ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
проректора з науково-педагогічної роботи
Херсонської державної морської академії
БЕНЯ Андрія Павловича
на дисертаційну роботу ПАШЕНКО Олени Леонідівни
«Підвищення точності ідентифікації та моніторингу надводних об'єктів»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.22.13 «Навігація та управління рухом»

Дисертацію виконано в Національному університеті «Одеська морська академія» Міністерства освіти і науки України.

1 Актуальність теми дисертаційної роботи

Достовірність інформації про надводні об'єкти є однією з передумов безпечного судноводіння. Під час несення навігаційної вахти судноводій зіставляє візуальні спостереження з даними радіолокаційної станції (РЛС) та автоматичної ідентифікаційної системи (АІС). Проте наявність кількох джерел сама по собі не гарантує правильного встановлення відповідності між фізичним судном, радіолокаційною та АІС ціллю. Затримки повідомлень, відсутність передач даних від судна, близьке розташування цілей і суперечливі відомості можуть ускладнювати таке зіставлення.

Вважаю обґрунтованим обраний авторкою напрям дослідження: використання бортового відеоспостереження для автоматизованого виявлення суден, класифікації їхнього ракурсу та визначення пеленга з подальшою взаємною перевіркою даних відеосистеми, РЛС і АІС. Відеоканал надає інформацію про фактичну наявність і видиму орієнтацію судна незалежно від його передавального обладнання. Саме вказані ознаки можуть бути корисними для перевірки навігаційної інформації за умов її неповноти або неузгодженості.

Позитивно оцінюю спрямованість роботи на ракурс судна як важливу навігаційну ознаку. Він доповнює інформацію про взаємне положення суден, а відеопеленг характеризує напрямок на ціль. Авторка коректно зазначає, що ці дані мають використовуватися разом з іншою навігаційною інформацією та не замінюють належного спостереження і комплексного оцінювання небезпеки

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»
КАНЦЕЛЯРІЯ
Вхідний № 1484
Надійшло 26.10 2026 р.

зіткнення. Отже, тема дисертації є актуальною для розвитку інформаційного забезпечення судноводіння.

2 Зв'язок роботи з науковими програмами та темами

Актуальність проведеного дослідження підтверджується положеннями Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року та операційного плану заходів з її реалізації у 2025–2027 роках, схвалених постановою Кабінету Міністрів України від 27.12.2024 № 1550, якими передбачено підвищення рівня безпеки на транспорті, цифровізацію транспортної галузі, розвиток систем моніторингу та інформаційного обміну щодо руху суден, а також положеннями Указу Президента України від 30.09.2019 № 722/2019 «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» в частині створення стійкої інфраструктури та сприяння інноваціям.

Дослідження виконано в межах держбюджетної науково-дослідної роботи Національного університету «Одеська морська академія» «Удосконалення систем морського радіозв'язку і навігації для забезпечення кібербезпеки водного транспорту», державний реєстраційний номер 0123U100010, у якій здобувачка виконувала окремий розділ.

3 Ступінь обґрунтованості та достовірності результатів

Обґрунтованість результатів забезпечується послідовним розв'язанням взаємопов'язаних завдань: від формування системи класів ракурсу та підготовки набору даних з метою донавчання моделі, розрахункового обґрунтування відеосистеми та оцінки методу асоціації. Використані методи комп'ютерного зору, аналітичної геометрії, імітаційного моделювання та статистичного аналізу відповідають змісту цих завдань.

Для донавчання сформовано набір із 1742 зображень, що містять 3327 анотованих екземплярів суден, з доповненням 115 негативними зображеннями. Передбачено навчальну, перевірочну та тестову вибірки. За результатами роботи моделі на тестовій вибірці отримано precision 0,6531; recall 0,6404; mAP@0,5 0,6955 та mAP@0,5:0,95 0,5580. Зазначені результати є співставними з показниками перевірочної вибірки та підтверджують збереження якості моделі в межах використаного набору даних.

Окреме значення має натурне оцінювання за відеозаписами з борту судна. В основному експерименті проаналізовано 236 спостережень суден у 81 відеофрагменті. Із 152 локалізованих суден для 105 правильно визначено

ракурс; зафіксовано 47 помилок класифікації, 84 пропуски та 9 хибнопозитивних спрацювань. Частка правильних класифікацій становила 69,1 % серед локалізованих суден і 44,5 % серед усіх наявних у вибірці. Наведення обох показників дозволяє оцінити результат без змішування якості локалізації та класифікації ракурсу.

В експерименті з цифровим масштабуванням оцінено 53 судна за п'ятьма рівнями масштабу, тобто виконано 265 повторних спостережень. Частка правильних класифікацій зросла з 50,9 % за масштабу 1x до 92,5 % за масштабу 5x. Авторка враховує повторний характер спостережень і нерівномірний склад вибірки, тому не поширює ці оцінки безумовно на всі типи суден і умови спостереження.

Метод асоціації оцінено за конфігураціями M0, M1 і M2, які послідовно включають дані РЛС та АІС, відеопеленг і ознаку ракурсу. Використання однакових траєкторій і реалізацій випадкових похибок для трьох конфігурацій підвищує коректність попарного порівняння. Для кожного сценарію виконано 1000 парних реалізацій.

Позитивною рисою роботи вважаю розмежування натурних, розрахункових та імітаційних результатів. Виявлення суден і класифікацію ракурсу перевірено за реальними відеоданими; визначення пеленга обґрунтовано розрахунково, а ефективність комплексування оцінено на імітаційному стенді. Значення похибок каналів і ймовірність правильного визначення ракурсу в моделюванні наведено як прийняті умови, а не як виміряні характеристики запропонованої бортової системи. За такого трактування основні висновки мають достатню доказову основу в межах виконаних досліджень.

4 Наукова новизна одержаних результатів

Основний науковий результат роботи пов'язаний з розробкою методу асоціації та взаємної перевірки відеотреків, радіолокаційних трас і повідомлень АІС. Метод поєднує просторово-кінематичне зіставлення з незалежним відеопеленгом та оцінкою впевненості відеомоделі щодо очікуваного ракурсу судна. Ураховано невизначеність вимірювань, різні точки геометричної прив'язки даних і вимогу взаємно однозначного призначення. Передбачено можливість продовжувати супроводження фізичної цілі без установленого ідентифікатора MMSI за недостатньої узгодженості спостережень. Наукова

цінність методу полягає у використанні додаткової спостережуваної ознаки для перевірки відповідності; сам метод не здійснює автентифікації AIC-повідомлень.

Удосконалення підходу до автоматизованого візуального оцінювання надводної обстановки полягає в поєднанні виявлення судна з класифікацією його ракурсу за вісьмома класами та визначенням відносного пеленга. Така сукупність даних створює основу для комплексного використання відеоспостережень у навігаційному завданні. Застосування відомої архітектури YOLOv8n є технологічною основою цього рішення; внесок авторки пов'язаний із постановкою спеціалізованого завдання, формуванням та анотуванням даних, донавчанням моделі й дослідженням її роботи.

Подальший розвиток методу визначення відносного пеленга полягає у використанні положення центра обмежувальної рамки локалізованого судна разом із параметрами поля зору та орієнтації камери. Запропоновано використання отриманого відеопеленга як ознаки під час асоціації з даними РЛС і AIC. При об'єднанні пеленгових даних коректно відокремлено спільну похибку курсу власного судна від незалежних складових похибок відносного пеленга.

У сукупності наведені результати розвивають методи отримання та взаємної перевірки навігаційної інформації. Новизна результатів дослідження розкривається через склад і спосіб використання візуальних ознак у завданні асоціації надводних цілей.

5 Практичне значення результатів

Практична цінність роботи полягає у можливості використання запропонованих рішень під час побудови бортових систем автоматизованого візуального спостереження. Донавчена модель формує дані про наявність і ракурс судна, а розрахунковий метод визначення пеленга та метод асоціації задають спосіб їх подальшого використання разом із даними штатних навігаційних засобів. Практично важливим є передбачене збереження фізичної цілі без підтвердженого MMSI, яке дозволяє відокремлювати факт спостереження від достовірності її AIC-ідентичності.

Розрахункові вимоги до розміщення камер, секторів відповідальності, поля зору й деталізації зображення можуть бути використані у проєктуванні суднової відеосистеми. При цьому розрахункову геометричну видимість до горизонту на відстані близько 6 морських миль авторка відрізняє від фактично досліджених дальностей роботи моделі. Запропоновані принципи часової синхронізації

відеокадрів і повідомлень про курс визначають необхідні умови подальшої реалізації пеленгування.

Практичне використання окремих результатів засвідчено актами, наведеними в додатку А: у проєктній документації Minerva Marine Inc. для запланованого переобладнання судна «Minerva Alexandra»; під час встановлення системи відеоспостереження компанією Peter Döhle Schiffahrts-KG на судні «Edgar»; в освітньому процесі Інституту післядипломної освіти «Центр підготовки та атестації плавскладу» Національного університету «Одеська морська академія». Зміст цих актів підтверджує використання окремих розробок і матеріалів дослідження відповідно до зазначених форм упровадження.

6 Структура та зміст дисертації

Дисертація складається з анотацій, переліку скорочень, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і трьох додатків. За відомостями вступу загальний обсяг становить 196 сторінок; робота містить 35 рисунків і 20 таблиць, список використаних джерел налічує 134 найменування. Структура забезпечує послідовний перехід від аналізу проблеми до розроблення й оцінювання запропонованих рішень.

У першому розділі «Аналіз літературних джерел з проблеми підвищення точності ідентифікації та моніторингу надводних об'єктів» розглянуто нормативні засади спостереження, можливості навігаційних засобів і сучасні підходи до аналізу морських зображень. Проведений огляд дозволив розділити завдання визначення ракурсу судна та використання відеоданих для перевірки навігаційної інформації.

Другий розділ «Методологічне забезпечення дисертаційного дослідження» містить постановку наукового завдання, мету, гіпотезу, об'єкт, предмет і методи дослідження. Наведена декомпозиція головного завдання пов'язує формування набору даних, донавчання моделі, визначення пеленга, асоціацію спостережень і натурне оцінювання.

У третьому розділі «Методика формування набору даних та донавчання моделі комп'ютерного зору для визначення ракурсу судна» обґрунтовано систему восьми класів, описано підготовку зображень, аугментацію й заходи компенсації дисбалансу класів. Наведено результати етапів донавчання та критерій вибору остаточної моделі.

Четвертий розділ «Обґрунтування вимог до засобів відеоспостереження та структури відеосистеми» охоплює геометричні й оптичні розрахунки, структуру кругового огляду, визначення відносного та істинного пеленгів, метод асоціації й імітаційне оцінювання. Порівняння конфігурацій М0–М2 дозволяє розмежувати внесок відеопеленга та ракурсу. За прийнятих параметрів відеопеленг зменшив середньоквадратичну похибку істинного пеленга на 8,34–46,50 % у шести базових сценаріях. Водночас перевагу М2 за критерієм одночасного поліпшення $F1$ та непревищення частки хибних призначень у цих сценаріях не підтверджено, що авторка відображає у висновках.

П'ятий розділ «Експериментальне оцінювання роботи моделі комп'ютерного зору для визначення ракурсу суден» містить натурні результати залежно від дистанції, часу доби та цифрового масштабу. Наведено окремі показники локалізації, комплексного результату та правильності класифікації, а також обмеження вибірок. Загальні висновки узагальнюють отримані результати та визначають напрями подальшої натурної перевірки й розвитку системи.

7 Публікації та особистий внесок здобувачки

За темою дисертації наведено 8 наукових праць: 3 статті у фахових виданнях України категорії «Б», 1 статтю в іноземному виданні та 4 публікації у матеріалах конференцій. Представлені праці висвітлюють донавчання моделі для визначення ракурсу, застосування аугментації, роботу моделі за реальних умов та принципи побудови відеосистеми. Апробацію здійснено на конференціях PSDMI-2025, NST-2025, IOTS-2026 і MINTT-2026.

У рукописі розкрито особистий внесок здобувачки у формування й анотування набору даних, донавчання моделі, розроблення пеленгування та методу асоціації, організацію натурних досліджень і опрацювання результатів. Для праць у співавторстві зазначено належні авторці результати. Наведений матеріал характеризує її здатність самостійно ставити та розв'язувати дослідницькі завдання.

8 Академічна доброчесність і відповідність автореферату

Використані наукові та нормативні джерела наведено у списку літератури й позначено посиланнями в тексті. Відомі архітектура, програмні засоби та запозичені параметри моделювання відокремлені від власних розробок авторки. У методологічному розділі задекларовано використання ChatGPT і Claude для оптимізації програмного коду, вичитування, редагування й коригування

стилістичного тону тексту під контролем авторки із збереженням її відповідальності за остаточні результати.

Автореферат відображає мету й завдання дослідження, основні положення новизни, зміст розділів, натурні та імітаційні результати. У ньому збережено істотні застереження щодо модельного характеру оцінок комплексування та обмежень натурних вибірок. Основні положення автореферату відповідають змісту дисертації.

9 Зауваження та дискусійні питання

Поряд із позитивною оцінкою роботи вважаю за необхідне висловити такі зауваження та побажання.

1. У першому розділі дисертаційної роботи «Аналіз літературних джерел з проблеми підвищення точності ідентифікації та моніторингу надводних об'єктів» (стор. 27 – 40), авторкою розглянуті сучасні технічні засоби спостереження за надводною обстановкою та застосування методів комп'ютерного зору для виявлення надводних об'єктів, проте бракує огляду існуючих технічних систем, та засобів ідентифікації, що вже застосовуються в світовому судноплавстві, із зазначенням конкретних розробників та галузей застосування, їх порівняльного аналізу, визначення переваг, недоліків та проблем, що потребують подальшого вирішення. Також, з огляду на загальний обсяг першого розділу (14 сторінок), наявність такого підрозділу в його завершальній частині вбачається вкрай доречною і необхідною.

2. У четвертому розділі роботи «Обґрунтування вимог до засобів відеоспостереження та структури відеосистеми» (стор. 79 – 141), запропоновано багатокамерну архітектуру та врахування часової розсинхронізації, однак не наведено виміряних показників швидкодії всієї системи на цільовій обчислювальній платформі. Для практичного використання доцільно визначити сумарну затримку отримання результату, частоту оновлення даних при одночасній роботі камер і допустиму розсинхронізацію під час повороту власного судна. Наявність вказаної інформації необхідна для кількісного обґрунтування вимог до обчислювального забезпечення.

3. Четвертий розділ дисертації завеликий за обсягом, налічує 62 сторінки (стор. 79 – 141), тоді як її п'ятий розділ, навпаки, має обмежений обсяг – лише 25 сторінок (стор. 142 – 166). Крім того, за своєю змістовною складовою (проведення експерименту), заключна частина четвертого розділу більш дотична

до матеріалів п'ятого розділу. Тому, без загальної втрати цілісності викладення роботи, матеріали підрозділу 4.9 «Аналітичне та імітаційне оцінювання точності та стійкості методу асоціації», (стор. 121 – 137) доречніше було б навести у її п'ятому розділі.

4. Натурна вибірка підрозділу 5.2 «Ефективність роботи моделі за використання цифрового масштабування» (стор. 154 – 165) обмежена за складом: 46 із 53 суден є балкерами, 49 перебували на рейдовій стоянці, а клас stern у вибірці відсутній. Ці обмеження зазначено авторкою, однак вони звужують можливість узагальнення результатів на інші типи суден і динамічні ситуації. Доцільною є додаткова перевірка на незалежній вибірці з більш рівномірним представленням типів, ракурсів і суден на ходу.

5. У підрозділі 5.1.2 «Умови та організація експериментального дослідження» (стор. 154 – 156), правильність локалізації на натурних відеоматеріалах оцінюється візуально без еталонних координат рамок і порога IoU. Для завдання визначення пеленга важлива також похибка положення центра рамки, яка окремо не оцінена.

6. Результати підрозділу 5.2 «Ефективність роботи моделі за використання цифрового масштабування» (стор. 154 – 165), отримано із застосуванням вбудованого цифрового зуму камери, тоді як у проєктній структурі передбачено також оптичне наближення PTZ-камер. Бажано окремо порівняти ці режими за однакових дистанцій і розмірів цілей, оскільки вони по-різному впливають на деталізацію зображення та поле огляду. Таке порівняння уточнило б практичні рекомендації щодо керування масштабом і збереження огляду сектора.

Наведені зауваження не заперечують основних наукових результатів і не змінюють загальної позитивної оцінки дисертації.

10 Відповідність спеціальності та загальний висновок

Зміст дисертації відповідає спеціальності 05.22.13 «Навігація та управління рухом», оскільки дослідження присвячене отриманню та перевірці інформації про просторове положення та орієнтацію надводних цілей для забезпечення судноводіння. Результати пов'язані з напрямами побудови систем дистанційного спостереження і розпізнавання об'єктів, підвищення точності та надійності навігаційної інформації та розробці алгоритмів обробки даних різних каналів.

Вважаю, що дисертаційна робота Пашенко Олени Леонідівни «Підвищення точності ідентифікації та моніторингу надводних об'єктів» є завершеною

кваліфікаційною науковою працею, у якій розв'язано конкретне науково-прикладне завдання підвищення достовірності автоматизованого оцінювання навігаційної обстановки шляхом отримання додаткових візуальних ознак суден і їх використання для асоціації та взаємної перевірки даних відеосистеми, РЛС і АІС. Робота містить науково обґрунтовані результати, має єдність змісту та практичне значення для розвитку засобів інформаційного забезпечення судноводіння.

Тема, зміст дисертації та отримані наукові результати в цілому відповідають паспорту спеціальності 05.22.13 – Навігація та управління рухом. Дисертаційна робота Пашенко Олени Леонідівни за структурою, обсягом, змістом, якістю викладу і оформлення в цілому відповідає вимогам п. 2 Постанови КМУ від 17.11.2021 № 1197. Її авторка, Пашенко Олена Леонідівна, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.13 «Навігація та управління рухом».

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор,
проректор з науково-педагогічної роботи
Херсонської державної морської академії Андрій БЕНЬ

«26» жовтня 2026 року