

РЕЦЕНЗІЯ

**дисертаційної роботи Богаченка Євгена Анатолійовича
на тему: «Розробка методів оперативної оцінки безпеки операцій динамічного
позиціонування суден»**

Дисертаційна робота подана Богаченком Є. А. на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт». Робота виконана в Національному університеті «Одеська морська академія» під науковим керівництвом доктора технічних наук, професора Ворохобіна І. І.

Актуальність і мета дослідження

Дисертаційна робота є актуальною у сучасних викликах до морської інженерії та судноплавства. Зростання складності морських операцій, зокрема в офшорній нафтогазовій промисловості, потребує високоточного утримання позиції суден без використання якорів. Системи динамічного позиціонування (DP) відіграють головну роль у таких операціях. Але складність таких операцій, залежність від рівня автоматизації на судні та людського фактора створюють значні ризики, включаючи втрату позиції, зіткнення чи екологічні катастрофи.

В роботі здобувач обґрунтовано підкреслює обмеження традиційних статичних методів оцінки ризиків (PRA, FTA), які не враховують динамічну природу подій, зміну навігаційного контексту та поведінку оператора (DPO).

У роботі запропонована методологія динамічної імовірнісної оцінки ризиків (DPRA), яка відповідає сучасним вимогам до адаптивних систем управління ризиками, що є особливо важливим при переході у найближчому часі до автономного судноплавства.

Актуальність роботи підтверджується, також, її відповідністю пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки України, зокрема щодо забезпечення безпеки транспортної інфраструктури та впровадження інформаційних технологій, а також аналізом статистики інцидентів (120–140 щорічних подій за 2018–2023 роки, 30–35% яких пов'язані з відмовами рушіїв).

Мета дослідження - підвищення рівня безпеки судноплавства шляхом розробки методу оперативної оцінки ризиків у системах динамічного позиціонування з урахуванням комплексного впливу технічних, організаційних та людських чинників у реальному часі. Мета є чітко сформульованою та відповідає сучасним науковим і практичним потребам спеціальності 271. Вона спрямована на вирішення задачі, яка має критичне значення для морських операцій, де втрата позиції може мати катастрофічні наслідки. Мета охоплює не лише технічні аспекти (сенсорні дані, моделювання відмов), а й людський фактор та організаційні рішення, що потребує міждисциплінарного підходу. Здобувач вдало пов'язує мету з необхідністю адаптивності оцінки ризиків, що робить її досяжною в межах запропонованих методів та інструментів.



Оцінка поставлених задач дослідження

Задачі дослідження «Розробка методів оперативної оцінки безпеки операцій динамічного позиціонування суден» є логічно структурованими та спрямованими на досягнення поставленої мети. Вони охоплюють основні принципи розробки методології DPRA, включаючи наступні.

1. Розробку методології DPRA з урахуванням часової еволюції ризиків.
2. Побудову структур дерев відмов та сценаріїв аварій.
3. Інтеграцію моделей людського фактору (CREAM, SPAR-H, ATHEANA) у байєсові мережі.
4. Розробку математичних моделей керування судном із застосуванням сучасних регуляторів.
5. Практичну апробацію DPRA на симуляціях та порівняння з класичними підходами.

Вважаю, що кожна задача є чітко визначеною, послідовно пов'язаною з іншими та забезпечує комплексний підхід до вирішення загальної наукової проблеми. Особливо цінною є інтеграція людського фактора та використання динамічних байєсових мереж, що дозволяє враховувати мінливість умов у реальному часі. Таким чином, поставлені задачі є реалістичними, а їх виконання підтверджується результатами, представленими в дисертації, зокрема через чисельне моделювання та тренажерні експерименти.

Наукова новизна дисертації

Наукова новизна роботи є доведеною та полягає в наступному.

1. Вперше запропоновано метод оперативної динамічної імовірнісної оцінки ризиків (DPRA), який враховує часову еволюцію подій, технічні відмови, людські помилки та зовнішні чинники в реальному часі. Це, порівняно зі статичними методами PRA, які не адаптуються до змін умов є, безумовно, важливим науковим досягненням.

2. Вперше розроблено функціонально-орієнтовану архітектуру потоків даних для DP-систем, яка інтегрує навігаційні, технічні параметри та поведінку оператора, забезпечуючи адаптивність оцінки ризиків.

3. Удосконалено методи PRA шляхом розширення їх функціоналу на динамічні події з використанням байєсових мереж, що дозволяє оцінювати зміну ризику в часі.

4. Отримано подальший розвиток методів аналізу людського фактору (CREAM, SPAR-H, ATHEANA) через їх інтеграцію до динамічних моделей, що враховують когнітивні та поведінкові аспекти.

5. Отримало подальший розвиток математичні моделі руху суден у DP-режимі шляхом впровадження регуляторів із нечутливою зоною, що підвищує точність позиціонування та енергоефективність.

Ці елементи новизни підтверджуються достатнім порівнянням із існуючими підходами, які не забезпечують такої комплексності. Здобувач демонструє

розуміння проблематики та вносить оригінальний внесок у морську інженерію та ризик-менеджмент, що є важливим для розвитку наукових напрямків, визначених у ОНП підготовки аспірантів НУ «Одеська морська академія».

Практична цінність роботи

Практична цінність дисертації є достатньо високою, оскільки запропоновані методи та моделі мають широкий спектр наступних застосувань.

1. Автоматизація оцінки ризиків - методологія DPRА дозволяє виявляти потенційно небезпечні сценарії (drive-off, drift-off, blackout) у реальному часі, що підвищує безпеку морських операцій.

2. Система підтримки прийняття рішень (DSS) - розроблена DSS забезпечує операторів контекстно-залежними рекомендаціями, що зменшує ймовірність людських помилок.

3. Енергоефективність - застосування нелінійних регуляторів із нечутливою зоною знижує енергоспоживання при стабілізації позиції судна при малих відхиленнях.

4. Інтеграція в автономні системи - результати дослідження створюють основу для розвитку адаптивних систем управління ризиками в автономному судноплаванні.

5. Практичне впровадження - результати роботи впроваджено в діяльність компаній «Марін Тех Сервіс» та «Морська пошуково-рятувальна служба». Платформа для калібрування DPRА-моделей та навчання операторів (DPO) може бути впроваджена в морських тренажерних центрах, а також у інші навчальні програми підготовки морських фахівців.

Впровадження підтверджується актами (Додаток А), що свідчить про реальну практичну цінність. Результати можуть бути використані, як пропозиції для формування нових стандартів безпеки та цифрових політик у морських операціях.

Оцінка кількості і якості публікацій і їх відповідності вимогам МОН України, оцінка оформлення роботи

За темою здобувач опублікував 11 наукових праць за темою дисертації, що відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України для здобуття ступеня доктора філософії. Структура публікацій включає:

- 3 статті у виданнях України категорії Б («Судноводіння», «Наука і техніка сьогодні»), які відповідають вимогам МОН щодо фахових публікацій;

- 2 статті у виданнях, проіндексованих у базах Scopus та Web of Science («TransNav», «Journal of Maritime Research»), що підтверджує міжнародне визнання отриманих результатів;

- 5 тез доповідей на міжнародних і всеукраїнських конференціях, що засвідчують апробацію результатів.

- 1 монографія на англійській мові (Bogachenko, Y., 2020, «DP Concept:

Principles of Dynamic Positioning»), яка має ISBN та систематизує теоретичні та практичні основи систем DP.

Публікації є достатньо якісними, охоплюють основні напрями дослідження (DPRA, людський фактор, математичне моделювання, енергоефективність) та опубліковані у різних визнаних виданнях. Вони відповідають вимогам МОН України, зокрема щодо кількості (не менше 3 статей у фахових виданнях) та апробації результатів на конференціях. Особистий внесок здобувача чітко окреслений у кожній публікації (що наведено у дисертації у пункті особистого внеску), що підтверджує його провідну роль у розробці методології дослідження.

Робота оформлена якісно, з дотриманням вимог до науково-дослідних робіт.

Слід вважати, що здобувач у повній мірі оволодів загальними методологічними принципами проведення наукових досліджень.

Зауваження до дисертаційної роботи

1. Недостатня деталізація аналізу статистики інцидентів. У розділі 1.1 наведено дані про щорічні інциденти за 2018–2023 роки, але не розкрито їх розподіл за типами суден чи операцій. Це могло б посилити обґрунтування актуальності.

2. Обмежене порівняння з іншими методами. Хоча DPRA порівнюється з PRA та FTA, аналіз альтернативних сучасних методів (наприклад, машинне навчання для оцінки ризиків) є дуже обмеженим.

3. Слабка увага до кібербезпеки. У сучасних DP-системах кіберзагрози є значним ризиком, але ця тема не розглядається в роботі.

4. Обмеження тренажерної платформи. Опис тренажерної платформи (Розділ 4) не містить інформації про її масштабованість для різних типів суден (наприклад, круїзних чи контейнеровозів).

5. Як DPRA-модель адаптується до екстремальних гідрометеорологічних умов, таких як шторми чи урагани?

6. Чи проводився аналіз чутливості DPRA-моделі до неточностей сенсорних даних (наприклад, деградація GPS-сигналів)?

7. Треба пояснити, які саме сценарії та реальні кейси були використані в роботі для тестування DPRA-моделі.

8. Як DSS-інтерфейс враховує когнітивне навантаження оператора в умовах стресу чи багатозадачності?

9. Яким чином забезпечується калібрування тренажерної платформи для різних рівнів підготовки операторів (DPO)?

10. Як DPRA-модель може бути адаптована для автономних суден, де роль оператора мінімізується?

11. Як оцінити економічні вигоди від впровадження DPRA, наприклад, у зниженні витрат на паливо, зменшення аварій тощо?

Наведені зауваження не знижують наукову цінність рецензованої роботи.

Загальний висновок

Вважаю, що рецензована робота «Розробка методів оперативної оцінки безпеки операцій динамічного позиціонування суден» є ґрунтовним дослідженням, спрямованим на вирішення актуальної науково-технічної задачі підвищення рівня безпеки складних морських операцій через розробку методів оперативної оцінки ризиків у системах динамічного позиціонування суден.

Загалом, дисертаційна робота Богаченка Є. А. є внеском у розвиток DP-систем ризик-менеджменту, яка пропонує напрямки вирішення актуальної наукової задачі підвищення безпеки операцій динамічного позиціонування суден. Запропонована методологія DPRA є новою, оскільки поєднує динамічні мережі, сценарне моделювання та аналіз людського фактору, що у підсумку забезпечує адаптивність і точність оцінки ризиків у реальному часі.

Наукова новизна підтверджується розробкою нової архітектури потоків даних, удосконаленням методів PRA та інтеграцією сучасних технічних засобів у системи керування.

Практична цінність роботи полягає в її впровадженні в реальні морські операції та навчальні програми, а також у потенціалі для автономного судноплавства.

Публікації здобувача відповідають вимогам МОН України та демонструють високий рівень апробації.

Незважаючи на окремі зауваження (зокрема, щодо деталізації аналізу інцидентів, кібербезпеки та економічної ефективності), вони не применшують загальної цінності роботи.

Дисертація відповідає вимогам до кваліфікаційних наукових праць на здобуття ступеня доктора філософії, а здобувач Богаченко Є. А. заслуговує присудження цього ступеня за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт».

Рецензент, професор, доктор технічних наук,
професор кафедри морських перевезень
Національного університету «Одеська
морська академія»
16.06.2025



ПЕТРОВ Ігор Михайлович

