Додаток 8
до Положення про спеціалізовану вчену раду з присудження наукового ступеня доктора наук (пункт 7 розділу IV)

# РІШЕННЯ
## щодо присудження наукового ступеня доктора наук

Спеціалізована вчена рада з присудження наукового ступеня доктора наук Д 41.106.01 Національного університету «Одеська морська академія» Міністерства освіти і науки України (м. Одеса) прийняла рішення про присудження наукового ступеня доктора технічних наук **Носову Павлу Сергійовичу** на підставі прилюдного захисту докторської дисертації «Науково-методологічні основи управління ергатичними системами навігаційного забезпечення» у вигляді рукопису за спеціальністю 05.22.13 – «Навігація та управління рухом», «27» жовтня 2026 року, протокол № 20.

**Носов Павло Сергійович,** 1979 року народження.

Громадянин України.

Освіта вища: у 2001 році закінчив Херсонський державний педагогічний університет за спеціальністю ПМСО Трудове навчання / Технічне креслення, у 2005 році – Херсонський політехнічний коледж Одеського національного політехнічного університету за спеціальністю «Програмування для електронно-обчислювальної техніки та автоматизованих систем», у 2019 році – Херсонський національний технічний університет за спеціальністю «Комп'ютерна інженерія», у 2022–2023 роках здобув ступені бакалавра та магістра за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт», спеціалізація 271.01.

Наукові ступені і вчені звання:

кандидат технічних наук з 2007 року зі спеціальності 05.13.23 – системи та засоби штучного інтелекту,

доцент кафедри природничо-наукової підготовки з 2014 року.

Пройшов професійний шлях від викладача Херсонського політехнічного коледжу до завідувача кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій імені професора Р. В. Мерката Одеського національного морського університету.

Працює завідувачем кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій імені професора Р. В. Мерката Одеського національного морського університету, м. Одеса.

Документами атестаційної справи підтверджено наявність відповідних дипломів про освіту, диплома кандидата технічних наук, кандидатської дисертації та автореферату, висновку про наукову новизну і висновку експертної комісії.

Докторська дисертація виконана у Херсонській державній морській академії та Одеському національному морському університеті.

Рекомендовано до захисту 26 серпня 2026 року.

За темою дисертації здобувач має 64 наукові публікації та 1 патент України на корисну модель. Із зазначених публікацій 23 статті у виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science, 16 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б», 25 матеріалів і тез наукових конференцій, з яких 3 індексуються у Scopus.

Перелік наукових статей у виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science Core Collection:

1. **Nosov P. S.**, Ben A. P., Matejchuk V. N., Safonov M. S. Identification of "Human Error" Negative Manifestation in Maritime Transport. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2018. No. 4 (47). P. 204–213. DOI: https://doi.org/10.15588/1607-3274-2018-4-20. (**Web of Science**).

2. **Nosov P.**, Ben A., Safonova A., Palamarchuk I. Approaches Going to Determination Periods of the Human Factor of Navigators during Supernumerary Situations. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2019. No. 2 (49). P. 140–150. DOI: https://doi.org/10.15588/1607-3274-2019-2-15. (**Web of Science**).

3. Zinchenko S. M., **Nosov P. S.**, Mateychuk V. M., Mamenko P. P., Grosheva O. O. Automatic Collision Avoidance with Multiple Targets, Including Maneuvering Ones. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2019. No. 4. P. 211–222. DOI: https://doi.org/10.15588/1607-3274-2019-4-20. (**Web of Science**).

4. Zinchenko S. M., Ben A. P., **Nosov P. S.**, Popovych I. S., Mamenko P. P., Mateichuk V. M. Improving the Accuracy and Reliability of Automatic Vessel Moution Control System. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2020. No. 2. P. 183–195. DOI: https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-2-19. (**Web of Science**).

5. Plokhikh V., Popovych I., Koval I., Stepanenko L., **Nosov P.**, Zinchenko S., Boiaryn L., Zavatskyi V. Anticipatory Resource of Temporary Regulation of Sensorimotor Action. BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience. 2022. Vol. 13, No. 2. P. 1–21. DOI: https://doi.org/10.18662/brain/13.2/328. (**Web of Science Q4**).

6. **Nosov P. S.**, Zinchenko S. M., Popovych I. S., Ben A. P., Nahrybelnyi Y. A., Mateichuk V. M. Diagnostic System of Perception of Navigation Danger when Implementation Complicated Maneuvers. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2020. No. 1. P. 146–161. DOI: https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-1-15. (**Web of Science**).

7. **Nosov P.**, Palamarchuk I., Zinchenko S., Popovych I., Nahrybelnyi Y., Nosova H. Development of Means for Experimental Identification of Navigator Attention in Ergatic Systems of Maritime Transport. Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics. 2020. No. 1 (97). P. 58–69. DOI: https://doi.org/10.31489/2020Ph1/58-69. (**Web of Science**).

8. **Nosov P. S.**, Popovych I. S., Cherniavskyi V. V., Zinchenko S. M., Prokopchuk Y. A., Makarchuk D. V. Automated Identification of an Operator Anticipation on Marine Transport. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2020. No. 3. P. 158–172. DOI: https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-3-15. (**Web of Science**).

9. **Nosov P.**, Cherniavskyi V., Zinchenko S., Popovych I., Prokopchuk Y., Safonov M. Identification of Distortion of the Navigator's Time in Model Experiment. Bulletin of University of Karaganda. Instrument and Experimental Techniques. 2020. No. 4 (100). P. 57–70. DOI: https://doi.org/10.31489/2020Ph4/57-70. (**Web of Science**).

10. **Nosov P.**, Popovych I., Zinchenko S., Cherniavskyi V., Plokhikh V., Nosova H. The Research on Anticipation of Vessel Captains by the Space of Kelly's Graph. Revista Inclusiones. 2020. Vol. 7, Special Issue. P. 90–103. (**Web of Science**). https://www.revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/download/1502/1428/4235

11. Shevchenko R., Cherniavskyi V., Zinchenko S., Palchynska M., Bondarevich S., **Nosov P.**, Popovych I. Research of Psychophysiological Features of Response to Stress Situations by Future Sailors. Revista Inclusiones. 2020. Vol. 7, Special Issue. P. 566–579. (**Web of Science**).

https://revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/download/1780/1703/4510

12. Zinchenko S., Mateichuk V., **Nosov P.**, Popovych I., Solovey O., Mamenko P., Grosheva O. Use of Simulator Equipment for the Development and Testing of Vessel Control Systems. Electrical, Control and Communication Engineering. 2020. Vol. 16, No. 2. P. 58–64. DOI: https://doi.org/10.2478/ecce-2020-0009. (**Web of Science**).

13. **Nosov P. S.**, Cherniavskyi V. V., Zinchenko S. M., Popovych I. S., Nahrybelnyi Y. A., Nosova H. V. Identification of Marine Emergency Response of Electronic Navigation Operator. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2021. No. 1. P. 208–223. DOI: https://doi.org/10.15588/1607-3274-2021-1-20. (**Web of Science**).

14. **Nosov P.**, Zinchenko S., Ben A., Prokopchuk Y., Mamenko P., Popovych I., Moiseienko V., Kruglyj D. Navigation Safety Control System Development through Navigator Action Prediction by Data Mining Means. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 2, No. 9 (110). P. 55–68. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229237. (**Scopus Q2**).

15. **Nosov P.**, Popovych I., Zinchenko S., Kobets V., Safonova A., Appazov E. Automatic Determination of the Navigators Motivation Model when Operating Water Transport. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2021. No. 3. P. 152–165. DOI: https://doi.org/10.15588/1607-3274-2021-3-13. (**Web of Science**).

16. **Nosov P.**, Zinchenko S., Plokhikh V., Popovych I., Prokopchuk Y., Makarchuk D., Mamenko P., Moiseienko V., Ben A. Development and Experimental Study of Analyzer to Enhance Maritime Safety. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 4/3 (112). P. 27–35. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239093. (**Scopus Q2**).

17. Zinchenko S., Tovstokoryi O., Mateichuk V., Nosov P., Popovych I., Gritsuk I. Automatic Vessel Steering in a Storm. Electrical, Control and Communication Engineering. 2022. Vol. 18, No. 1. P. 66–74. DOI: https://doi.org/10.2478/ecce-2022-0009. (**Scopus**).

18. **Nosov P.**, Koretsky O., Zinchenko S., Prokopchuk Y., Gritsuk I., Sokol I., Kyrychenko K. Devising an Approach to Safety Management of Vessel Control through the Identification of Navigator's State. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023. Vol. 4, No. 3 (124). P. 19–32. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286156. (**Scopus Q3**).

19. Ponomaryova V., **Nosov P.**, Ben A., Popovych I., Prokopchuk Y., Mamenko P., Dudchenko S., Appazov E., Sokol I. Devising an Approach for the Automated Restoration of Shipmaster's Navigational Qualification Parameters under Risk Conditions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. Vol. 1, No. 3 (127). P. 6–26. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.296955. (**Scopus Q3**).

20. Ponomaryova V., **Nosov P.** Development of a Method for Predicting Hazardous Ship Trajectories under Uncertainty of Navigator Actions. Technology Audit and Production Reserves. 2024. Vol. 5, No. 2 (79). P. 44–55. DOI: https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.313523. (**Scopus Q4**).

21. Nosov P., Melnyk O., Kalina T., Jurkovič M., Onishchenko O., Malaksiano M., Sokol A., Nykytyuk P. Fractal–Episodic Assessment of Ship Control Microvariability for Human-Factor-Aware Navigation Risk Monitoring in Maritime Autonomous Systems. Future Transportation. 2026. Vol. 6, No. 3. Art. 117. DOI: https://doi.org/10.3390/futuretransp6030117. (**Scopus Q2**).

22. Nosov P., Melnyk O., Malaksiano M., Shumylo O., Onishchenko O., Yarovenko V., Zinchenko S., Popovych I. A Unified Fractal Processing Framework for Normalized AIS and ECDIS Ship Trajectories. Digital. 2026. Vol. 6, No. 1. Art. 11. DOI:

https://doi.org/10.3390/digital6010011. (**Scopus Q2**).

23. Nosov P., Melnyk O., Malaksiano M., Mamenko P., Onyshko D., Fomin O., Píštěk V., Kučera P. Machine Learning-Based Semantic Analysis of Scientific Publications for Knowledge Extraction in Safety-Critical Domains. Machine Learning and Knowledge Extraction. 2025. Vol. 7, No. 4. Art. 150. DOI: https://doi.org/10.3390/make7040150. (**Scopus Q1**).

Перелік статей у виданнях, що входять до переліку наукових фахових видань України.

24. **Носов П. С.**, Волошинов С. А., Бень А. П., Новиков А. В. Моделювання інтелектуальної діяльності особи, що приймає рішення, в умовах позаштатних ситуацій при управлінні судном. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2017. № 2 (17). С. 238–243. URL: https://journals.ksma.ks.ua/nvksma/article/download/588/525/.

25. **Носов П. С.**, Крапивко Г. І., Безкровний В. О., Дудченко О. М. Навігаційні інформаційні системи як засіб ідентифікації людського фактора судноводія. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2018. № 2 (19). С. 260–269. URL: https://journals.ksma.ks.ua/nvksma/issue/view/23.

26. **Носов П. С.**, Бень А. П., Носова Г. В., Карпова С. О. Моделі і принципи розвитку інформаційних інтерфейсів на морському транспорті. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2018. № 1 (18). С. 178–185. URL: https://journals.ksma.ks.ua/nvksma/article/download/527/470/.

27. **Nosov P. S.**, Palamarchuk I. V., Safonov M. S., Novikov V. I. Modeling the Manifestations of the Human Factor of the Maritime Crew. Science and Transport Progress. 2018. No. 5 (77). P. 82–92. DOI: https://doi.org/10.15802/stp2018/147937.

28. **Nosov P. S.**, Zinchenko S. M., Ben A. P., Nahrybelnyi Ya. A., Dudchenko O. M. Models of Decision Making by a Navigator under Implicit Agreements with COLREG Rules. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2019. № 1 (20). С. 31–39. DOI: https://doi.org/10.33815/2313-4763.2019.1.20.031-039.

29. **Nosov P. S.**, Ben A. P., Nosova H. V., Novikov V. I. Model of Attention Distribution of the Navigator while Keeping a Navigational Watch. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2019. № 2 (21). С. 26–34. DOI: https://doi.org/10.33815/2313-4763.2019.2.21.026-034.

30. **Nosov P. S.**, Zinchenko S. M., Prokopchuk Yu. A., Popovych I. S., Litovchenko V. I. Influence Human Factor on Safety's Planning Route of Water Transport. Scientific Bulletin Kherson State Maritime Academy. 2021. No. 1 (24). P. 57–70. DOI: https://doi.org/10.33815/2313-4763.2021.1.24.057-070.

31. Gritsuk I. V., **Nosov P. S.**, Ponomaryova V. P., Diahyleva O. S. Reduction of Navigation Risks by Using Fuzzy Logic to Automate Control Processes under Uncertainty. Наука і техніка сьогодні. 2023. № 6 (20). С. 8–22. DOI: https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-6(20)-8-22.

32. Gritsuk I., **Nosov P.**, Dyagileva O., Masonkova M. Improving Safety of Navigation by Constructing a Dynamic Model of the Navigator's Actions in the Conditions of Navigation Risks. Transport Systems and Technologies. 2023. No. 41. P. 84–95. DOI: https://doi.org/10.32703/2617-9059-2023-41-7.

33. **Nosov P. S.** Systemic Approaches to Rational Management of Functional Marine Technical Systems and Complexes. Водний транспорт. 2023. № 2 (38). С. 80–95. DOI: https://doi.org/10.33298/2226-8553.2023.2.38.09.

34. Ponomaryova V., **Nosov P.** Method of Automated Identification of Qualification

Parameters for Marine Operators under Risk Conditions. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2023. № 1–2 (26–27). С. 144–165. DOI: https://doi.org/10.33815/2313-4763.2023.1-2.26-27.144-165.

35. Koretsky O., **Nosov P.**, Zinchenko S., Pohorletskyi D. Method of Automated Identification of Hazardous Fatigue Factors in Navigators Based on Sleep Indicators. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2024. № 1 (28). С. 6–21. DOI: https://doi.org/10.33815/2313-4763.2024.1.28.006-021.

36. Kochubei P., **Nosov P.** Determining the Impact of the Human Operator Factor Using a Navigation Simulator. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2025. № 1 (30). С. 158–170. DOI: https://doi.org/10.33815/2313-4763.2025.1.30.158-170.

37. Никитюк П. В., **Носов П. С.** Інтегративна модель статистичної класифікації навігаційних рейсів на основі фрактальних підписів та кодових патернів мікрорухів. Наука і техніка сьогодні. 2026. № 2 (56). С. 2064–2082. DOI: https://doi.org/10.52058/2786-6025-2026-2(56)-2064-2082.

38. **Nosov P.** Project-oriented Approach to Maritime Transport Safety Management Based on a Gravitational-Inertial Model. Scientific Bulletin of Kherson State Maritime Academy. 2025. No. 2 (31). P. 124–142. DOI: https://doi.org/10.33815/2313-4763.2025.2.31.124-142.

39. **Nosov P. S.** Generalized Model of Control of Ergatic Navigational Support Systems with an Integral Indicator of the Influence of the Human Factor. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2026. № 1 (32). С. 34–57. DOI: https://doi.org/10.33815/2313-4763.2026.1.32.034-057.

Опоненти:

БУРМАКА Ігор Олексійович, доктор технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом, професор, директор навчально-наукового інституту навігації Національного університету «Одеська морська академія» МОН України, дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. У підрозділі 6.3 фактична ECDIS-траєкторія зіставляється з експертно-заданим профілем руху судна за координатними, швидкісними, курсовими та статистичними параметрами (с. 399–402, табл. 6.6). Оскільки результат залежить від способу формування референтного профілю, доцільно докладніше описати правила його побудови, вибору контрольних точок і допустимих відхилень. Відповідність такому профілю характеризує узгодженість проходу з прийнятим експертним зразком, але сама по собі не є вичерпним підтвердженням навігаційної безпеки.

2. В аналого-індикаторній моделі стійкості та керованої динаміки ергатичної системи (підрозділ 2.2, с. 99–122) структурні залежності поєднуються з експертними матрицями впливу, ваговими коефіцієнтами та сценарними параметрами. Для коректної інтерпретації результатів варто чіткіше розмежувати властивості, зумовлені структурою моделі, та ефекти, що залежать від обраної параметризації. Зазначена можливість подальшого уточнення параметрів за тренажерними й експлуатаційними даними потребує конкретизації щодо порядку такого уточнення.

3. Наведений у табл. 6.4 статистичний зв'язок chaos_score з категоріями ризику супроводжується частковим перекриттям їх розподілів на рис. 6.3. Тому виявлені групові відмінності не дають змоги однозначно визначити категорію ризику окремого проходу. У висновках доцільно виразніше зазначити це обмеження, а також урахувати, що результати для відібраної робастної підмножини не можна

автоматично поширювати на всі записи.

4. У діалоговій експертній системі підрозділу 6.7 експерт бачить попередню автоматизовану оцінку та рівень ризику до формування власного висновку (рис. 6.45, с. 453), що створює можливість впливу попередньої оцінки на експертне судження й обмежує незалежність перевірки. Отриману узгодженість слід трактувати як результат спільної автоматизовано-експертної процедури; для оцінювання незалежного збігу висновків потрібна додаткова перевірка без попереднього показу результату алгоритму.

5. У підрозділі 6.7 застосовано експертні шкали стресу, втоми, дефіциту уваги, затримки реакції та інших характеристик операторської діяльності. Приклад їх заповнення для проходу 1.2.csv наведено на рис. 6.50 і в табл. 6.19 (с. 460–461). Для відтворюваного використання цих шкал необхідно докладніше визначити спостережувані ознаки та критерії присвоєння кожної оцінки. Наведений приклад демонструє процедуру оцінювання, проте сам по собі не підтверджує міжекспертної узгодженості, яка потребує окремої перевірки.

6. Формувальний експеримент у підрозділі 5.4 проведено за участю трьох делегатів, причому індивідуальні результати є неоднорідними. Такий обсяг вибірки обмежує статистичне узагальнення. Висновки за цим експериментом варто чіткіше прив'язати до змін, зафіксованих у конкретних учасників за досліджених умов, а ширші твердження про ефективність запропонованого підходу залишити предметом подальшої перевірки.

7. Для підсумкової перевірки в підрозділі 6.7 із понад 300 траєкторій цілеспрямовано відібрано 78 проходів із помітними ознаками людського фактора. Такий відбір дає змогу дослідити характерні випадки, однак обмежує репрезентативність підмножини. У роботі доцільно виразніше відокремити висновки про функціонування системи на відібраних проходах від оцінок її якості за загальною сукупністю. Останні потребують незалежної вибірки, сформованої без відбору за вираженістю досліджуваних ознак.

8. Сценарне моделювання в підрозділі 6.6 підтверджує узгодженість поведінки інтегрального показника в межах прийнятих припущень. Водночас ця узгодженість не є достатнім доказом практичної ефективності підтримки оператора. У підсумкових висновках варто чіткіше розмежувати результати перевірки розрахункової моделі та дані, які безпосередньо свідчать про поліпшення рішень або зниження ризику завдяки застосуванню запропонованої підтримки.

ТРИСТАН Андрій Вікторович, доктор технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом, професор, начальник центрального управління військової освіти і науки ГШ ЗС України, дав позитивний відгук із зауваженнями:

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 різнорідних 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), варто чіткіше 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.

ШМЕЛЬОВА Т.Ф., доктор технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом, професор, професор кафедри аеронавігаційних систем Національного університету «Київський авіаційний інститут» МОН України, надала

позитивний відгук із зауваженнями:

1. У підрозділі 2.1 інформаційне поле оператора визначено як багаторівневу функціонально впорядковану сукупність даних (с. 94, рис. 2.1). Водночас потребує уточнення критерій належності конкретних даних до цього поля. Технічна доступність інформації в ІСНЗ ще не означає її використання оператором, тому в моделі доцільно виразніше розмежувати наявність даних, їх сприйняття та фактичну участь у формуванні рішення.

2. У підрозділі 2.4 людський фактор розглядається як складова внутрішнього контуру управління ергатичною системою, а стан оператора враховується в моделі ризику та механізмі адаптації СППР (с. 138, формули (2.38)–(2.40), табл. 2.12–2.13). Це положення варто конкретизувати через безпосереднє зіставлення змінних стану оператора з функціональними зв'язками моделей і характеристиками системи, які змінюються внаслідок їх урахування. Таке пояснення зробило б перехід від концептуальної тези до її математичної реалізації прозорішим.

3. У підрозділах 3.2.3–3.2.5 для аналізу траєкторних сигналів застосовано фрактальну розмірність Higuchi, метод DFA та показник Katz (с. 167–170, формули (3.42)–(3.56)). Доцільно чіткіше обґрунтувати спільне використання цих характеристик: визначити властивість сигналу, яку відображає кожна з них, та пояснити їх взаємодоповнення. Це дало б змогу оцінити, наскільки отримані показники містять самостійну інформацію про мікроваріативність руху судна.

4. У підрозділі 3.6 показник confidence_index визначено як комплементарне подання chaos_score (с. 205–206). За такого визначення він не містить незалежної інформації, проте його назва може сприйматися як характеристика достовірності оцінювання. Варто точніше пояснити призначення цього показника та послідовно відмежувати його від незалежного індикатора стану оператора або додаткового підтвердження висновку.

5. У підрозділі 4.1 запропоновано формально-геометричну модель розподілу уваги та марківську модель часових станів операторського циклу (с. 229–241). Попри відмінність їх призначень, потребує конкретизації функціональний зв'язок між результатами обох моделей. Бажано показати, як характеристики розподілу уваги узгоджуються з оцінками переходів між фазами діяльності та спільно використовуються для оцінювання операторської діяльності в конкретній навігаційній ситуації.

6. На рис. 6.20 у підрозділі 6.4 ідентифіковано інтервали ймовірної дисторсії суб'єктивного часу (с. 415). Однак зміни темпу планування маневру й затримки реакції можуть бути зумовлені також складністю маневру, обмеженнями акваторії або очікуванням зовнішнього наказу. Тому інтерпретацію таких інтервалів доцільно супроводити чіткішими критеріями розмежування можливих суб'єктивних порушень сприйняття часу та затримок, що мають об'єктивне навігаційне пояснення.

7. У підрозділі 4.3 $p$-адична відстань використовується для оцінювання структурної близькості кодів ментально-мотиваційних станів (с. 268, формули (4.66)–(4.68)). Автор окремо застерігає, що психологічний зміст цієї близькості потребує підтвердження. З огляду на це варто точніше окреслити межі інтерпретації метрики та її роль у подальшій ідентифікації стану оператора, щоб формальна близькість кодів не сприймалася як достатня підстава для висновку про психологічну подібність станів.

8. У підрозділах 4.2–4.4 використовуються поняття суб'єктивної ентропії, ментально-мотиваційного стану та антиципації. Оскільки їх оцінювання може спиратися на взаємопов'язані поведінкові й часові ознаки, потребує докладнішого

пояснення порядку урахування такого перекриття. Доцільно чіткіше розмежувати зміст зазначених компонентів і показати, як у загальній моделі запобігають повторному врахуванню одних і тих самих проявів під час інтерпретації ризику.

9. У підрозділі 6.6 перевірено здатність інтегрального показника $I_{HF \to R}$ розрізняти режими функціонування ІСНЗ у шести сценаріях різної складності та проведено аналіз його чутливості (с. 440–450, табл. 6.17). Така перевірка характеризує поведінку показника в межах прийнятої моделі, але сама по собі не встановлює причинно-наслідкового зв'язку між людським фактором і ризиком. У трактуванні результатів слід чіткіше визначити розрахунковий статус показника та відмежувати модельний внесок його компонентів від самостійно підтвердженого причинно-наслідкового впливу.

На реферат докторської дисертації надійшло 11 відгуків. Усі відгуки позитивні, містять зауваження та запитання.

Усі відгуки позитивні. Зауваження.

1. *Відгук* Херсонської державної морської академії, підписаний доктором технічних наук, професором, професором кафедри транспортних технологій та механічної інженерії Олександром САПРОНОВИМ. Відгук позитивний. Зауваження:

– Із понад 300 тренажерних траєкторій для завершальної LOG-валідації було відібрано 78 проходів з ознаками людського фактора. У Рефераті доцільно було б дещо чіткіше пояснити принцип формування саме цієї вибірки та показати, наскільки вона охоплює різні типи навігаційних ситуацій і режими функціонування ІСНЗ.

– Завершальна LOG-валідація має достатньо розвинену структуру і передбачає попередній автоматизований прогноз та його експертне підтвердження або корекцію. Водночас у стислому викладенні Реферату критерії, за якими експерт переходить від окремих поведінкових, траєкторних і ситуаційних ознак до остаточного статусу Verified mode, подано досить компактно. Додаткове узагальнення цих критеріїв в одному місці Реферату зробило б процедуру експертної верифікації ще більш прозорою для читача.

2. *Відгук* Українського державного університету залізничного транспорту, підписаний доктором технічних наук, професором, професором кафедри управління експлуатаційною роботою Андрієм ПРОХОРЧЕНКОМ. Відгук позитивний. Запитання:

– У рефераті зазначено, що запропонована методологія може використовувати AIS/ECDIS, LOG-, тренажерні, часові, поведінкові та інші операторські дані. Було б корисно більш чітко зазначити, який мінімальний склад вихідної інформації необхідний для її використання безпосередньо на судні? Чи достатньо штатних даних та чи для повноцінного оцінювання людського фактора необхідне встановлення додаткових засобів спостереження за станом оператора?

3. *Відгук* Херсонського національного технічного університету, підписаний доктором технічних наук, професором, професором кафедри транспортних систем і технічного сервісу Владиславом ПРОЦЕНКОМ. Відгук позитивний. Зауваження:

– У Рефераті загальний стан ергатичної системи подано через складові стану оператора $X_O(t)$, стану судна $X_f(t)$, навігаційно-інформаційного середовища $X_N(t)$ та регламентно-ситуаційних обмежень $X_R(t)$. Хотілося б уточнити, який саме зміст вкладається у складову $X_f(t)$: чи характеризує вона переважно поточні параметри руху й експлуатаційний режим судна, чи передбачає також урахування його технічного стану та працездатності суднових систем?

– У роботі стан оператора, навігаційне середовище та зовнішні збурення розглядаються як взаємопов'язані складові ІСНЗ. Чи дозволяє запропонований підхід враховувати нетипові зовнішні впливи військового характеру, які можуть змінювати інформаційне навантаження, рівень стресу та режими роботи вахтової і машинної команд, зокрема в умовах підвищеної воєнної небезпеки в районі плавання (на прикладі подій у Ормузькій протоці, 2026)?

4. *Відгук* Національного транспортного університету, підписаний доктором технічних наук, професором, професором кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць О. В. ФОМІНИМ. Відгук позитивний. Зауваження:

– У роботі обґрунтовано використання показників траєкторної мікроваріативності, фрактально-епізодних ознак і, зокрема, інтегрального показника chaos_score як проксі-індикаторів, пов'язаних із керувальною активністю та навігаційним ризиком. Водночас у рефераті слушно підкреслено, що такі ознаки не повинні безпосередньо ототожнюватися зі станом конкретного оператора. У зв'язку з цим бажано було б більш чітко окреслити межі переходу від траєкторної інтерпретації до висновку про вплив саме людського фактора, а також показати, яким чином у загальній процедурі відокремлюється вплив оператора від зовнішніх збурень, особливостей динаміки судна та навігаційного середовища.

– Реферат містить значну кількість складних концептуальних та інформаційних схем, зокрема модель інформаційного поля оператора, інтегровану модель ідентифікації сприйняття ситуації та узагальнений конвеєр фрактально-епізодного аналізу. Окремі з цих рисунків мають високу інформаційну насиченість і значну кількість взаємопов'язаних елементів, тоді як їх пояснення у тексті реферату через обмежений обсяг документа подано досить стисло. На мій погляд, дещо розгорнутіше пояснення ієрархії окремих блоків та характеру зв'язків між ними полегшило б сприйняття запропонованої методології.

5. *Відгук* Національного університету «Одеська політехніка», підписаний доктором технічних наук, професором, завідувачкою кафедри автомобільного транспорту та логістики Тетяною МЕЛЕНЧУК. Відгук позитивний. Зауваження:

– У положеннях наукової новизни вперше розроблена концептуальна система інтелектуальної обробки AIS і ECDIS-траєкторій і розглядається поряд із таким результатом, що отримали подальший розвиток методи фрактального аналізу траєкторій суден. Обидва положення змістовно пов'язані з переходом до локального аналізу мікроваріативності траєкторії. Тому в Рефераті бажано було б дещо виразніше показати, у чому полягає межа між новизною системи інтелектуальної обробки в цілому та розвитком власне фрактальних методів як одного з її інструментів.

– Певного уточнення потребує співвідношення між вперше розробленим інформаційно-аналітичним підходом до експериментальної діагностики кваліфікаційно-поведінкових характеристик оператора та удосконаленими методами ідентифікації когнітивних, часових, психофізіологічних і поведінкових станів. З Реферату загальна відмінність цих результатів простежується, однак для більш чіткого сприйняття наукового приросту доцільно було б безпосередньо підкреслити, який із них визначає інтегральну процедуру діагностики, а який – окремі механізми ідентифікації станів оператора.

6. *Відгук* Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут», підписаний доктором технічних наук, доцентом, професором кафедри автомобілів та транспортної інфраструктури Костянтином ДОЛЕЮ. Відгук

позитивний. Зауваження:

– Запропонована методологія охоплює широкий спектр компонентів ергатичної системи навігаційного забезпечення – від інформаційного поля оператора та AIS/ECDIS-траєкторій до когнітивно-часових станів, ризику і керувального реагування. Водночас у рефераті межі її застосовності сформульовані не в одному спеціально виділеному положенні, а випливають із сукупності окремих моделей, сценаріїв та умов експериментальної перевірки. На мій погляд, доцільно було б більш явно визначити, для яких класів навігаційних ситуацій, складу вихідних даних та рівнів автоматизації запропонована методологія може застосовуватися без додаткової адаптації, а за яких умов необхідне її попереднє калібрування або модифікація.

– У низці моделей використовуються експертно задані вагові коефіцієнти, модельно-емпіричні пороги, квантильні критерії та правила агрегування окремих ознак. Такі рішення є цілком прийнятними для побудови інтегрованої системи оцінювання, однак із реферату не завжди очевидно, які з конкретних способів агрегування та визначення порогів є принциповими складовими запропонованої методології, а які допускають альтернативну реалізацію залежно від типу судна, сценарію, доступних даних або результатів подальшого калібрування.

7. *Відгук* Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона Національної академії наук України, підписаний доктором технічних наук, професором, членом-кореспондентом НАН України, лауреатом державної премії України в галузі науки і техніки, завідувачем відділу № 80 Максимом ЮРЖЕНКОМ. Відгук позитивний. Запитання:

– При формуванні фрактально-епізодного представлення використовується ковзне вікно, а медіанний крок дискретизації траєкторії застосовується як номінальний параметр при виборі його довжини. У зв'язку з цим бажано було б більш чітко пояснити, яким чином при різній початковій частоті реєстрації AIS/ECDIS-даних забезпечується порівнянність локальних фрактальних оцінок і кінцевого chaos_score для різних проходів.

– Для підвищення достовірності аналізу автором введено робастну підмножину $Ф \geq 3$, до якої включаються проходи з не менш ніж трьома ковзними вікнами. Водночас із викладення Реферату не цілком очевидно, чи значення $n_{windows>3}$ слід розглядати як універсальну нижню межу достатності фрактального аналізу, чи лише як прийнятий у даному експерименті критерій контролю якості даних.

8. *Відгук* Національного університету «Запорізька політехніка», підписаний доктором технічних наук, професором, в.о. декана транспортного факультету Сергієм ТУРПАКОМ. Відгук позитивний. Зауваження:

– У Рефераті досить повно описано інформаційне поле оператора, процедури оцінювання ризику та формування рекомендаційної або коригувальної дії. Водночас ці елементи подано переважно в різних моделях і схемах. Тому не зовсім очевидно, яким саме інформаційним зв'язком результат зміни режиму керування після коригувального впливу повертається до інформаційного поля оператора та наступного циклу оцінювання стану ІСНЗ. На мій погляд, цей зворотний системний зв'язок доцільно було б відобразити в Рефераті більш наочно в межах однієї узагальненої схеми.

– Для оцінювання функціонування ІСНЗ використовується поділ на стабільний, напружений і критичний режими. Сценарне моделювання переконливо демонструє послідовний перехід системи до критичного стану зі зростанням складності

навігаційної ситуації. Разом із тим з викладення Реферату бажано було б чіткіше пояснити, чи межі між цими режимами мають незмінний характер для всіх умов застосування, чи вони можуть уточнюватися залежно від типу навігаційного сценарію, характеристик судна та калібрування відповідних складових інтегральної моделі.

9. *Відгук* Дунайського інституту Національного університету «Одеська морська академія», підписаний доктором педагогічних наук, професором, завідувачем кафедри навігації і управління судном Олександром ДАНИЛЕНКОМ. Відгук позитивний. Зауваження:

– У концептуально-структурній моделі інформаційного поля поряд із навігаційними даними враховуються COLREG, Bridge SOP, портові процедури. Разом із тим у стислому викладенні Реферату бажано було б чіткіше визначити їх функціональний статус у процедурі формування рішення: чи виступають вони обов'язковими обмеженнями, правилами пріоритету або інформаційними умовами для вибору відповідного режиму керування.

– У Рефераті для верифікації використовуються як масиви AIS та ECDIS-даних, так і тренажерні LOG-проходи та операторські дані. Для більш формалізованого представлення доказової бази доцільно було б чіткіше систематизувати, які саме наукові результати підтверджено на фактичних траєкторних даних, а які – у контрольованих умовах тренажерного експерименту.

10. *Відгук* Національного університету «Київський авіаційний інститут», підписаний доктором технічних наук, професором, професором кафедри транспортних технологій і систем Андрієм ЛЯМЗІНИМ. Відгук позитивний. Зауваження:

– Запропонований методологічний апарат є достатньо широким і включає значну кількість моделей та інтегральних показників. У зв'язку з цим доцільним було б більш детально розкрити питання ієрархії запропонованих показників та визначення їхнього пріоритету при формуванні кінцевого управлінського рішення.

– Частина параметрів та вагових коефіцієнтів моделей визначається із використанням експертного оцінювання. Це є допустимим для складних ергатичних систем, однак потребує додаткового обґрунтування стабільності результатів щодо зміни експертних оцінок та чутливості інтегральних показників до варіації окремих коефіцієнтів.

– Фрактальні показники розглядаються як проксі-індикатори траєкторної мікроваріативності та ризику. Доцільним напрямом подальших досліджень є розширення експериментальної бази для встановлення меж застосовності таких індикаторів у різних типах навігаційної обстановки, для різних типів суден та рівнів автоматизації.

11. *Відгук* Чорноморського національного університету імені Петра Могили, підписаний доктором технічних наук, професором, проректором з наукової роботи Романом ДІНЖОСОМ. Відгук позитивний. Питання та зауваження:

– *Питання*: Запропонована ризик-орієнтована схема передбачає виявлення переходу ІСНЗ між стабільним, напруженим і критичним режимами та відповідне формування адаптивної підтримки або корекції керувальних дій. Було б корисно дещо чіткіше показати практичний критерій, за яким система має переходити від інформаційно-рекомендаційної підтримки оператора до більш активного коригувального режиму, особливо у прикордонній до критичної ситуації, коли

сукупність ознак уже свідчить про зростання ризику, але критичний стан ще остаточно не сформувався.

– *Зауваження* 1: При теоретичному обґрунтуванні фрактально-епізодного аналізу ІСНЗ-траєкторій (с. 11–16) автор використовує квантильний поріг (за базового значення $Q$ = 0,95) для виділення фрактально активних вікон і подальшого формування сигнатур типу FC-$d_1$...$d_6$. Проте в авторефераті недостатньо розкрито, як саме здійснюється динамічна адаптація цього порогу та оцінка чутливості математичного апарату в умовах сильних зовнішніх гідрометеорологічних збурень (наприклад, при суттєвому дрейфі судна під впливом постійної течії або вітрового навантаження.

– *Зауваження* 2: У п'ятому розділі при моделюванні суб'єктивно-ентропійного стану оператора (с. 24, 26) впроваджується дворівнева оптимізаційна модель вибору коригувального впливу на основі скалярного критерію $F_0(m, y)$, де вагові коефіцієнти визначаються експертно або за результатами калібрування на тренажерних даних.

У дискусії взяли участь члени докторської ради:

Сергій ЗІНЧЕНКО – доктор технічних наук, спеціальність 05.22.13 – навігація та управління рухом, доцент, професор кафедри, Херсонська державна морська академія;

Ігор ПЕТРОВ – доктор технічних наук, спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, доцент, професор кафедри, Національний університет «Одеська морська академія»;

Сергій САГІН – доктор технічних наук, спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, професор, завідувач кафедри, Національний університет «Одеська морська академія»;

Ігор ВОРОХОБІН – доктор технічних наук, спеціальність 05.22.13 – навігація та управління рухом, професор, проректор з навчальної роботи, Національний університет «Одеська морська академія»;

Тетяна ШМЕЛЬОВА – доктор технічних наук, спеціальність 05.22.13 – навігація та управління рухом, професор, професор кафедри аеронавігаційних систем Національного університету «Київський авіаційний інститут»;

Олександр ПІПЧЕНКО – доктор технічних наук, спеціальність 05.22.13 – навігація та управління рухом, доцент, професор кафедри, Національний університет «Одеська морська академія»;

Ілля ТИХОНОВ – доктор технічних наук, спеціальність 05.22.13 – навігація та управління рухом, старший науковий співробітник, начальник Служби днопоглиблювальних робіт, Державне підприємство водних шляхів «Укрводшлях» Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України;

Михайло МІЮСОВ – доктор технічних наук, спеціальність 05.22.13 – навігація та управління рухом, професор, професор кафедри, Національний університет «Одеська морська академія».

При проведенні таємного голосування онлайн виявилося, що із 16 членів докторської ради, які взяли участь у голосуванні (з них 7 докторів наук за профілем дисертації), проголосували:

«За» 16 членів докторської ради,

«Проти» 0 членів докторської ради.

# ВИСНОВОК

Спеціалізованої вченої ради Д 41.106.01 у Національному університеті «Одеська морська академія» щодо дисертаційної роботи **Носова Павла Сергійовича** «Науково-методологічні основи управління ергатичними системами навігаційного забезпечення», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом.

**Найсуттєвіші результати, які одержав здобувач особисто.**

Дисертаційна робота Носова Павла Сергійовича є завершеним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальну науково-технічну проблему підвищення безпеки мореплавства шляхом розроблення науково-методологічних основ управління ергатичними системами навігаційного забезпечення з урахуванням людського фактора як внутрішнього компонента інформаційно-керувального контуру руху судна. Здобувачем сформовано концептуально-методологічне забезпечення управління ІСНЗ, розроблено моделі інформаційного поля оператора та стійкості системи, фрактально-епізодний метод обробки AIS/ECDIS-траєкторій, удосконалено методи ідентифікації станів оператора та розвинуто методи оцінювання й управління ризиками людського фактора. Одержані результати експериментально верифіковано на AIS/ECDIS-даних, тренажерних сценаріях, LOG-файлах, операторських і траєкторних індикаторах. Результати, положення та висновки роботи мають суттєве значення для розвитку теорії і практики навігаційного забезпечення та управління рухом суден.

Теоретичне узагальнення та нове розв'язання зазначеної науково-технічної проблеми відповідають таким напрямам спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом:

– дослідження закономірностей процесів навігації й управління рухом, розроблення методів і засобів управління рухом і орієнтації транспортних засобів і їх потоків (п. 1);

– принципи формування та використання фізичних і інформаційних полів для навігації, спостереження й управління рухом (п. 2);

– структурний аналіз і синтез динамічних складних систем і процесів у них, а також ієрархічних, поліергатичних систем навігаційного обслуговування, їх оптимізація й ідентифікація (п. 3);

– розроблення методів комплексної обробки інформації та способів їх застосування в системах спостереження, розпізнавання об'єктів, навігації й управління рухом (п. 8);

– дослідження методів підвищення ефективності процесів навігації й управління рухом, засобів й систем навігаційного обслуговування (п. 12);

– дослідження закономірностей формування та циркуляції інформаційних потоків у системах навігаційного обслуговування й управління рухом (п. 14);

– дослідження закономірностей діяльності операторів і їх колективів у системах навігаційного обслуговування й управління рухом (п. 16);

– математичне моделювання поведінки та методи керування транспортним засобом в екстремальних умовах (п. 17);

– дослідження та розроблення методів виводу рухомих об'єктів у локально обмежений простір з визначеними просторово-часовими координатами, а також

принципів прийняття рішень за допомогою навігаційних систем і систем спостереження (п. 19).

**Актуальність роботи** полягає у необхідності підвищення безпеки мореплавства в умовах інтенсифікації судноплавства, ускладнення навігаційної обстановки, зростання інформаційного навантаження на оператора та поширення автоматизованих й інтелектуальних засобів управління рухом суден. Існуючі підходи недостатньо враховують когнітивні, часово-поведінкові та психофізіологічні характеристики оператора як внутрішній параметр ергатичної системи, що впливає на своєчасність реакцій, вибір керувальних дій і рівень навігаційного ризику. Розв'язання цієї проблеми здійснено на основі створення нових та удосконалення існуючих моделей, методів і процедур управління ергатичними системами навігаційного забезпечення, зокрема моделей інформаційного поля та станів оператора, методів інтелектуальної і фрактально-епізодної обробки AIS/ECDIS-даних, оцінювання ризиків людського фактора та адаптивної підтримки прийняття рішень, які у сукупності формують науково-методологічну основу інтегрованого управління взаємодією «оператор – інформація – ризик – рішення – режим керування».

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційне дослідження узгоджується з положеннями Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, схваленої постановою Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2024 р. № 1550, а також з міжнародними вимогами щодо безпеки мореплавства, закріпленими у SOLAS, STCW-78, ISM Code та документах IMO.

Роботу виконано в Херсонській державній морській академії та Одеському національному морському університеті.

Дисертаційна робота пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт: «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 фактору людини в автоматизованих системах керування рухом судна» (№ 0125U001788).

Результати зазначених НДР використано при розробленні моделей і методів інтелектуальної обробки AIS/ECDIS-даних, ідентифікації станів оператора, оцінювання ризиків людського фактора в судноводінні, систем підтримки прийняття рішень та автоматизованого управління рухом судна. У роботах, що виконувалися з 2020 року, здобувач брав участь як відповідальний виконавець окремих розділів, а НДР № 0125U001788 виконував як керівник.

**Достовірність наукових результатів дисертації** забезпечена коректністю постановки наукової проблеми, комплексним застосуванням теоретичних, математичних, інформаційно-аналітичних та експериментальних методів дослідження, а також багаторівневою верифікацією одержаних результатів:

*системного аналізу та синтезу* – для формування цілісного уявлення про ергатичну систему навігаційного забезпечення, декомпозиції наукової проблеми та встановлення взаємозв'язків між оператором, інформаційним полем, технічними засобами, навігаційним середовищем і режимами керування;

*математичного, структурного, інформаційного та ситуаційного моделювання, теорії ергатичних систем і теорії керування* – для формалізації процесів управління рухом судна, станів оператора та механізмів його взаємодії з автоматизованими засобами навігаційного забезпечення;

*методів формалізації, нормалізації та уніфікації AIS/ECDIS-даних, інтелектуального і фрактально-епізодного аналізу* – для формування ознакового простору траєкторій, виявлення їх локальної мікроваріативності та інформаційних ознак операторської діяльності;

*методів теорії ймовірностей, математичної статистики та аналізу даних* – для перевірки статистичної значущості та робастності одержаних результатів, оцінювання закономірностей зміни операторських станів і навігаційних ризиків;

*методів моделювання когнітивних, часових, поведінкових і психофізіологічних станів, ризик-орієнтованого аналізу та підтримки прийняття рішень* – для формалізації людського фактора, оцінювання його впливу на безпеку навігації та розроблення процедур адаптивного управління ризиками;

*імітаційного, комп'ютерного, тренажерного та експериментально-прикладного моделювання* – для комплексної перевірки розроблених моделей і методів на AIS/ECDIS-даних, тренажерних сценаріях, операторських і траєкторних індикаторах та LOG-файлах із застосуванням статистичної, сценарно-імітаційної й експертної валідації.

Окремо достовірність результатів інтелектуальної обробки навігаційних даних забезпечується застосуванням формалізованих процедур метричної нормалізації, часової синхронізації та уніфікації AIS/ECDIS-траєкторій, розрахунком кінематичних і просторово-часових характеристик руху судна, використанням ковзного віконного аналізу та фрактальних метрик Хігучі (Higuchi), DFA і Катца (Katz). Для виявлення локальних змін керувальної активності застосовано квантильне виділення фрактально активних фрагментів, формування кодових сигнатур мікроепізодів і розрахунок інтегрального показника chaos_score. Статистичну обґрунтованість результатів перевірено із застосуванням критеріїв Краскела–Волліса, Манна–Вітні та рангової кореляції Спірмена. Робастність фрактально-епізодного аналізу забезпечено контролем достатності віконного покриття траєкторій із використанням мінімального порогу – не менше трьох ковзних вікон.

Експериментальне підтвердження розроблених моделей і методів здійснено на масиві 8684 AIS/ECDIS-проходів, із яких для статистичного аналізу сформовано робастну підмножину обсягом 4226 проходів. Дослідження когнітивних, часових і поведінкових характеристик операторів проведено із залученням даних 76 операторів. Перевірку інтегрального показника впливу людського фактора на навігаційний ризик здійснено шляхом сценарно-імітаційного моделювання методом Монте-Карло для шести навігаційних сценаріїв різної складності, що дозволило дослідити закономірності переходу ергатичної системи між стабільним, напруженим і критичним режимами в межах прийнятих модельних припущень.

Завершальну експертну верифікацію реалізовано на 78 LOG-проходах, цілеспрямовано відібраних із понад 300 тренажерних траєкторій за наявністю ознак прояву людського фактора. Верифікаційна процедура охоплює 226 епізодних записів, перевірку дев'яти гіпотез і дванадцяти сценарних груп із послідовним зіставленням результатів автоматизованого аналізу, траєкторних і ситуаційних характеристик та експертних висновків. Сукупність статистичної, операторсько-часової, сценарно-імітаційної та експертної перевірки забезпечує багаторівневе підтвердження

працездатності розроблених моделей і методів у межах досліджених даних та умов функціонування ергатичних систем навігаційного забезпечення.

**Наукова новизна** полягає в одержанні нових теоретичних положень, моделей, методів і науково-практичних результатів, сукупність яких формує науково-методологічні основи управління ергатичними системами навігаційного забезпечення з урахуванням людського фактора як внутрішнього функціонального компонента контуру управління рухом судна.

*Вперше:*

– сформовано концептуально-методологічне забезпечення управління ергатичними системами навігаційного забезпечення, у якому оператор, інформаційне поле, технічні засоби, навігаційне середовище, регламентні обмеження, режими керування, запас стійкості та ризики людського фактора, на відміну від їх переважно відокремленого розгляду, об'єднано у взаємопов'язану структуру ІСНЗ, що створює основу для комплексного управління безпекою руху судна;

– розроблено концептуальну систему інтелектуальної обробки AIS/ECDIS-траєкторій, яка, на відміну від переважно геометричного або статистичного аналізу навігаційних даних, забезпечує їх перетворення у формалізований простір ознак керувальної діяльності оператора на основі метричної нормалізації, епізодного подання локальних фрагментів руху, оцінювання мікроваріативності та ризик-орієнтованої інтерпретації;

– розроблено інформаційно-аналітичний підхід до експериментальної діагностики кваліфікаційно-поведінкових характеристик оператора, який інтегрує AIS/ECDIS-траєкторії, LOG-проходи, часові індикатори процесів керування та експертне оцінювання в єдину схему верифікації, що дозволяє виявляти критичні відхилення руху судна та обґрунтовувати напрями їх попередження і корекції.

*Удосконалено:*

– концептуально-структурну модель інформаційного поля оператора в ІСНЗ шляхом формалізації зв'язків між оператором, навігаційною інформацією, технічними засобами, зовнішнім середовищем, регламентними обмеженнями та режимами керування, що дозволяє визначати місце людського фактора у процесах сприйняття ситуації, прийняття рішень та адаптивного розподілу функцій;

– методи ідентифікації когнітивних, часових, психофізіологічних і поведінкових станів оператора шляхом комплексного врахування розподілу уваги, дисторсії суб'єктивного часу, антиципаційно-мотиваційних проявів, функціонального виснаження та просторово-часових патернів діяльності, що дозволяє розглядати стан оператора як змінний параметр ергатичної системи управління рухом судна;

– методи оцінювання та управління ризиками людського фактора шляхом інтеграції навігаційних, траєкторних, часових, поведінкових і ситуаційних ознак у єдину ризик-орієнтовану схему, що забезпечує ідентифікацію переходів ІСНЗ між стабільним, напруженим і критичним режимами та формування правил адаптивної підтримки і корекції керувальних дій.

*Отримали подальший розвиток:*

– системний підхід до дослідження навігаційного забезпечення судна шляхом переходу від аналізу окремих технічних засобів і процедур автоматизації до оцінювання узгодженості технічних, інформаційних, регламентних та операторських складових ІСНЗ;

– методи фрактального аналізу траєкторій суден шляхом переходу від інтегрального опису траєкторії до локального аналізу мікроепізодів руху, їх

фрактального кодування та формування сигнатур рейсу, що дозволяє кількісно інтерпретувати мікроваріативність руху як ознаку характеру маневрування, напруженості керування та навігаційного ризику;

– положення щодо формалізації людського фактора в управлінні рухом судна шляхом його представлення як внутрішнього вимірюваного параметра функціонування ІСНЗ, що дозволяє включити характеристики оператора до процедур оцінювання, прогнозування та управління безпекою навігаційного забезпечення;

– принципи побудови інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень та експертного аналізу шляхом інтеграції траєкторної обробки, візуалізації руху судна, сценарного моделювання та LOG-валідації в єдину схему підтвердження рішень, що забезпечує обґрунтованість рекомендацій у складних навігаційних ситуаціях.

**Теоретичне значення одержаних результатів полягає у:**

1) Розробленні цілісної науково-методологічної концепції управління ергатичними системами навігаційного забезпечення, у якій людський фактор розглядається як внутрішній функціональний компонент єдиного інформаційно-керувального контуру руху судна;

2) Розвитку теоретичних положень щодо структурної організації та стійкості ІСНЗ на основі концептуально-структурної моделі інформаційного поля оператора й аналого-індикаторного представлення керованої динаміки системи, що дозволяє формалізувати взаємозв'язки між оператором, інформацією, навігаційним середовищем, ризиком і режимами керування;

3) Розвитку наукових засад формалізації когнітивних, часових, психофізіологічних і поведінкових станів оператора та представлення людського фактора як вимірюваного параметра ергатичної системи навігаційного забезпечення;

4) Розвитку методологічного апарату інтелектуального аналізу AIS/ECDIS-траєкторій на основі фрактально-епізодного представлення мікроваріативності руху, формування траєкторних сигнатур та ризик-орієнтованої інтерпретації керувальної діяльності оператора;

5) Розвитку теоретико-методологічних засад оцінювання та управління ризиками людського фактора й адаптивної підтримки прийняття рішень шляхом інтеграції навігаційних, траєкторних, часових, поведінкових і ситуаційних ознак у єдиному контурі управління рухом судна.

**Практична цінність отриманих результатів** полягає у:

1) Створенні моделей, методів і програмно-аналітичних засобів для інтелектуальної обробки AIS/ECDIS-даних, оцінювання траєкторної мікроваріативності та виявлення ознак зміни характеру керування судном;

2) Розробленні засобів діагностики когнітивних, часових, психофізіологічних і поведінкових станів оператора для оцінювання його функціонального стану та виявлення ризикових проявів людського фактора;

3) Розробленні методів оцінювання та адаптивного управління ризиками людського фактора, придатних для виявлення переходів ІСНЗ між стабільним, напруженим і критичним режимами та формування коригувальних рекомендацій;

4) Створенні інформаційно-аналітичних засобів підтримки прийняття рішень, експертного аналізу траєкторій і LOG-проходів для підвищення обґрунтованості керувальних дій у складних навігаційних ситуаціях;

5) Можливості використання розроблених моделей, методів і засобів у інтелектуальних системах навігаційного забезпечення, автоматизованому керуванні рухом судна, тренажерній підготовці та професійній підготовці морських фахівців.

**Ступінь впровадження результатів роботи.**

Практичні результати дисертаційного дослідження впроваджено в освітній процес Херсонської державної морської академії та Vilnius Gediminas Technical University, Lithuanian Maritime Academy, а також у тренажерну підготовку морських фахівців у Херсонському морському спеціалізованому тренажерному центрі, ТОВ «Бск Ботс», ТОВ «Англо-Істерн Україна», State Enterprise "Maritime Search And Rescue Service", ТОВ «Євро Граскор» та ТОВ «Марін Тех Сервіс». Впроваджені результати забезпечують застосування методів інтелектуальної обробки AIS/ECDIS-даних, аналізу траєкторної мікроваріативності та LOG-проходів, діагностики операторських станів, оцінювання ризиків людського фактора, формування коригувальних рекомендацій і підтримки прийняття рішень у складних навігаційних ситуаціях. Результати дослідження використовуються також у професійній підготовці морських фахівців та створюють основу для розвитку інтелектуальних і ризик-орієнтованих систем навігаційного забезпечення.

**Рекомендації щодо подальшого використання одержаних у роботі результатів.** Спеціалізована вчена рада Д 41.106.01 рекомендує використовувати розроблені моделі, методи та програмно-аналітичні засоби для створення та удосконалення інтелектуальних систем навігаційного забезпечення, діагностики станів судноводіїв, оцінювання ризиків людського фактора, адаптивної підтримки прийняття рішень та тренажерної підготовки морських фахівців. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення експериментальної бази фактичних AIS/ECDIS-траєкторій і тренажерних LOG-проходів для різних типів суден та районів плавання; уточнення фрактально-епізодних моделей і калібрування порогових значень інтегральних показників навігаційного ризику з урахуванням гідрометеорологічних умов, характеристик судна та дискретності навігаційних даних; удосконалення методів розмежування впливу операторських дій, зовнішніх збурень і технічного стану судна; незалежну експертну верифікацію результатів діагностики операторських станів; експериментальне оцінювання ефективності адаптивної підтримки прийняття рішень за показниками своєчасності реакцій, безпеки маневрування та зниження навігаційного ризику; інтеграцію розроблених алгоритмів із судновими системами AIS, ECDIS, РЛС/САРП і VDR для подальшого застосування в системах автоматизованого та автономного управління рухом суден.

**Повнота висвітлення результатів у наукових публікаціях.**

Основні та додаткові наукові результати дисертації відображено у 39 наукових статтях, серед них – 23 опубліковано у виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science, а 16 – у наукових фахових виданнях України категорії «Б», а також у 25 матеріалах і тезах наукових конференцій, з яких 3 індексуються у Scopus. За результатами дослідження отримано 1 патент України на корисну модель. Повноту висвітлення основних результатів у публікаціях підтверджено висновками рецензентів і комісії експертів.

**Використання матеріалів кандидатської дисертації.**

Матеріали і висновки кандидатської дисертації Носова Павла Сергійовича «Інтелектуальне формування індивідуальної траєкторії навчання студента» у поданій докторській дисертації не використовувалися, що підтверджено висновками рецензентів і комісії експертів.

**Мова і стиль дисертаційної роботи відповідають вимогам до викладення науково-технічної інформації.** Матеріал викладено послідовно, у формально-логічний спосіб, із дотриманням наукового стилю, термінологічної визначеності та

єдності змісту. Структура і оформлення дисертації відповідають вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. зі змінами, внесеними наказом МОН України № 759 від 31.05.2019 р.

Дисертаційну роботу перевірено на текстові запозичення засобами системи StrikePlagiarism.com (звіт від 11.06.2026 р., ID 334284853): коефіцієнт подібності становить 6,05%. За результатами перевірки та змістового аналізу матеріалів дисертації ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації чи фальсифікації не встановлено.

Аналіз матеріалів дисертаційного дослідження показав, що у роботі не виявлено порушення вимог академічної доброчесності. Використані ідеї, положення і результати інших авторів супроводжуються відповідними посиланнями. Здобувач задекларував допоміжне використання інструментів генеративного штучного інтелекту для обробки відкритих даних, попереднього впорядкування джерел і мовної редактури; наукові положення, постановки задач, інтерпретації результатів та висновки сформульовані ним особисто та перевірені за первинними даними.

Реферат відображає основні положення, наукові результати і висновки дисертації та відповідає її змісту, що підтверджено висновком комісії експертів.

**Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук».**

Дисертація Носова Павла Сергійовича «Науково-методологічні основи управління ергатичними системами навігаційного забезпечення» є завершеною самостійно виконаною кваліфікаційною науковою працею, у якій розв'язано актуальну науково-технічну проблему підвищення безпеки мореплавства шляхом розроблення науково-методологічних основ управління ергатичними системами навігаційного забезпечення з урахуванням людського фактора.

За актуальністю, обсягом, рівнем наукової новизни, теоретичною і практичною значимістю, достовірністю одержаних результатів, ступенем їх апробації та впровадження дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.22.13, профілю спеціалізованої вченої ради Д 41.106.01 та вимогам «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197 (зі змінами).

Головуючий на засіданні
спеціалізованої вченої ради з
присудження наукового
ступеня доктора наук Д41.106.01 Михайло МІЮСОВ

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
з присудження наукового
ступеня доктора наук Віталій НІКОЛЬСЬКИЙ

27 жовтня 2026 року