

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U002111

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-06-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Богаченко Євген Анатолійович

2. Yevgen A. Bogachenko

Кваліфікація: д.філософ, 271

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0005-9070-4996

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 271

Назва наукової спеціальності: Морський та внутрішній водний транспорт\*\*\*\*

Галузь / галузі знань: транспорт

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Навігація, морська інженерія та безпека судноплавства

Дата захисту: 04-07-2025

Спеціальність за освітою: Судноводіння

Місце роботи здобувача: Національний університет "Одеська морська академія"

Код за ЄДРПОУ: 01127799

Місцезнаходження: вул. Дідріхсона, буд. 8, Одеса, 65029, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 9503

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська морська академія"

**Код за ЄДРПОУ:** 01127799

**Місцезнаходження:** вул. Дідріхсона, буд. 8, Одеса, 65029, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська морська академія"

**Код за ЄДРПОУ:** 01127799

**Місцезнаходження:** вул. Дідріхсона, буд. 8, Одеса, 65029, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 73, 73.01

**Тема дисертації:**

1. Розробка методів оперативної оцінки безпеки операцій динамічного позиціонування суден
2. Development of operational safety assessment methods in dynamic positioning operations of ships

**Реферат:**

1. У результаті дисертаційного дослідження вирішено актуальне наукове завдання – розробка методу оперативної динамічної імовірнісної оцінки ризиків (DPRA) у системах динамічного позиціонування суден. Сучасні морські операції характеризуються високим рівнем автоматизації, складністю взаємодії технічних та програмних компонентів, а також значною залежністю від рішень оператора системи (DPO). Втрата позиції внаслідок технічної відмови, зовнішніх збурень або людської помилки може призвести до критичних наслідків. У зв'язку з цим зростає потреба в інтелектуальних системах оцінки ризиків у режимі реального часу. Існуючі підходи до ризик-менеджменту (зокрема PRA, FTA) ґрунтуються на статичних моделях, які не враховують змінність навігаційного контексту, еволюцію стану системи та реакції DPO. Це створює передумови для розробки нової методології – DPRA (Динамічна імовірнісна оцінка ризиків), що дозволяє формувати адаптивні оцінки ризику на основі сенсорних даних, журналів операторських дій, тренажерних сценаріїв і дерев подій. Метою дисертаційного дослідження є підвищення рівня безпеки судноплавства шляхом розробки методу оперативної оцінки ризиків у системах динамічного позиціонування із врахуванням

комплексного впливу технічних, організаційних та людських чинників у реальному часі. Об'єкт дослідження - процес оцінки ризиків у системах динамічного позиціонування суден. Предмет дослідження - методи та моделі імовірнісної оцінки ризиків у процесі взаємодії технічних систем і людини в умовах кризових ситуацій динамічного позиціонування суден. У ході проведеного дослідження було ідентифіковано комплекс ключових факторів, що визначають динаміку розвитку аварійних ситуацій у системах динамічного позиціонування (DP). До таких факторів віднесено: зовнішні збурення (вітрові, хвильові, течійні впливи), втрати або спотворення сигналів позиціонування (насамперед PRS), порушення в електроживленні, а також людський фактор, зокрема затримки або помилки в реакції оператора (DPO). На основі цього аналізу сформовано узагальнену архітектуру сучасної DP-системи, що включає типові джерела вхідної інформації такі як сенсорні блоки, інтерфейс людина-машина (НМІ), системи управління тягами, та передбачає наявність динамічної бази знань для накопичення й адаптації сценарного досвіду. Розроблена структурно-функціональна схема потоків даних дозволила описати взаємодію між компонентами системи у процесі оцінки ризику, а також побудувати формальний опис критичних ситуацій у вигляді математичних моделей: дерева подій (Event Tree), дерева відмов (Fault Tree) та мультигілкових сценаріїв із часовими мітками ключових фаз реагування. У рамках сценарного моделювання впроваджено DPRA-модель (Dynamic Probabilistic Risk Assessment), яка поєднує логіку сценарного аналізу з динамічними байесовими мережами, що дозволяє моделювати зміну ймовірностей ризику в реальному часі залежно від змін у технічному стані системи, навігаційному контексті та поведінці DPO. Такий підхід забезпечує адаптивність оцінки ризиків і можливість проактивного прогнозування інцидентів. З метою підвищення точності прогнозування та оптимізації енергоспоживання в умовах реальних зовнішніх впливів, у роботі також запропоновано застосування параболічного регулятора з нечутливою зоною. Такий підхід забезпечує стійке утримання позиції судна в DP-режимі навіть за дії комбінованих збурень - вітру, хвиль та течій, із одночасним зниженням витрат енергії на стабілізацію. Проведене чисельне моделювання дозволило оцінити вплив відмов у компонентах системи, збоїв у подачі сигналів та дій оператора на поведінку судна в динаміці. Особливу увагу приділено аналізу сценаріїв втрати позиції мобільної бурової установки (MODU) як одного з критичних кейсів. Для практичної перевірки та калібрування DPRA-моделі створено спеціалізовану тренажерну платформу, що використовує шаблони операторської поведінки, отримані з даних реального або симульованого моніторингу DPO. На її основі також реалізовано функціональну структуру системи підтримки прийняття рішень (DSS), яка здатна формувати контекстно-залежні підказки оператору в межах критичних часових інтервалів, з урахуванням очікуваної реакції людини. Інтерфейс DSS адаптований для сприйняття ймовірнісних оцінок і пропонує варіанти дій із відповідними рівнями ризику. Проведено верифікацію розробленої DPRA-моделі на основі практичних сценаріїв з тренажерних експериментів і історичних даних. Порівняльний аналіз показав її перевагу над класичними підходами до оцінювання ризику в контексті точності прогнозування, здатності до адаптації в режимі реального часу та сумісності з елементами автономних навігаційних систем. Загалом результати дослідження мають значний практичний потенціал: вони можуть бути використані для інтеграції моделей DPRA у системи динамічного позиціонування нового покоління, адаптивні DSS-модулі для автономного флоту, тренажерні комплекси з оцінкою поведінки DPO, а також для формування цифрових політик безпеки морських операцій.

2. The dissertation research solved an urgent scientific task: the development of a method for operational dynamic probabilistic risk assessment (DPRA) in dynamic ship positioning systems. Modern maritime operations are characterized by a high level of automation, complexity of interaction between hardware and software components, and a significant dependence on the system operator's (DPO) decisions. Loss of position due to technical failure, external disturbances, or human error can have critical consequences. In this regard, there is a growing need for intelligent real-time risk assessment systems. Existing approaches to risk management (e.g. PRA, FTA) are based on static models that do not consider the variability of the navigation context, the evolution of the system state, and the DPO's response. This creates the prerequisites for the development of a new methodology - DPRA (Dynamic Probabilistic Risk Assessment), which allows for the formation of adaptive risk assessments based on sensor data, operator logs, simulation scenarios, and event trees. The purpose of the dissertation is to increase

the level of safety of navigation by developing a method of operational risk assessment in dynamic positioning systems, taking into account the complex impact of technical, organizational, and human factors in real time. Object of research: the risk assessment process in dynamic positioning systems of ships. The study's subject is methods and models of probabilistic risk assessment in the process of interaction between technical systems and humans in crisis situations of dynamic ship positioning. The study identified a set of key factors that determine the dynamics of emergencies in dynamic positioning systems (DP). These factors include: external disturbances (wind, wave, current influences), loss or distortion of positioning signals (primarily PRS), power supply disruptions, and the human factor, in particular, delays or errors in the operator's response (DPO). Based on this analysis, a generalized architecture of a modern DP system was formed, which includes typical sources of input information such as sensor units, human-machine interface (HMI), and traction control systems, and provides for a dynamic knowledge base for the accumulation and adaptation of scenario experience. The developed structural and functional diagram of data flows made it possible to describe the interaction between system components in the risk assessment process, as well as to build a formal description of critical situations in the form of mathematical models: Event Tree, Fault Tree, and multi-branch scenarios with timestamps of key response phases. As part of the scenario modeling, the DPRA model (Dynamic Probabilistic Risk Assessment) was implemented, which combines the logic of scenario analysis with dynamic Bayesian networks, allowing the model to change in risk probabilities in real time depending on changes in the technical condition of the system, navigation context, and DPO behavior. This approach ensures the adaptability of risk assessment and the ability to predict incidents proactively. To improve forecasting accuracy and optimize energy consumption under real external influences, the paper also proposes using a parabolic controller with an insensitive zone. This approach ensures that the ship's position is steadily maintained in DP mode even under the influence of combined disturbances such as wind, waves, and currents, while reducing energy consumption for stabilization. The numerical modeling made it possible to assess the impact of system component failures, signal failures, and operator actions on the ship's dynamic behavior. Particular attention was paid to analyzing scenarios of loss of position of a mobile drilling unit (MODU) as one of the critical cases. For practical verification and calibration of the DPRA model, a specialized training platform has been created that uses operator behavior templates obtained from real or simulated DPO monitoring data. It is also the basis for the functional structure of the decision support system (DSS), which can generate context-dependent prompts to the operator within critical time intervals, taking into account the expected human response. The DSS interface is adapted to perceive probabilistic estimates and offers options for action with appropriate levels of risk. The developed DPRA model was verified based on practical scenarios from simulation experiments and historical data.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Енергетика та енергоефективність

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

**Публікації:**

- 1. Богаченко, Я., Ворохобін, І., Бурмака, І., Мельник, О., Онищенко, О. (2024). Системи динамічного позионування: Математичне моделювання та алгоритми управління. Судноводіння, 36, 20-29. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.36.2024.20-29> [https://navjournal-nuoma.learnmarine.com/wp-content/uploads/2025/01/36-2024\\_Y.Bogachenko-%D0%86.Vorokhobin-%D0%86.Burmaka-O.-Melnik-O.-Onishchenko-Dynamic-positioning-systems-mathematical-modeling-and-control-algorithms.pdf](https://navjournal-nuoma.learnmarine.com/wp-content/uploads/2025/01/36-2024_Y.Bogachenko-%D0%86.Vorokhobin-%D0%86.Burmaka-O.-Melnik-O.-Onishchenko-Dynamic-positioning-systems-mathematical-modeling-and-control-algorithms.pdf)
- 2. Рябцов, О. В., Богаченко, Є. А., Мельник, О. М., Налєва, Г. В., Онищенко, О. А. (2025). Адаптація регуляторів температури головного двигуна для підвищення надійності експлуатації суден у режимі

динамічного позиціонування. Наука і техніка сьогодні, (4)45, 1532–1551. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-4\(45\)-1532-1551](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-4(45)-1532-1551) <http://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/23111/23081>

- 3. Богаченко, Є., Ворохобін, І. (2025). Використання параболічного регулятора для підвищення маневреності та позиціонування самохідних бурових платформ. Судноводіння, 37, 10–18. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.37.2025.10-18> [https://navjournal-nuoma.learnmarine.com/wp-content/uploads/2025/05/2025-37\\_Vorokhobin\\_PP\\_10-18.pdf](https://navjournal-nuoma.learnmarine.com/wp-content/uploads/2025/05/2025-37_Vorokhobin_PP_10-18.pdf)
- 4. Bogachenko, Y., & Pipchenko, O. D. (2021). Monitoring and identification of DP operators behavioural traits and common errors during simulator training. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 15(2), 337–341. <https://doi.org/10.12716/1001.15.02.09> [https://www.transnav.eu/Article\\_Monitoring\\_and\\_Identification\\_of\\_Bogachenko,58,1124.html](https://www.transnav.eu/Article_Monitoring_and_Identification_of_Bogachenko,58,1124.html)
- 5. Pipchenko, O., Konon, N., & Bogachenko, Y. (2023). Mathematical modelling of "ASD tug - marine vessel" interaction considering tug's maneuverability and stability limitations. Journal of Maritime Research, 20(2), 117–124. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8370780> <https://www.jmr.unican.es/jmr/article/view/722/747>
- 6. Bogachenko, Y. (2020). DP Concept: Principles of Dynamic Positioning. Odesa: National University "Odesa Maritime Academy." 154 p. ISBN 978-617-7822-88-1 (монографія)

**Наукова (науково-технічна) продукція:** методи, теорії, гіпотези; аналітичні матеріали

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення стану навколишнього середовища; економія матеріалів; зменшення зносу обладнання; підвищення автоматизації виробничих процесів

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0123U101463

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Ворохобін Ігор Ігорович

2. Igor I. Vorokhobin

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.22.13

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська морська академія"

**Код за ЄДРПОУ:** 01127799

**Місцезнаходження:** вул. Дідріхсона, буд. 8, Одеса, 65029, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кривий Олександр Федорович
2. Alexander F. Krivoy

**Кваліфікація:** д.ф.-м.н., професор, 01.02.04**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська морська академія"**Код за ЄДРПОУ:** 01127799**Місцезнаходження:** вул. Дідріхсона, буд. 8, Одеса, 65029, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Петров Ігор Михайлович
2. ІНОР М. PETROV

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.22.20**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:** 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту (морський та внутрішній водний транспорт)**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська морська академія"**Код за ЄДРПОУ:** 01127799**Місцезнаходження:** вул. Дідріхсона, буд. 8, Одеса, 65029, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Волянська Яна Богданівна
2. Yana B. Volyanskaya

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.22.20**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

