослідження в практику

Рекомендації до 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.

Значна частина результатів дисертації може бути використана у навчальному процесі вищих навчальних закладів України для студентів ІТ-спеціальностей, де викладаються такі дисципліни як «Комбінаторна оптимізація», «Теорія прийняття рішень» та «Прикладна математика».

9. Висновок на відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота Рибальченка О.В. на тему: «Моделі та методи маршрутизації безпілотних літальних апаратів» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика» є теоретичним узагальненням і завершеним вирішенням наукової проблеми – побудови цілісної методології розв’язання задач оптимального планування місій БПЛА, яка супроводжувалась як комплексним аналізом існуючих методів, так і створенням нових. Ефективність запропонованих методів та алгоритмів перевірялась на основі аналізу обчислювальних експериментів. Отримані наукові результати сприяють розвитку методології розв’язання оптимізаційних задач маршрутизації та більш широкому їх застосуванню при моделюванні та розв’язуванні прикладних задач.

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».

Офіційний опонент:

доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри математичного
моделювання та штучного інтелекту
Національного аерокосмічного університету
імені М.Є.Жуковського «Харківський
авіаційний інститут»



С.В. Яковлев