

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Левченко Ольги Вікторівни
на тему: «Моделі та методи управління рухом гібридного роботизованого
комплексу для підвищення ефективності пошуку
надводних та підводних об'єктів»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії,
в галузі знань 27 – «Транспорт»
за спеціальністю 271 – «Морський та внутрішній водний транспорт».

Актуальність теми дослідження. Відповідно до аналізу розвитку роботизованих систем зумовлює їх широке застосування в різних галузях діяльності людини. Використання групових автономних роботів розширюють функціональність та підвищують ефективність виконання завдань в середовищах, довге перебування в яких, є небезпечним для людини. Актуальність вирішення завдань, спрямованих виконання місії групою роботизованих систем, підтверджується необхідністю забезпечення оперативності та ефективності проведення пошуку надводних та підводних об'єктів та їх безаварійного руху в режимах групового переходу та групового виконання місії. Для вирішення даного завдання необхідна розробка моделей та методів автоматичного управління групою автономних роботизованих комплексів.

Дисертаційне дослідження Левченко Ольги Вікторівни присвячене розробки моделей та методів управління рухом гібридного роботизованого комплексу для підвищення ефективності пошуку надводних та підводних об'єктів, оскільки існує невідповідність між необхідністю оперативного та обґрунтованого прийняття рішення в процесі виконання пошукової операції, недостатньо розроблені наукові методи управління груповими роботизованими комплексами в умовах невизначеності і відсутні напрацювання у подоланні вказаної невідповідності для визначеної предметній області.

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

Дисертаційне дослідження Левченко О.В. виконувалося відповідно до Стратегічного курсу розвитку аеронавігаційної системи України, що визначений Указом Президента України від 11 червня 1998 року № 615/98 «Про затвердження стратегії інтеграції України до Європейського Союзу» та Стратегічного плану розвитку авіаційного транспорту до 2020 року, затвердженим Міністерством інфраструктури України від 21.12.2015р. №546. А також у рамках Тематичного плану наукових досліджень та розробок

Державного університету інфраструктури та технологій, з виконанням науково-дослідної роботи (НДР) «Моделі та методи прогнозування довговічності обладнання засобів річкового та морського транспорту в умовах експлуатації за технічним станом» № ДР 0120U104335.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Зважаючи на актуальні проблеми, щодо підвищення оперативності та обґрунтованості рішень щодо управління рухом гібридного роботизованого комплексу у процесі пошуку надводних та підводних об'єктів, Левченко О.В. вдало підібрано напрямок дисертаційного дослідження, методологічно правильно поставлено мету та відповідні задачі для досягнення мети досліджень. Структура дисертаційної роботи логічна, матеріали кожного розділу відповідають завданням дисертаційного дослідження. Обґрунтованість та достовірність одержаних у дисертації результатів та зроблених висновків забезпечені грамотною постановкою наукового завдання дослідження, правильним використанням методів системного аналізу, класичної теорії автоматичного управління, нечіткої логіки, наукової класифікації, комп'ютерного моделювання і математичного апарату теорії матриць на етапах моделювання й аналізу результатів досліджень, їх апробації на наукових семінарах і конференціях та публікацією у рекомендованих наукових виданнях.

Сформовані у дисертаційній роботі Левченко О.В. наукові положення та висновки ґрунтуються на напрацюваннях які відображені у роботах закордонних та вітчизняних науковців які присвячені питанням управління маневруванням і лоцманського проведення є: Бочкарьов О.Ю., Блінцов В.С., Голембо В.А., Еткін Б.В., Збруцький О.В., Калман Р.Е., Кулік А.С., Кунцевич В.М., Куржанський А.Б., Красовський О.А., Кротів В.Ф., Харченко В.П., Басанець М.Г., Вагущенко Л.Л., Грець І.С., Іванов Б.Г., Колегаєв М.О., Позолотін Л.А., Репетей В.Д., Торський В.Г., A.P. Aguiar, J. Almeida (Італія), Fossen T. (Норвегія), Madhevan Balasundaram (Індія), Zhongkui Li та Xin Li (Китай). Високий рівень обґрунтованості наукових положень та висновків представлених здобувачем у роботі забезпечується опрацюванням значної кількості літературних джерел, перелічених у списку використаних джерел. Висвітлені положення дисертації апробовані, про це свідчить наявність 5 опублікованих статей та участь з доповідями у 3 міжнародних конференціях.

Всі розділи дисертаційної роботи логічно взаємопов'язані, змістовно підпорядковані сформульованій меті дослідження.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни. Зі спектру положень заявленої і обґрунтованої автором наукової новизни отриманих результатів виділені ті, що отримані

вперше, удосконалено та набули подальшого розвитку. А саме:

Вперше розроблено метод управління пошуком надводних та підводних об'єктів гібридним роботизованим комплексом, який відрізняється формалізацією процесів планування маршруту його руху сплайн-траєкторіями із синхронним поданням інформації, прогнозуванням навігаційної обстановки та вибором стратегії запобігання небезпечних ситуації за рахунок поєднання інтелектуальних та численних методів, що дозволило підвищити ефективність пошуку надводних та підводних об'єктів.

Удосконалено:

1) метод формалізації активності об'єкта моніторингу з використанням нечітких часових рядів у системі моніторингу надводної та підводної обстановки, в якому, на відміну від відомих, тенденції активності об'єкта спостереження за певний інтервал часу визначаються шляхом комплексної обробки інтервальної якісної оцінки значень числового ряду параметрів, що надходять від різномірних джерел інформації, що дозволяють усунути похибки та невизначеність, наявні у процесі моніторингу, й описати різні стани активності, за характеристиками яких виконується класифікація об'єкта моніторингу.;

2) метод оцінки та прогнозування навігаційної ситуації під час руху гібридного роботизованого комплексу, який, на відміну від відомих, базується на адаптивній нечіткій ситуаційній мережі, яка враховує параметри навігаційної ситуації, прогноз її розвитку та рівень комплексної безпеки руху судна в єдиній концепції e-Navigation, що дозволяє підвищити безпеку судноплавства.

Набула подальшого розвитку модель комплексування інформації про місцезнаходження та параметри руху об'єктів від різномірних джерел інформації, яка, на відміну від відомих, базується на обробці числових рядів значень параметрів спостереження, що надходять від джерел різної фізичної природи, для створення інформаційного простору в системі e-Navigation, що дозволяє підвищити оперативність та обґрунтованість управління рухом гібридного роботизованого комплексу у процесі пошуку надводних та підводних об'єктів.

Практична значимість отриманих наукових результатів полягає у подальшому удосконаленні елементів спеціального математичного та програмного забезпечення систем автоматизованого управління гібридними роботизованими комплексами на базі розроблених моделей і методів, що дозволяють підвищити оперативність та обґрунтованість прийняття рішень у процесі пошуку надводних та підводних об'єктів. Запропоновані теоретичні методи мають високий ступінь готовності до використання і доведені до їх

практичної реалізації та дозволяють підвищити своєчасність вироблення рішень порівняно з неавтоматизованим способом – в 1,5÷2,4 рази, порівняно з частковою автоматизацією управління, – в 1,15÷1,55 рази, а збільшення кількості чинників, урахованих й оброблених за допомогою запропонованих методів у порівнянні з відомими, дозволяють за наявний час збільшити коефіцієнт повноти врахування чинників на 14÷32%.

Реалізація запропонованого в дисертаційній роботі підходу щодо управління рухом гібридного роботизованого комплексу дозволяє: планувати маршрут руху гібридного роботизованого комплексу в процесі підготовки до проведення пошукової операції; проводити оцінку безпеки проведення пошукової операції в районі інтенсивного судноплавства; виконувати комплексування даних від різномірних джерел інформації, отриманих в системі e-Navigation.

Основні положення дисертаційної роботи реалізовані у навчальному процесі Державного університету інфраструктури та технологій (акт впровадження від 28.02.2024 р. № 181/01-11) та у Державному підприємстві водних шляхів України «УКРВОДШЛЯХ» від 22.11.2023 року.

Повнота викладу в опублікованих працях наукових положень, висновків, рекомендацій.

Наукові результати дисертації висвітлені за темою дисертаційного дослідження було опубліковано 5 наукових статей у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України; 3 – у збірках за матеріалами міжнародних конференцій.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Левченко О.В. відповідає напрямкам досліджень відповідно до освітньо-наукової програми «Морський та внутрішній водний транспорт». Детально ознайомившись із текстом дисертаційної роботи та основних наукових публікацій можна зробити висновок про унікальність виконаних досліджень, які не містять плагіату. З аналізу змісту та тексту дисертації вбачається дотримання дисертантом вимог академічної доброчесності, а згадані ідеї та результати інших авторів мають відповідні літературні посилання. Тому варто відзначити, що дисертаційна робота Левченко О.В. «Моделі та методи управління рухом гібридного роботизованого комплексу для підвищення ефективності пошуку надводних та підводних об'єктів», відповідає вимогам статті 42 Закону України «Про освіту».

Структура і зміст дисертації.

Кваліфікаційна наукова робота Левченко О.В., написана українською мовою складається із розширеної анотації, переліку прийнятих скорочень,

вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаних джерел із 150 найменування на 19 сторінках і двох додатків на 3 сторінках. Повний обсяг роботи становить 182 сторінок тексту, у тому числі 155 сторінок основного тексту, 7 таблиць та 32 рисунки.

Анотація наведена українською та англійською мовами і відображає основні положення дисертаційного дослідження, не містить жодних положень чи ідей, які не представлено в основному тексті дисертації.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет та методи досліджень, викладено наукову новизну і практичну цінність роботи, а також наведено інші необхідні відомості щодо загальної характеристики дисертації.

У *розділі 1* автором проведено аналіз сучасного стану у галузі морської робототехніки. Визначені дві основні концепції автоматизації групового використання морських роботизованих апаратів та способи організації управління гібридними роботизованими комплексами. Показано, що загальне наукове завдання автоматизації процесів управління ГРК розпадається на чотири часткових завдання: формулювання кінцевої мети пошукової операції, яку виконує ГРК; розробка плану пошукової операції (стратегії управління); групове управління апаратами у ГРК відповідно до розробленого плану; автоматичне управління окремим автономним апаратом як «агентом» ГРК. Виявлена невідповідність у питанні розпізнавання навігаційних ситуацій в зоні інтересу при виконанні пошукової операції та синтезу варіантів рішень для формування маршруту руху гібридного роботизованого комплексу між районами пошуку. Сформульоване актуальне наукове завдання, яке полягає у розробці моделей та методів управління рухом гібридного роботизованого комплексу для підвищення ефективності пошуку надводних та підводних об'єктів. Здійснена математична постановка завдання дослідження. Розроблена методологія проведення дослідження. Сформульовані головні завдання дисертаційного дослідження.

У *розділі 2* автором запропоновано будувати маршрути в області інтересу як оптимальні сплайн-траєкторії об'єкта, що рухається для організації управління пошуком надводних та підводних об'єктів гібридними роботизованими комплексами. Вперше розроблено метод управління пошуком надводних та підводних об'єктів гібридним роботизованим комплексом, який відрізняється формалізацією процесів планування маршруту його руху сплайн-траєкторіями із синхронним поданням інформації, прогнозуванням навігаційної обстановки та вибором стратегії запобігання небезпечних ситуації за рахунок поєднання інтелектуальних та численних методів, що дозволило підвищити ефективність пошуку

надводних та підводних об'єктів. Запропонована графова модель функціонування гібридного роботизованого комплексу у процесі пошукової операції, що описує можливі стани, в яких може знаходитися комплекс, та є основою методу управління пошуком надводних та підводних об'єктів. Розроблений метод вибору стратегії планування траєкторії розходження суден у конфліктній ситуації в єдиній концепції e-Navigation, а також метод побудови маршруту розходження роботизованого комплексу із суднами в районі пошуку на основі модифікованого методу векторної гістограми, що відрізняється використанням локальної карти для врахування інформації про виявлені навігаційні небезпеки

У розділі 3 автором внесено вклад у подальший розвиток модель комплексування інформації про місцезнаходження та параметри руху об'єктів від різнорідних джерел інформації, яка, на відміну від відомих, базується на обробці числових рядів значень параметрів спостереження, що надходять від джерел різної фізичної природи, для створення інформаційного простору в системі e-Navigation, що дозволяє підвищити оперативність та обґрунтованість управління рухом гібридного роботизованого комплексу у процесі пошуку надводних та підводних об'єктів. Виконано аналіз методів моделювання числових рядів показує перспективи нечіткого моделювання для розробки методів та моделей ідентифікації та аналізу нових об'єктів за допомогою нечітких тенденцій, які є невід'ємною частиною вивчення слабо структурованих процесів складних організаційних та технічних систем у завданнях інтерпретації, діагностики, прогнозування та планування. Удосконалено метод формалізації активності об'єкта моніторингу з використанням нечітких часових рядів у системі моніторингу надводної та підводної обстановки шляхом комплексної обробки інтервальної якісної оцінки значень числового ряду параметрів, які надходять від різнорідних джерел інформації, що дозволяють усунути похибки та невизначеність, наявні у процесі моніторингу, й описати різні стани активності, за характеристиками яких виконується класифікація об'єкта моніторингу. Розроблено метод підготовки даних до форми, придатної для аналізу відомих методами інтелектуального аналізу даних.

У розділі 4 автором удосконалено метод оцінки та прогнозування навігаційної ситуації під час руху гібридного роботизованого комплексу за рахунок базування на адаптивній нечіткій ситуаційній мережі, яка враховує параметри навігаційної ситуації, прогноз її розвитку та рівень комплексної безпеки руху судна в єдиній концепції e-Navigation, що дозволяє підвищити безпеку судноплавства. Запропоновано нечітку ситуаційну мережу, яка характеризується такими особливостями як: можливістю гнучкої зміни

компонентів мережі (нечітких ситуацій, параметрів, управлінських впливів, переходів) у процесі їх побудови та використання; урахуванням впливу керуючих рішень на нечіткі ситуаційні ознаки, що дозволяє описати й оцінити взаємний вплив цих ознак один на одного та полегшити адаптивні зміни мереж при моделюванні поведінки агентів; визначенням та вибором управлінських впливів та їх послідовностей відповідно до різних критеріїв та обмежень. Запропонована модель формалізації системи «оператор-ГРК-навігаційна обстановка» дозволяє уніфікувати підходи до управління комплексною безпекою пошукової операції та розпочати розробку відповідних обчислювальних процедур та модулів, які можуть бути надалі використані при побудові систем підтримки прийняття рішень.

У висновках автором наведено основні здобутки дисертаційного дослідження, вони відповідають меті та вирішенню поставлених задач і є логічним завершенням роботи. Загалом, мета дисертаційної роботи розкрита в повному обсязі.

Однак, не зважаючи на загальне позитивне враження від дисертації вона містить деякі зауваження.

Зауваження по дисертаційній роботі.

- загальне зауваження щодо використання декількох стилей оформлення тексту дисертаційної роботи;

- стор. 3, 31, 39, 40, 48 містять граматичні та стилістичні помилки;

- стор. 48, 49 містять невизначене скорочення, яке не наведено у переліку умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів;

- у розділі 2 та розділі 3 порушена нумерація формул, що обтяжчує сприйняття викладеного матеріалу;

- у висновках за розділом 2 та розділом 3 автором виносяться як наукові результати досліджень розробка моделей (пункт 6 висновків за розділом 2 та пункт 4 висновків за розділом 3), проте вони не винесені в загальні наукові результати за виконанням дослідної роботи через незрозумілі причини і не містять інформації щодо вкладу автору в розробку цих моделей;

- автор вказує, що обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується зокрема збігом отриманих результатів з відомими експериментальними даними у даній області наукових знань, проте наявно в роботі це не продемонстровано.

Однак, наявність перелічених зауважень носять лише дискусійний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальні висновки та оцінка дисертації.

Дисертаційна робота Левченко Ольги Вікторівни на тему «Моделі та методи управління рухом гібридного роботизованого комплексу для підвищення ефективності пошуку надводних та підводних об'єктів» є самостійною, завершеною науковою роботою. Представлені в роботі, отримані автором результати, забезпечують розв'язання актуальної проблеми в галузі знань 27 – «Транспорт», такої як розробки моделей та методів управління рухом гібридного роботизованого комплексу для підвищення ефективності пошуку надводних та підводних об'єктів.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. За своєю актуальністю, науковою новизною, обсягом проведеного дослідження, обґрунтованістю, достовірністю, глибиною узагальнень, висновків і практичних рекомендацій дисертаційна робота Левченко О.В. за темою «Моделі та методи управління рухом гібридного роботизованого комплексу для підвищення ефективності пошуку надводних та підводних об'єктів» відповідає спеціальності 271 «Морський та внутрішній водний транспорт» та Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року №261. Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44. наказу МОП України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», а здобувач Левченко Ольга Вікторівна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт».

К.т.н., доцент, завідувач кафедри
«Навігація і керування судном»,
Одеського національного
морського університету,
капітан далекого плавання



Євгеній КАЛІНІЧЕНКО

Засвідчую підпис

Фахівець ВК

