

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Матейчука Вадима Миколайовича**

**«Автоматизація процесів керування рухом судна у шторм»,**

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD) зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

### **Актуальність теми дисертації**

Керування рухом судна у шторм є надзвичайно складним завданням через непередбачуваність погодних умов, великі хвилі та поривистий вітер. Шторм може призвести до обмеженої видимості, що ускладнює навігацію, та викликати механічні пошкодження обладнання судна. Все це створює значний ризик для безпеки екіпажу та судна, а також підвищує психологічний стрес для судноводіїв. Тому важливо мати досвідчений екіпаж, надійні системи керування та використовувати передові технології для прогнозування та управління штормовими умовами з метою забезпечення безпеки та ефективності морських перевезень.

Автоматизація керування процесами рухом судна відіграє важливу роль у зниженні впливу «людського чиннику» на рівень аварійності на морському транспорті. У складних погодних умовах, судноводіям важко передбачити оптимальні дії, але автоматизовані системи можуть швидко реагувати на зміни та вибирати найбезпечніший курс. Ефективне керування рухом у шторм дозволяє вибирати оптимальні шляхи, що може призвести до економії пального та зменшення викидів. Автоматизовані системи можуть швидше аналізувати та реагувати на погодні умови, що дозволяє судну збільшити швидкість реакції та збільшити продуктивність перевезень. Зменшення ризику аварій або пошкоджень судна під час шторму забезпечує безпеку та психологічний комфорт для екіпажу.

Актуальність роботи підтверджується ще й поставленим завданням

розробки нових методів та засобів відпрацювання автоматичних модулів штормування, які дозволять автоматично і оптимально керувати рухом судна у шторм, зменшити вплив людського чинника на процеси штормування, зменшити виснаженість екіпажу, підвищити безпеку операцій штормування, зменшити вартість та підвищити безпеку і надійність відпрацювання автоматичних модулів штормування.

**Практичне значення дисертаційної роботи** полягає у використанні розроблених методів і технічних засобів для створення автоматичних модулів штормування, використання яких дозволить запобігти перевертанню судна при виникненні: гармонійного та параметричного резонансу; втрати остійності на попутному хвилюванні; втрати керованості при ударі групових хвиль у корму судна, зменшити вплив людського чинника на процеси керування, зменшити виснаження екіпажу та підвищити безпеку плавання у штормових умовах.

Отримані автором результати дисертаційної роботи впроваджено в освітній процесі кафедри навігації і керуванням судном Одеського національного морського університету при викладанні освітніх компонентів: «СК 15», «СК 01» та «СК 17» (для здобувачів наукового ступеню бакалавр) та при викладанні освітніх компонентів: «СК 15» (для здобувачів наукового ступеню магістр).

**Повнота викладу результатів в опублікованих працях.** Основні положення дисертації у достатньо повному обсязі викладені у 15 наукових працях, з них – 4 статті у журналах включених до категорії «А» переліку наукових фахових закордонних видань, 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 та матеріалів конференцій, що підтверджує відповідність роботи напрямку технічних наук.

Результати дисертації в достатній мірі апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях.

Обсяг викладених основних результатів дисертаційної роботи у фахових виданнях повністю відповідає встановленим вимогам до дисертаційних робіт.

**Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.** За своїм

змістом дисертаційна робота Матейчука Вадима Миколайовича відповідає напрямкам досліджень відповідно до галузі знань «Автоматизація та приладобудування». Детально ознайомившись із текстом дисертаційної роботи та основних наукових публікацій, можна зробити висновок про унікальність виконаних досліджень, які не містять плагіату. На основі аналізу дисертаційної роботи можна стверджувати про дотримання дисертантом вимог академічної доброчесності, оскільки ідеї, результати і тексти інших авторів супроводжуються посиланнями на відповідні джерела, що відповідає положенням статті 42 Закону України «Про освіту».

**Оцінка змісту дисертації.** Кваліфікаційна наукова робота Матейчука В.М. написана українською мовою, складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел із 157 найменувань і чотирьох додатків. Повний обсяг дисертаційної роботи становить 199 сторінок. Рукопис містить 58 рисунків та 6 таблиць. Анотація представлена українською та англійською мовами і відображає основні положення дисертаційної роботи.

**У першому розділі** досліджено сучасний стан розвитку систем і методів штурмування суден. Розглянуті рекомендації Міжнародної морської організації (ММО) щодо протидії небезпекам, пов'язаним з перевертанням суден. Встановлено, що основним методом боротьби з цими небезпечними явищами є зміна курсу і швидкості судна. Також проаналізовано існуючі системи заспокоєння хитавиці та принципи їх роботи, зокрема систему моніторингу морехідності "HULLMOS", системи підтримки прийняття рішень "OCTOPUS-DSS" та "IMDSS", систему оптимізації морехідності "VOSS" та волоконно-оптичну систему "SENSFIB". У розділі також розглянуті існуючі моделі та методи розробки і тестування автоматичних модулів керування у автоматизованих системах. На основі проведеного аналізу зроблені висновки щодо розділу 1.

**У другому розділі** досліджено математичну модель нерегулярного хвилювання, що включає в себе отримання диференціальних динамічних рівнянь для лінійного та кутового руху судна, які дозволяють визначити лінійні та кутові

швидкості судна у проєкціях на осі зв'язаної системи координат, а також диференційні кінематичні рівняння для визначення лінійних та кутових переміщень судна відносно базової системи координат. В розділі також розглянуті збурюючі сили і моменти, які виникають від хвилювання, залежно від геометричних характеристик судна, амплітуди та довжини хвилі, а також швидкості судна і кута набігання хвилі. На основі отриманих результатів робиться висновок щодо розділу 2.

**У розділі 3** розглянуті аспекти автоматичного штормування шляхом оптимального переміщення фазової точки у безпечну область. Представлена структурна схема модуля автоматичного штормування та описано його ключові компоненти, такі як вимірювачі параметрів руху судна та хвилювання, блоки обробки сигналів, блоки визначення небезпечних областей, блоки керування системою управління судном. Використано методи швидкого перетворення Фур'є для отримання спектру хвилювання та визначення небезпечних параметрів штормування. На основі аналізу для конкретного судна побудовані небезпечні області параметрів штормування, а також запропоновано методи підвищення безпеки штормового плавання шляхом автоматичного та оптимального керування фазовою точкою. Цей метод дозволяє мінімізувати час перебування фазової точки у небезпечній зоні, контролювати ризики перекидання судна та підвищити загальний рівень безпеки мореплавства під час штормів.

**У розділі 4** розглянуті аспекти автоматичного визначення безпечних параметрів руху судна за допомогою методу умовної оптимізації функції якості керування. Це досягнуто шляхом систематичного розв'язання оптимізаційної задачі з лінійними та нелінійними обмеженнями, що визначають безпечні області штормування, допустимий діапазон швидкостей та курсів, напрямки на навігаційні небезпеки та інші фактори. Отримані безпечні параметри руху використовуються в подальшому як програмні у автоматичному керуванні. Зазначені параметри, на які неможливо впливати, використовуються як зовнішні дані для вирішення оптимізаційної задачі. Ефективність та працездатність розробленого методу та програмного забезпечення підтверджені математичним

моделюванням у середовищі MATLAB та експериментальними дослідженнями на стенді імітаційного моделювання для різних умов плавання та навігаційних умов. Використання цього методу дозволяє запобігати перевертанню судна, значно зменшує вплив людського чинника на процеси керування, знижує втомленість екіпажу та підвищує безпеку плавання під час шторму.

**У п'ятому розділі** досліджено розробку стенду імітаційного моделювання та тестування модулів автоматичного штормування. Особливу увагу приділено надійності та реалістичності фізичних процесів у моделі навігаційних тренажерів, що відповідає стандартам світових реєстрів та класифікаційних організацій. Один з таких тренажерів вже використовується у Херсонській державній морській академії.

Для обміну даними між тренажером та імітатором бортового обчислювача, а також для виконання допоміжних обчислень, було розроблено спеціалізоване програмне забезпечення, написане на мові програмування C#. Це програмне забезпечення використовує стандартні методи бібліотеки C# для організації зв'язку через СОМ-порт. Створено конфігурацію навігаційного тренажеру з імітатором бортового обчислювача та перевірено працездатність та ефективність стенду за допомогою математичного моделювання операцій розходження та штормування з використанням різних тренажерних моделей суден, навігаційних небезпек і погодних умов. Цей стенд дозволяє вдосконалювати та тестувати модулі автоматичного керування в умовах, що максимально наближені до реальних морських умов.

**Висновки** дисертації є ґрунтовними і базуються на результатах, одержаних здобувачем особисто, та висвітлюють наукову новизну і практичне значення роботи.

**У додатках** автор наводить технологічну карту наукового дослідження, лістинги програм, акт впровадження одержаних у роботі результатів та перелік опублікованих праць за темою дисертації.

#### **Зауваження щодо дисертаційної роботи:**

Поряд із зазначеними здобутками дисертаційної роботи, слід вказати на

наступні недоліки:

1) У тексті роботи присутні друкарські помилки та невдалі стилістичні оберти, наприклад на сторінках 38, 69.

2) Рисунки та графіки оформлені не завжди вдало та іноді містять нерозшифровані величини. Зокрема, рис. 4.2 (стор. 136) не вистачає опису деяких його частин, діаграма на рис. 3.6., стор. 112 має криву помаранчевого кольору, коли в описі зазначається червоний колір;

3) На рис. 3.1. (с. 103) не вказано, звідки отримуються дані щодо періоду хвилі;

4) На сторінці 133 до тексту «кожному кроці бортового обчислювача модуля автоматичного штормування» не має уточнення, яким саме являється крок бортового обчислювача;

5) До формули 4.13 (с. 134) відсутнє описання параметрів  $V^*$ ,  $K^*$ ;

6) В роботі не проаналізовано можливість застосування інтелектуальних методів в управлінні;

7) Важливим є вдосконалення розроблених методів і технічних засобів для урахування інших небезпечних явищ, не лише тих, які призводять до перекидання судна.

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.

**Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам.** За актуальністю, науковою новизною, обсягом проведених досліджень, обґрунтованістю, достовірністю, висновків, відсутністю порушень принципів академічної доброчесності дисертаційна робота Матейчука Вадима Миколайовича за темою «Автоматизація процесів керування рухом судна у шторм» відповідає спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 23

березня 2016 року № 261, а її автор Матейчук Вадим Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Офіційний опонент:

професор кафедри комп'ютерних  
технологій і інформаційної безпеки

Національного університету кораблебудування

ім. адмірала Макарова,

доктор технічних наук, доцент



Віктор ПЕРЕДЕРІЙ