

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Матейчука Вадима Миколайовича

на тему «Автоматизація процесів керування рухом судна у шторм»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань
15 – «Автоматизація та приладобудування»
зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Актуальність теми дисертації.

Забезпечення безпеки судноплавства сьогодні є складним завданням через низку факторів: непередбачувані та екстремальні погодні умови, такі як шторми та високі хвилі; людський фактор, включаючи помилки екіпажу, спричинені втомою або недостатньою підготовкою; складні навігаційні ризики, такі як вузькі проходи та густий рух суден; технічні проблеми, що включають відмови обладнання та систем керування; загрози безпеці, такі як піратство та тероризм; необхідність дотримання жорстких екологічних стандартів; а також зростаючі загрози кібербезпеки через цифровізацію судових систем. Ці чинники вимагають комплексного підходу до забезпечення безпеки, включаючи впровадження передових технологій автоматизації, підвищення рівня підготовки екіпажу, поліпшення технічного обслуговування суден та посилення міжнародної співпраці у сфері морської безпеки.

Автоматизація управління рухом суден є важливим інструментом підвищення безпеки мореплавства, оскільки дозволяє мінімізувати людський фактор, забезпечуючи точне та ефективне керування судном навіть у складних умовах. Автоматизовані системи здатні в режимі реального часу аналізувати численні параметри, такі як погодні умови, курс та швидкість судна, й оперативно приймати оптимальні рішення для уникнення аварійних ситуацій. Це включає запобігання зіткненням, перекиданням, посадкам на мілину та іншим навігаційним небезпекам. Крім того, автоматизація зменшує

навантаження на екіпаж, знижуючи їхню втому та підвищуючи загальну ефективність і безпеку судноплавства.

Дуже перспективним виглядає розробка способів автоматичного керування судном у шторм, що дозволить зменшити вплив людського чиннику на процеси штормування, знизити втому екіпажу, зменшити ризики втрати судна та вантажу, підвищити безпеку і надійність автоматичних систем штормування. Також актуальною задачею сьогодні є створення засобів тестування автоматизованих систем керування рухом суден, зокрема модулів автоматичного штормування.

Тому вибрана автором тема дисертаційного дослідження являється актуальною на сьогодні.

Структура, логіка і зміст дослідження

У розділі 1 проаналізовано сучасні системи та методи штормування суден. Детально розглянуто небезпечні явища, що виникають як на попутному хвилюванні, так і для усіх напрямків хвилювання та наведені рекомендації міжнародної морської організації по боротьбі із цими небезпеками. Виконано огляд сучасних систем заспокоєння хитавиці та систем моніторингу морехідності «HULLMOS», «OCTOPUS-DSS», «IMDSS», «VOSS», волоконно-оптична система «SENSFIB». Розглянуті існуючі моделі та методи розробки і тестування автоматичних модулів керування у автоматизованих системах, сформульовано завдання дослідження з урахуванням вимог щодо безпечного плавання у штормових умовах.

У розділі 2 розглянута математична модель нерегулярного хвилювання. Отримані диференційні динамічні та кінематичні рівняння лінійного та кутового руху судна. Знайдені збурюючі сили і моменти від хвилювання у залежності від геометричних характеристик судна, амплітуди та довжини хвилі, швидкості судна і кута набігання хвилі. Отримані математичні моделі придатні для моделювання процесів штормування судна у середовищі MATLAB.

У розділі 3 розроблена структура автоматичних модулів штормування, використання яких дозволить як запобігти перевертанню судна при виникненні: гармонійного та параметричного резонансу; втрати остійності та керованості судна, так і зменшити вплив людського чинника на процеси керування, що сприятиме підвищенню безпеки плавання у штормових умовах.

Детально описані функції основних компонентів модулю автоматичного штормування, а саме: вимірювачів параметрів руху судна та хвилювання, блоку швидкого перетворення Фур'є, блоку визначення складових спектру хвилювання, блоку визначення положення фазової точки та небезпечних щодо перекидання судна областей, блоків формування керувань СЕУ та стерном, автоматики СЕУ та стерна. Обґрунтовано доцільність використання швидкого перетворення Фур'є у бортовому обчислювачі для визначення складових спектру, енергія яких перевищує енергію демпфування. Побудовано небезпечні області параметрів штормування для конкретних параметрів хвилювання. Запропоновано визначати у реальному часі положення фазової точки та небезпечних областей для підвищення безпеки штормового плавання. Розроблено метод оптимального переміщення фазової точки параметрів руху судна у безпечну область, який мінімізує час знаходження фазової точки у небезпечній зоні, що дозволяє контролювати вихід фазової точки із небезпечної області, зменшити ризики розвитку небезпечних явищ, що ведуть до перекидання судна.

Розділ 4 присвячений питанням автоматичного визначення безпечних параметрів руху судна за рахунок постійного розв'язання у бортовому обчислювачі оптимізаційної задачі з лінійними та нелінійними обмеженнями типу нерівностей, які визначають безпечні області штормування, допустимий діапазон швидкостей штормування, напрямки на навігаційні небезпеки, тощо. Цільова функція і обмеження залежать від параметрів руху судна (швидкості V та курсу K), а також від параметрів хвилювання (курсу, швидкості та довжини хвилі). Для підтвердження ефективності розробленого

методу, алгоритмічного і програмного забезпечення виконано математичне моделювання у середовищі MATLAB та на стенді імітаційного моделювання для різних районів плавання, погодних умов і навігаційних небезпек.

У розділі 5 наведено структурну схему розробленого інформаційного стенду моделювання, що включає існуючий симулятор NTPro 5000, доповнений модулями СКРС 14-16, в яких безпосередньо оброблюються дані відповідно до алгоритму вирішення функціональної задачі. Всі блоки підключені через локальну обчислювальну мережу. Здобувачем інтегровано імітатор бортового обчислювача у локальну мережу навігаційного тренажеру, для створення замкнутого контуру «Імітатор бортового обчислювача – Віртуальна модель судна навігаційного тренажеру». Розроблено спеціалізоване програмне забезпечення стенду імітаційного моделювання на мові програмування C# для обміну даними між тренажером і імітатором бортового обчислювача, виконання допоміжних обчислень. Наведено результати моделювання операцій штормування на стенді імітаційного моделювання, які доводять працездатність та ефективність стенду.

Текст дисертації є логічно структурованим, містить достатню кількість ілюстративного матеріалу, зміст викладено коректною науковою мовою.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна полягає в наступному:

Вперше розроблено:

- підхід автоматичного та оптимального переміщення фазової точки параметрів руху судна у безпечну область, що мінімізує час виходу фазової точки із небезпечної області та зменшує ризики розвитку небезпечних явищ.
- підхід штормування, який полягає у автоматичному знаходженні безпечних та оптимальних параметрів руху судна шляхом постійного вирішення у бортовому обчислювачі оптимізаційної задачі, що дозволяє запобігти перевертанню судна, суттєво зменшити вплив людського чинника

на процеси керування та підвищити безпеку судноплавства.

Удосконалено підхід оцінювання безпечних від перекидання судна областей, який полягає у застосуванні швидкого перетворення Фур'є для визначення спектру хвилювання та енергії демпфування; порівнянні енергії складових спектру із енергією демпфування; визначенні всіх складових спектру, енергія яких перевищує енергію демпфування, для побудови та візуалізації областей небезпечних параметрів штормування та автоматичного визначення безпечних і оптимальних параметрів штормового плавання, що дозволяє підвищити ефективність і безпеку штормового плавання.

Набули подальшого розвитку:

- підхід щодо підвищення безпеки штормового плавання, який полягає у визначенні на кожному кроці бортового обчислювача положення фазової точки та небезпечних щодо перекидання судна областей, їх візуалізації, що надає судноводієві актуальну інформацію про поточні ризики, дозволяє приймати своєчасні рішення по упередженню виникнення та розвитку небезпечних явищ шляхом ручного маневрування або використання автоматичного модуля штормування.

- підхід до розробки і тестування автоматичних модулів керування у автоматизованих системах, який полягає в інтеграції імітатора бортового обчислювача в локальну мережу навігаційного тренажеру, який дозволяє використовувати моделі суден, погодні та навігаційні умови сертифікованого тренажеру для імітаційного моделювання, значно знизити ризики та вартість робіт по розробці і тестуванню автоматичних модулів керування у автоматизованих системах.

Дисертаційна робота Матейчука Вадима Миколайовича містить нові математично обґрунтовані результати, які підтверджені математичним моделюванням у середовищі Matlab та на стенді імітаційного моделювання та пройшли апробацію у наукових публікаціях та науково практичних конференціях.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Матейчука Вадима Миколайовича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 151 - Автоматизація та комп'ютерні інтегровані технології та напрямкам дослідження. Оформлення дисертації відповідає існуючим вимогам.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у даній галузі науки.

Повнота викладу результатів в опублікованих працях. За темою дисертації опубліковано 15 наукових публікацій, у тому числі 4 статті у журналах, проіндексованих у базах даних Scopus та Web of Science, 2 статті у наукових виданнях, включених до категорії «Б» переліку наукових фахових видань України; 9 тез доповідей на міжнародних конференціях.

Результати дисертації в достатній мірі апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях та повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

- 1) У тексті роботи присутні друкарські помилки (стор. 8, 38, 69, 136).
- 2) На рисунку 3.1 (стор. 103) на схемі присутні «Датчики вимірювання параметрів хвилювання» але ці датчики не описані в роботі.
- 3) На сторінці 136 в описі до рисунку вказано «точка В», хоча на самому рисунку присутня «точка Б».
- 4) Не розкриті поняття бортового обчислювача системи керування та його можливості виконувати додаткові обчислення.
- 5) Бажано навести більш детальну схему автоматизованої системи керування рухом судна.
- 6) У додатку Б (лістинги основних програм) необхідно пояснювати наведені окремі процедури.

Загалом зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку рецензованого дослідження, оскільки вони не стосуються основних,

концептуальних положень дисертації, а частина їх — мають рекомендаційний характер.

Таким чином, дисертаційна робота Матейчука Вадима Миколайовича «Автоматизація процесів керування рухом судна у шторм» відповідає освітньо-науковій програмі Херсонської державної морської академії зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування. Сукупність теоретичних та практичних результатів дослідження вирішує наукову задачу, що має важливе значення для відповідної галузі знань. 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, а її автор, Матейчук Вадим Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Рецензент:

доцент кафедри експлуатації
суднового електрообладнання та
засобів автоматики Херсонської
державної морської академії,
кандидат технічних наук, доцент

Поливо́да

Владислав ПОЛИВОДА

Підпис Володимира Полівода завідувача

наукової ради

Сева Матейчук

