

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Пономарьової Вікторії Петрівни

на тему «Методи створення автоматизованих систем керування рухом судна на основі кваліфікаційної моделі судноводія»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії,

в галузі знань 15 – «Автоматизація та приладобудування»

за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Актуальність теми дисертації.

Висока інтенсивність морського руху, обмеженість акваторій у вузьких протоках та портах, а також динамічні зміни погодних та навігаційних факторів, створює нові виклики для ефективного управління судном та безпеки судноплавства.

Незважаючи на інтенсивне впровадження інформаційних технологій, сучасних навігаційних систем (ECDIS, AIS, автоматичне пілотування), людський фактор залишається основною причиною більшості аварій.

Вимоги до підготовки, дипломування й управління людськими ресурсами спрямовані на мінімізацію помилок шляхом формування належного рівня кваліфікації, управління вахтовими службами, запобігання втоми та ефективного використання ресурсів екіпажу, що визначаються міжнародними норми, такі як Конвенція STCW (1978 р.) та її Кодекс, а також Міжнародним кодексом з управління безпекою (ISM Code) і вітчизняними стандартами.

У Національній транспортній стратегії України до 2030 року, схваленого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р, підкреслюється необхідність впровадження інноваційних технологій та підвищення кваліфікації персоналу для забезпечення безпеки судноплавства

Дисертаційне дослідження Пономарьової Вікторії Петрівни присвячене проблемі створення автоматизованих систем керування рухом судна, заснованих на інтелектуальних алгоритмах машинного навчання, здатних динамічно враховувати рівень кваліфікації оператора, його стан втоми, психологічні та когнітивні параметри. Вирішення зазначених проблем підвищить безпеку морських перевезень за підтриманні міжнародних стандартів та збереженні морського потенціалу України в глобальному вимірі.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

Вперше:

- розроблено комплексну кваліфікаційну модель судноводія для автоматизованого керування судном в умовах невизначеності навігаційного середовища, що полягає у використанні інтегрованого підходу до формалізації людського фактору (технічні, когнітивні, поведінкові параметри) та врахування динамічних змін кваліфікаційних характеристик оператора, на відміну від існуючих рішень, у запропонованій моделі реалізовано механізми комплексної оцінки й адаптації дій судноводія з використанням інтелектуальних методів

ідентифікації та прогнозування, які дозволяють суттєво зменшити ризики помилкових або несвоєчасних рішень, мінімізувати імовірність аварійних ситуацій та підвищити рівень безпеки судноплавства;

- запропоновано метод автоматизованої ідентифікації та оцінки кваліфікаційних параметрів судноводіїв у складних навігаційних умовах, який полягає у використанні інтелектуальних систем з нечіткою логікою, методів когнітивного моделювання та машинного навчання для аналізу реальних дій оператора (курс, маневри, робота з ECDIS) у режимі реального часу, на відміну від існуючих підходів, розроблений метод забезпечує автоматизоване зіставлення різнорідних даних (зокрема, неточних і неповних), ідентифікацію недостатніх кваліфікаційних параметрів та оперативне формування рекомендацій щодо їх відновлення, зменшуючи ризики критичних помилок та некерованих маневрів.

Удосконалено:

- метод аналізу інтуїтивних дій судноводія в критичних ситуаціях, що полягає в інтеграції психологічних факторів оператора-судноводія, а також ситуаційної обізнаності з реальними навігаційними змінними та автоматизованими засобами контролю, на відміну від існуючих рішень, це дає можливість оцінювати інтуїтивні дії та завчасно визначати потенційні небезпеки в поведінці судноводія, що дозволяє зменшити ризики виникнення аварійних подій.

- методи прогнозування траєкторій суден з використанням нейронних мереж і алгоритмів машинного навчання, який полягає у глибинному аналізі великих масивів навігаційних даних (ECDIS), автоматизованому стисканні та кластеризації траєкторій, а також оцінюванні ймовірностей аномальної поведінки судна, на відміну від традиційних методів, запропонований підхід дає змогу підвищити точність прогнозування траєкторій руху судна у динамічних умовах невизначеності (зокрема, в умовах обмеженої видимості, високої щільності руху), зменшуючи ризики критичних ситуацій і скорочуючи час проходження небезпечних ділянок.

Дисертаційна робота Пономарьової Вікторії Петрівни містить нові обґрунтовані результати, які підтверджені відповідними моделями, методами, розрахунками та пройшли апробацію у наукових публікаціях і науково практичних конференціях.

Наукове значення результатів дисертаційного дослідження полягає у: розробці комплексного методу та нових підходів до автоматизованого керування судном і підтримки прийняття рішень судноводієм, які інтегрують технічні, когнітивні та поведінкові аспекти у кваліфікаційну модель судноводія.

Усі отримані автором результати є новими, достовірними та належно обґрунтованими.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики Херсонської державної морської академії у рамках освітньо-наукової програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», кваліфікації – доктор філософії з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій. Крім того окремі

наукові результати було отримано згідно з планами науково-дослідних робіт кафедри безпеки життєдіяльності та професійно-прикладної фізичної підготовки, в межах ініціативної науково-дослідної теми «Ідентифікація людської помилки судноводія під час прийняття рішень в процесі боротьби за живучість судна» (№ ДР 0124U004508).

Отже, в дисертаційній роботі поставлені наукові завдання:

- провести аналіз існуючих методів та засобів управління кваліфікаційною складовою морських організаційно-технічних систем, зокрема ідентифікації кваліфікаційних параметрів, які впливають на ефективність функціонування систем, і розробці структурно-логічних схем та моделей керування;

- розробити та обґрунтувати кваліфікаційну модель судноводія для автоматизованого управління судном, яка інтегрує технічні, когнітивні та поведінкові аспекти. Це включає розробку методів оцінки рівня кваліфікації на основі нечіткої логіки, прогнозування навігаційних ризиків і прийняття рішень в умовах невизначеності, а також створення когнітивного модуля для аналізу інтуїтивних дій;

- розробити метод автоматизованої ідентифікації та оцінки кваліфікаційних параметрів судноводіїв у складних навігаційних умовах на основі інтелектуальних систем з використанням нечіткої логіки. Здійснити формалізацію функцій належності для ключових навігаційних факторів, таких як відстань до небезпечних об'єктів, швидкість, течії, вітер та видимість; створити базу нечітких правил та провести імітаційне моделювання для оцінки впливу кваліфікаційних параметрів на загальний ризик навігації;

- розробити програмне забезпечення, яке працюватиме в режимі on-line та реалізовуватиме алгоритми розробленого комплексного методу. Це програмне забезпечення матиме послідовний функціонал, що включатиме розробку модуля для автоматизованої OCR-обробки зображень та розробку модуля для порівняння текстових даних та геолокацій з метою аналізу інформації між різними скріншотами ECDIS; створення модуля для візуалізації географічних даних на карті, а також розробку модуля підтримки прийняття рішень для судноводія;

виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Пономарьової Вікторії Петрівни повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та напрямкам досліджень відповідно до освітньо-наукової програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у наукові напрями:

- зменшення навантаження на судноводіїв;
- покращення ситуаційної обізнаності;

- мінімізація ризиків зіткнень;
- оптимізація руху судна;
- аналіз кваліфікації судноводія.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Пономарьової Вікторії Петрівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Зміст дисертаційної роботи послідовний, матеріал доступно викладений у науковому стилі мовлення з використанням загальноприйнятої термінології.

Дисертація складається із розширеної анотації, вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаних джерел із 158 найменувань на 20 сторінках і семі додатків на 34 сторінках. Повний обсяг роботи становить 270 сторінок тексту, у тому числі 188 сторінок основного тексту, 4 таблиці та 62 рисунка.

У розширеній анотації та вступі обґрунтовано актуальність обраної тематики, сформульовано мету роботи та задачі дослідження, подано коротку характеристику наукового значення результатів дослідження, ступінь їх апробації та публікації.

У першому розділі проведено комплексний аналіз сучасних методів і засобів керування станом кваліфікаційної складової морських організаційно-технічних систем (ОТС). Особлива увага приділена розробці підходів до ідентифікації та керування процесами формування кваліфікаційних параметрів, які впливають на безпеку й ефективність судноплавства (с. 33-63).

Розглянуті особливості впровадження автоматизованих систем, що базуються на використанні інформаційних технологій підтримки прийняття рішень. Показано ефективність застосування нечітких систем керування, штучних нейронних мереж і алгоритмів машинного навчання для аналізу стану кваліфікаційних параметрів у реальному часі. Проаналізовано можливості адаптації таких систем до динамічних умов морських операцій, включаючи непередбачувані фактори, обмеженість акваторій і зміни в рівні підготовки персоналу (с. 64-74).

У другому розділі розроблено комплексну кваліфікаційну модель судноводія для автоматизованого керування рухом судна, спрямованої на зменшення навігаційних ризиків шляхом використання нечіткої логіки для автоматизації процесів керування в умовах невизначеності. Модель базується на інтеграції даних професійної діяльності судноводія, застосовуючи методи нечіткої логіки, нейронних мереж та інтелектуальних систем (с. 77-83). Основними компонентами моделі є модуль вхідних даних та параметрів навігації, який збирає та обробляє інформацію з різних джерел, таких як системи ECDIS, AIS, результати навчання та тренажерних випробувань. Модуль оцінки рівня небезпеки використовує нечітку логіку та багатокритеріальний аналіз навігаційних ризиків, враховуючи фактори, такі як

швидкість судна, глибина під кілем, погодні умови тощо (с. 83-126).

У розділі 3 описано розробку та реалізацію методу автоматизованої нечіткої ідентифікації кваліфікаційних параметрів операторів-судноводіїв в умовах ризику в контексті керування рухом судна. Методологія наукової діяльності базується на використанні даних електронної картографічної навігаційної системи (ECDIS), що дозволяють оцінювати дії судноводія в реальних навігаційних умовах (с. 130-150).

У результаті застосування комплексної системи управління безпекою, що базується на 16 послідовних формально-аналітичних етапах (із використанням моделей ідентифікації інтуїтивних дій, методів відновлення кваліфікаційних параметрів, статистичного та відеоаналізу, нейронних мереж LSTM, CNN, методів оптимізації й прогнозування), вдалося підвищити загальну результативність керування судном (с. 150-173).

У розділі 4 представлено метод підтримки прийняття рішень для судноводіїв в автоматизованому контролі безпеки руху суден, заснований на даних ECDIS. Розроблений метод спрямований на підвищення безпеки мореплавства та зменшення ризиків навігації в умовах часткової невизначеності через обмеження точності та повноти даних.

Методологія наукових досліджень була протестована на маршруті до порту Лагос, Тімкан, із використанням навігаційних симуляторів TRANSAS Wärtsilä Navi-Sailor ECDIS (с. 175-191). Результати експериментів показали ефективність запропонованої СППР. У розділі також представлено комплексний метод прогнозування небезпечних траєкторій руху суден в умовах невизначеності дій судноводія, розроблений для підвищення безпеки мореплавства. Метод базується на використанні алгоритмів кластеризації, стиснення траєкторій, аналізу даних та машинного навчання, інтегруючи їх у єдину систему обробки даних навігаційних систем (ECDIS, AIS, ARPA) (с. 191-213).

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 6 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 3 статті у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; а також результати дисертації були апробовані на 12 наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1) Кількість додатків та сторінок в роботі, на яких вони розміщені, не відповідає вказаному на с. 18.

2) Неповне пояснення до складових рисунку 1.1, що фактично складається з двох діаграм, с. 36.

3) Посилання у позиції 23 списку використаних джерел (<https://www.iims.org.uk/marine-safety-report-2012-2021>) не працює (помилка 404, сторінка не знайдена).

4) Відсутнє пояснення як отримано залежності для навігаційних параметрів при формуванні нечіткої бази правил (п.п. 3.3, с. 137-145).

5) Не обґрунтовано вибір нечіткої системи виведення Мамдані (п.п. 3.4, с. 146) з розглянутих у п.п. 1.7, с. 64.

6) Не розкрито складові коду ризику моделі оператора через недостатні КП щодо ключових навігаційних факторів (с. 147).

7) Відсутня оцінка можливості роботи у реальному часі (швидкодії) автоматизованої системи керування рухом судна з системою підтримки прийняття рішень судноводієм.

8) Важливим є вдосконалення комунікаційних систем між суднами та морськими контрольними центрами для обміну даними про рівень небезпеки та координації маршрутів.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи. Зауваження можуть бути предметом подальших досліджень автора.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Пономарьової Вікторії Петрівни на тему «Методи створення автоматизованих систем керування рухом судна на основі кваліфікаційної моделі судноводія» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Пономарьова Вікторія Петрівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Рецензент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри експлуатації суднового
електрообладнання і засобів автоматизації,
Херсонська державна морська академія.



Костянтин ТИМОФЕЄВ

Лідиса К. Тимофеева засвідчує

В.В. Пономарьова