



МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ
УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ
ВІЙСЬКОВОЇ ОСВІТИ І НАУКИ
ГЕНЕРАЛЬНОГО ШТАБУ
ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Код 24981675

«01» 10 2026
№ 300/317/4459

03168, м. Київ

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 41.106.01 Національного університету
«Одеська морська академія»
65052, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 8, к. 1

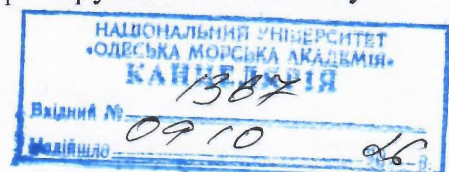
ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Носова Павла Сергійовича
«Науково-методологічні основи управління
ергатичними системами навігаційного забезпечення»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом

1. Актуальність теми дисертації

Зростання ролі судноплавства у світовій транспортній системі безпосередньо впливає на необхідність забезпечення безпеки судноводіння. Безпека судноводіння залежить від своєчасності перетворення навігаційної інформації до практичних дій на містку. Кількість даних, які потрібно обробляти судноводію збільшується зі складністю навігаційної апаратури, умов руху та інших факторів. Отже, інформаційна система навігаційного забезпечення (ІСНЗ) повинна поєднувати дані про рух судна, характеристики діяльності оператора та оцінки ризику. Вважаю, що такий вибір предмета дослідження є доцільним: збільшення кількості доступних даних потребує засобів для їх узгодження, перевірки й практичного використання. Основа поставленої наукової проблеми додатково підтверджується системними протиріччями: між ускладненням навігаційного середовища та обмеженими когнітивними ресурсами оператора, розширенням автоматизації та варіативністю його поведінки, а також накопиченням значних масивів AIS/ECDIS-даних і недостатністю засобів їх адаптивної інтелектуальної інтерпретації. Таким чином, обраний автором перехід від аналізу інформації від окремих технічних засобів до ергатичного контуру управління є методологічно обґрунтованим.

Заявлена мета дослідження – підвищення безпеки мореплавства шляхом розроблення науково-методологічних засад, моделей, методів і засобів оцінювання та управління ризиками людського фактора – узгоджена з поставленими завданнями. Людський фактор у роботі не зводиться до факту операторської помилки, а розглядається як внутрішній параметр ергатичної системи, що проявляється у стані оператора, часовій структурі його дій, розподілі уваги, поведінкових ознаках і характері керувального впливу.



Об'єктом дослідження визначено ергатичні процеси управління навігаційним забезпеченням і рухом судна в умовах впливу людського фактора. Предмет охоплює моделі, методи та механізми формалізації станів і надійності оператора, інтелектуальну обробку траскторних даних та адаптивну підтримку у прийнятті рішень. Постановка головних завдань дослідження узгоджується зі структурою дисертації: предмет залишається в межах об'єкта та конкретизує інструментальний апарат, через який досліджуються ергатичні процеси судноводіння.

Таким чином, тему роботи слід вважати актуальною, а порядок проведення дослідження обґрунтованим та логічним.

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

Тему роботи пов'язано з виконанням науково-дослідних тем:

- «Створення високоточних інтелектуальних систем управління рухом морських суден військового та цивільного призначення» (0117U002176);

- «Розробка програмних засобів для підвищення якості функціонування систем динамічного позиціонування морських суден» (0119U100948);

- «Розробка новітніх моделей та програмних засобів для автоматизованих систем керування рухом морських суден цивільного та спеціального призначення» (0121U109680);

- «Інформаційні системи управління та підтримки прийняття рішень щодо розвитку інфраструктури морських перевезень в умовах воєнного стану» (0124U001164);

- «Розробка методів зниження впливу фактора людини в автоматизованих системах керування рухом судна» (0125U001788).

Такий зв'язок відповідає прикладній спрямованості дисертації.

Змістовий зв'язок із зазначеними НДР простежується безпосередньо в основних результатах дисертації: процедурах обробки AIS/ECDIS-даних, моделях операторських станів, засобах оцінювання ризику та автоматизованій підтримці керування. Ключовою науково-дослідною роботою є робота за реєстраційним номером №0125U001788, присвячена зниженню впливу людського фактора в автоматизованих системах керування судном, керівником якої був здобувач.

3. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечується:

- 1) вірним обранням методичного апарату, зумовлений складністю об'єкта дослідження: системний аналіз і синтез, математичне, структурне, інформаційне та ситуаційне моделювання, формалізацію і уніфікацію AIS/ECDIS-даних, фрактальний, статистичний та ризик-орієнтований аналіз, аналітичну геометрію, методи автоматичного і оптимального управління, імітаційний та тренажерний експеримент;

Об'єктом дослідження визначено ергатичні процеси управління навігаційним забезпеченням і рухом судна в умовах впливу людського фактора. Предмет охоплює моделі, методи та механізми формалізації станів і надійності оператора, інтелектуальну обробку траєкторних даних та адаптивну підтримку у прийнятті рішень. Постановка головних завдань дослідження узгоджується зі структурою дисертації: предмет залишається в межах об'єкта та конкретизує інструментальний апарат, через який досліджуються ергатичні процеси судноводіння.

Таким чином, тему роботи слід вважати актуальною, а порядок проведення дослідження обґрунтованим та логічним.

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

Тему роботи пов'язано з виконанням науково-дослідних тем:

- «Створення високоточних інтелектуальних систем управління рухом морських суден військового та цивільного призначення» (0117U002176);
- «Розробка програмних засобів для підвищення якості функціонування систем динамічного позиціонування морських суден» (0119U100948);
- «Розробка новітніх моделей та програмних засобів для автоматизованих систем керування рухом морських суден цивільного та спеціального призначення» (0121U109680);
- «Інформаційні системи управління та підтримки прийняття рішень щодо розвитку інфраструктури морських перевезень в умовах воєнного стану» (0124U001164);
- «Розробка методів зниження впливу фактора людини в автоматизованих системах керування рухом судна» (0125U001788).

Такий зв'язок відповідає прикладній спрямованості дисертації.

Змістовий зв'язок із зазначеними НДР простежується безпосередньо в основних результатах дисертації: процедурах обробки AIS/ECDIS-даних, моделях операторських станів, засобах оцінювання ризику та автоматизованій підтримці керування. Ключовою науково-дослідною роботою є робота за реєстраційним номером №0125U001788, присвячена зниженню впливу людського фактора в автоматизованих системах керування судном, керівником якої був здобувач.

3. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечується:

- 1) вірним обранням методичного апарату, зумовлений складністю об'єкта дослідження: системний аналіз і синтез, математичне, структурне, інформаційне та ситуаційне моделювання, формалізацію і уніфікацію AIS/ECDIS-даних, фрактальний, статистичний та ризик-орієнтований аналіз, аналітичну геометрію, методи автоматичного і оптимального управління, імітаційний та тренажерний експеримент;

2) розмежуванням обчислювальної працездатності моделей та змістовної достовірності їх інтерпретації. Так, у підрозділі 3.9 (с. 223–226) автор визначає технічний, порівняльно-методичний і зовнішній змістовий рівні валідації. Така побудова є коректною, оскільки не дозволяє автоматично ототожнювати отриманий числовий індикатор із проявом людського фактора без незалежного навігаційного контексту;

3) емпіричною перевіркою фрактально-епізодного методу, перевіркою на підмножині з достатньою кількістю ковзних вікон є необхідним контролем якості: індекс, отриманий за коротким фрагментом, має інші передумови надійності, ніж оцінка достатньо тривалого проходу;

4) повторною перевіркою результату на робастній підмножині Φ_{23} . Із 4228 проходів цієї підмножини до аналізу включено 4226, при цьому ранговий зв'язок chaos_score із severity_code не послаблюється, а зростає приблизно від 0,466 для повного масиву до 0,605 для робастної підмножини (табл. 6.4–6.5, с. 393–395). Посилення зв'язку на робастній підмножині додатково свідчить про стійкість отриманого результату.

5) використанням тренажерного середовища Navi-Trainer Professional 5000 з інтегрованою платформою Wärtsilä Navi-Sailor ECDIS, що дає змогу зіставити дії оператора з навігаційним контекстом та технічними параметрами руху;

6) верифікація траєкторної частини не лише через розрахунок індексів, а й зіставлення фактичної траєкторії з експертно-заданим ECDIS-профілем.

7) поєднанням внутрішньої характеристики мікроеваріативності із зовнішнім навігаційним критерієм, що принципово для достовірності результатів.

8) перевіркою реакції інтегрального показника $I_{HF \rightarrow R}$ на ускладнення заданих сценаріїв, що дозволило простежити зміну модельного ризику в різних умовах навігації.

Додатковим аргументом є монотонність усієї сценарної послідовності: середні оцінки $I_{HF \rightarrow R}$ становлять приблизно 0,404; 0,524; 0,652; 0,783; 0,887 та 0,950 відповідно для шести сценаріїв (табл. 6.14, с. 445). При цьому для сценаріїв обмеженої видимості та штормового аварійного проходу ймовірність критичного режиму досягає одиниці (табл. 6.16, с. 449).

Завершальна LOG-верифікація має окреме доказове значення. Із понад 300 тренажерних траєкторій сформовано вибірку з 78 проходів із ознаками людського фактора. У підсумковій матриці додатково локалізовано 226 епізодних записів (табл. 6.18, с. 457–458). Послідовність LOG - S - Z - AI prediction - Expert validation - Verified mode, формалізована у (6.52)–(6.54), забезпечує простежуваність переходу від первинних даних до експертно підтвердженого результату.

Експериментальна частина підтверджує працездатність розробок у дослідному та тренажерному середовищі. Обмеженням залишається перенесення цих результатів на інші конфігурації обладнання та умови експлуатації.

4. Наукова новизна одержаних результатів

Вперше:

Сформовано концептуально-методологічне забезпечення управління ергатичними системами навігаційного забезпечення, яке об'єднує оператора, інформаційне поле, технічні засоби, навігаційне середовище, регламентні обмеження, режими керування та ризики людського фактора в єдину схему ІСНЗ. Інженерне значення цього результату полягає у визначенні функціональних зв'язків між складовими системи.

Розроблено концептуальну систему інтелектуальної обробки AIS/ECDIS-траєкторій із метричною нормалізацією даних, виділенням локальних епізодів руху та ризик-орієнтованою інтерпретацією мікроеваріативності. Запропоноване подання створює основу для програмного аналізу конкретних фрагментів проходу.

Розроблено інформаційно-аналітичний підхід до експериментальної діагностики кваліфікаційно-поведінкових характеристик оператора на основі траєкторних даних, LOG-проходів, часових індикаторів та експертного оцінювання. Інженерно-прикладною перевагою цього підходу є можливість простежити підсумкову оцінку до первинного запису конкретної навігаційної події.

Удосконалено:

Концептуально-структурну модель інформаційного поля оператора шляхом формалізації зв'язків між джерелами інформації, діяльністю оператора та режимами керування; методи ідентифікації когнітивних, часових, психофізіологічних і поведінкових станів; методи оцінювання та управління ризиками людського фактора з урахуванням переходів системи між стабільним, напруженим і критичним режимами.

Перше з наведених удосконалень конкретизовано у підрозділі 2.1 (с. 92–99), де інформаційне поле включено до системи взаємодії п'яти функціональних контурів, а саме поле структуровано за інструментально-вимірювальною, просторово-навігаційною, нормативно-процедурною, комунікаційно-координаційною та ризик-сценарною складовими. Новизну моделі визначає формалізація функціональної взаємодії джерел даних з оператором і режимом керування.

Удосконалення методів ідентифікації стану оператора змістовно розгорнуто у четвертому розділі через кілька взаємодоповнювальних моделей: розподілу уваги (підрозділ 4.1), дисторсії суб'єктивного часу (4.2), р-адичної структурної ідентифікації ментально-мотиваційних станів (4.3), антиципаційних і поведінкових стратегій (4.4), функціонального виснаження (4.5) та ідентифікації критичних ситуацій і прогнозування дій оператора (4.6). Така декомпозиція дає змогу перейти від загального поняття «людський фактор» до формалізованих і доступних для непрямого оцінювання ознак операторської діяльності.

Набули подальшого розвитку:

Системний підхід до навігаційного забезпечення судна; методи фрактального аналізу траєкторій із локальним епізодним представленням; положення щодо людського фактора як внутрішнього параметра ІСНЗ;

принципи побудови інтелектуальних систем підтримки ухвалення рішень та експертного аналізу. Сукупність цих результатів пов'язує математичний опис із процедурами обробки даних і перевірки навігаційних рішень.

5. Практичне значення та рекомендації щодо використання результатів

Практична значущість результатів найбільш виразно проявляється у створенні інтелектуальних ІСНЗ та систем підтримки прийняття рішень, програмному аналізі AIS/ECDIS-даних, LOG-валідації, діагностиці операторських станів, оцінюванні ризиків та тренажерній підготовці. Результати застосовуються в освітньому процесі Херсонської державної морської академії та Vilnius Gediminas Technical University, Lithuanian Maritime Academy, а також у спеціалізованих морських тренажерних та галузевих організаціях.

Рекомендується використовувати розроблені процедури у програмних засобах аналізу AIS/ECDIS-проходів, під час інструкторського розбору маневрування та налаштування модулів навігаційної підтримки. Перенесення на інший місток має супроводжуватися перевіркою складу даних, часової синхронізації та чутливості параметрів.

6. Повнота викладення результатів у публікаціях та їх апробація

За результатами дослідження опубліковано 65 наукових праць та об'єктів інтелектуальної власності: 39 публікацій у профільних наукових виданнях, серед яких 23 індексуються у Scopus та Web of Science, 16 статей належать до фахових видань України категорії Б; 25 праць опубліковано у збірниках наукових праць і матеріалах конференцій, з них 3 індексуються у Scopus; також отримано 1 патент України на корисну модель.

Основні результати доповідалися на конференціях MINTT, PSDMI, ACIT та інших міжнародних і всеукраїнських наукових заходах.

Кількість та якість наукових праць свідчить про достатню повноту викладення результатів та їх апробацію.

7. Структура і зміст дисертації та відповідність реферату

Дисертація складається з анотації, переліку прийнятих скорочень, вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації без урахування додатків становить 513 сторінок, основний текст – 436 сторінок. Робота містить 124 рисунки, 66 таблиць та 357 літературних джерел. Значний обсяг дисертації виправдовується тим, що автор послідовно подає кілька взаємопов'язаних гілок дослідження – технічну, інформаційну, операторську, ризикову та експериментальну.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, визначено її мету, завдання, об'єкт і предмет, викладено наукову новизну, практичне значення та відомості про апробацію результатів.

Перший розділ містить аналітичний огляд проблем управління ергатичними системами навігаційного забезпечення. Розгляд наявних

підходів використано для обґрунтування наряду дослідження та вибору методів.

Другий розділ є базовим для всієї дисертації. У ньому сформовано концептуально-структурну модель інформаційного поля оператора, що інтегрує дані від ECDIS, AIS, RADAR/ARPA, GNSS, VTS, метеорологічну інформацію, нормативні вимоги, портові та судові процедури, діяльність оператора і режими керування. Практична цінність моделі визначається функціональним поєднанням складових інформаційного поля оператора в єдиному контурі.

Третій розділ має найбільш виражений інформаційно-обчислювальний характер. Автор переходить від традиційного опису траєкторії через інтегральні кінематичні показники до локального аналізу мікроеваріативності руху. Обробка включає метричну нормалізацію, розрахунок кінематичних ознак, формування ковзних вікон, оцінювання локальних масштабних характеристик, виділення епізодів підвищеної варіативності, їх кодування та подальшу ризик-орієнтовану інтерпретацію.

У *четвертому розділі* формалізовано розподіл уваги, а також часові, когнітивні, психофізіологічні та поведінкові характеристики оператора. Моделі призначені для включення цих характеристик до аналізу навігаційної ситуації та підтримки керування рухом судна.

П'ятий розділ присвячено оцінюванню та управлінню ризиками людського фактора. Розглянуто р-адичне подання станів, ранню ідентифікацію втрати керованості, способи коригувального реагування та тренінгове формування взаємодії «капітан–лоцман».

У *шостому розділі* виконано перевірку розробок на AIS/ECDIS-даних, часових характеристиках операторської діяльності, сценаріях інтегрального ризику та експертно оцінених LOG-проходах. Наведено табличні результати, просторову візуалізацію і процедури валідації.

Загальні висновки узагальнюють результати відповідно до поставлених завдань. Додатки містять матеріали практичного впровадження. Структура забезпечує послідовний перехід від постановки проблеми до перевірки запропонованих рішень.

Реферат відображає мету, основні наукові положення, новизну, практичне значення та результати перевірки розробок. Змістові акценти реферату узгоджені із загальною спрямованістю дисертації.

8. Дотримання принципів академічної доброчесності

У дисертаційній роботі дотримано принципи академічної доброчесності. Використані наукові положення та результати інших дослідників супроводжуються належними посиланнями, а особистий внесок здобувача у спільні публікації визначено. За результатами перевірки засобами StrikePlagiarism.com коефіцієнт подібності КПІ становить 6,05 %. Наведені матеріали дають підстави вважати, що встановлені вимоги щодо академічної доброчесності виконано належним чином.

9. Відповідність дисертації спеціальності 05.22.13

За предметом дослідження робота відповідає спеціальності 05.22.13 та безпосередньо стосується навігаційного забезпечення, автоматизованого та адаптивного керування рухом судна, оцінювання навігаційного ризику, обробки інформації, підтримки прийняття рішень і дослідження діяльності оператора-штурмана. Отже актуальність, профільність та науково-технічна спрямованість роботи не викликають сумнівів.

10. Зауваження та дискусійні питання

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

1. У підрозділі 2.1 представлено концептуально-структурну модель інформаційного поля оператора в ергатичній системі навігаційного забезпечення та управління рухом суден (с. 92–99). Для визначення умов її практичного застосування потребує чіткішого розмежування склад інваріантних елементів і тих компонентів, які необхідно налаштовувати залежно від обладнання містка, класу судна та району плавання.

2. У третьому розділі розглянуто параметричну чутливість фрактально-епізодної процедури, зокрема вплив параметрів агрегації на структуру епізодів (табл. 3.7, с. 176–177). Водночас доцільно було б доповнити цей аналіз послідовністю перевірки та калібрування параметрів під час переходу до іншого навігаційного сценарію. Це стосується насамперед тривалості й кроку ковзного вікна, квантильного порога, допустимого розриву між активними вікнами та мінімальної тривалості епізоду.

3. У розділі 3 автор обґрунтовано уникає прямого ототожнення траєкторних і фрактальних характеристик із діями конкретного оператора та наводить перелік необхідних контекстних змінних (табл. 3.2). Проте для практичного використання методу варто чіткіше визначити мінімально достатній набір відомостей, за якого можливо відокремлювати керувальну активність оператора від впливу автопілота й зовнішніх збурень.

4. У підрозділі 3.1.5 описано приведення часових даних до відносної шкали та оцінювання характерного кроку дискретизації за медіаною сусідніх часових інтервалів (с. 154–155, формули (3.14)–(3.17)). Разом із тим потребують окремого пояснення умови спільного аналізу незалежних каналів за наявності часових зміщень між ними. Доцільно уточнити порядок виявлення й урахування таких зміщень та межі допустимої несинхронності.

5. У підрозділах 2.4 та 6.5 передбачено оцінювання стану оператора за сукупністю різномірних ознак, а їх узгодженість враховується за принципом багатоканального підтвердження та відповідним коефіцієнтом (с. 427–428, формули (6.27)–(6.31)). Потребує конкретизації застосування цього підходу за неповного набору даних: які канали є мінімально необхідними та як відсутність або суперечливість окремих ознак впливає на обґрунтованість підсумкової оцінки.

Дискусійні питання.

1. У підрозділі 6.6 наведено правило розмежування стабільного, напруженого та критичного режимів функціонування ІСНЗ (формула (6.45)), а в табл. 6.16 - ймовірності перебування в них для шести сценаріїв. Бажано

чіткіше визначити статус встановлених меж та умови їх перенесення в інші конфігурації ІСНЗ. При цьому слід зберегти прийняте в роботі розмежування напруженого режиму як контрольованого функціонування за підвищеної уваги оператора та критичного стану системи.

2. Перевірка інтегрального показника в підрозділі 6.6 охоплює шість сценаріїв різної складності (с. 440–450), що визначає межі отриманого експериментального підтвердження. Застосування методології до Українського морського коридору Одеса–Босфор слід розглядати як напрям подальших досліджень, оскільки цей маршрут окремо не перевірявся. Для такого розширення доцільно окреслити необхідні вихідні дані, умови адаптації та програму самостійної валідації.

3. У підрозділі 6.7 експериментальну перевірку виконано із застосуванням експертної системи валідації LOG-проходів, яка поєднує автоматизований аналіз та інструкторську оцінку (с. 451–463). Із понад 300 тренажерних траєкторій для підсумкової перевірки відібрано 78 LOG-проходів. З огляду на розмежування оперативного, квазіоперативного та післядієвого оцінювання в табл. 2.11 (с. 137), доцільно відділити функції, підтверджені аналізом завершених записів, від функцій, які ще потребують випробувань у реальному часі. Для останніх необхідно визначити вимоги до затримки обробки, безперервності надходження даних і стійкості оцінок за пропусків або розсинхронізації каналів.

Наведені зауваження стосуються переважно відтворюваності налаштувань, меж застосування методів і готовності окремих функцій до експлуатації. Вони не заперечують отриманих наукових результатів та їх перевірки в дослідному середовищі й не змінюють загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

11. Загальний висновок

Дисертаційна робота Носова Павла Сергійовича «Науково-методологічні основи управління ергатичними системами навігаційного забезпечення» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальну науково-технічну проблему підвищення безпеки мореплавства шляхом створення науково-методологічних засад управління ергатичними системами навігаційного забезпечення з урахуванням людського фактора.

Підставою для позитивної оцінки є доведення методів обробки навігаційних даних до програмної реалізації та перевірюваних результатів. Особливо відзначаю можливість простежити зв'язок між записом руху судна, локальними ознаками та експертною оцінкою проходу. Отримані результати мають значення для навігаційного забезпечення, аналізу керувальних дій і тренажерної підготовки.

Сукупність наведених результатів формує наскрізний доказовий ланцюг: від концептуальної моделі інформаційного поля оператора та нормалізованих AIS/ECDIS-даних – через траєкторні і операторські ознаки – до інтегрального оцінювання ризику та експертно підтвердженого статусу конкретного проходу. Наявність такого зв'язку між методологічним,

модельним, обчислювальним та експериментальним рівнями дає підстави розглядати одержані результати як цілісне вирішення сформульованої науково-технічної проблеми.

За актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю результатів та їх практичним значенням дисертація відповідає вимогам до докторських дисертацій, визначеним Порядком присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197 (зі змінами).

Автор роботи Носов Павло Сергійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом.

Офіційний опонент,

Начальник Центрального управління військової освіти і науки

Генерального штабу Збройних Сил України

доктор технічних наук професор



Андрій ТРИСТАН