

## ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н., професора,  
професора кафедри транспортних систем і логістики Харківського  
національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова,  
Давідіча Юрія Олександровича  
на дисертаційну роботу  
Мельника Олексія Миколайовича  
«Методологія управління безпекою роботи суден в системі морських  
перевезень»,  
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи

### Актуальність теми дисертації

Забезпечення безпеки роботи морських суден є надзвичайно важливим завданням в умовах сучасної системи морських перевезень. Враховуючи зростання обсягів міжнародної торгівлі та відповідно інтенсивності морських перевезень, підвищення рівня безпеки суден стає пріоритетним напрямом розвитку морського транспорту. Особливу увагу слід приділяти розробці нових методологій, моделей та засобів, які здатні забезпечити безпеко-орієнтовану роботу суден, з урахуванням сучасних викликів та ризиків.

Сучасні морські судна працюють в умовах постійно змінних і часто непередбачуваних факторів навколишнього середовища. Це вимагає розробки нових підходів до управління їхньою експлуатацією, спрямованих на зниження ризиків аварійних ситуацій та підвищення загальної безпеки.

Для вирішення описаних проблем необхідно створити методологію управління безпеко-орієнтованою роботою суден, яка б відповідала вимогам сучасної морської галузі та використовувала комплексний підхід до управління безпекою для зниження ризиків і підвищення ефективності експлуатації суден.

Таким чином, тема дисертації є надзвичайно актуальною, оскільки вирішення питань безпеки судноплавства, має державне значення і потребує впровадження новітніх науково-технічних методів дослідження для забезпечення високого рівня безпеки морських перевезень.



**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і практичних рекомендацій, їх достовірність.**

Обґрунтованість та достовірність результатів, отриманих у дисертації, підтверджується дотриманням методології наукових досліджень та коректним використанням математичного апарату при побудові моделей динаміки безпеки роботи судна, зміни навігаційних станів судна, безпеки судна, узагальнення заходів протидії забрудненню довкілля, зміни енергоефективності судна, процесу завантаження палубного вантажу та зсуву вантажу.

У процесі дисертаційного дослідження використано комплекс взаємопов'язаних загально наукових та спеціальних загальнотеоретичних методів та прийомів абстрагування, аналізу і синтезу, індукції та дедукції, порівняння та формалізації, теорії ймовірності, математичного моделювання, теорії випадкових та марківських процесів.

Все це дає підставу для висновку про достатню обґрунтованість і достовірність наукових положень дисертації.

#### **Наукова новизна отриманих результатів.**

Наукова новизна полягає у розробці нової методології, концепцій, методів і моделей забезпечення безпеко-орієнтованої роботи суден у системі морських перевезень.

#### *Вперше:*

- розроблено концепцію безпеко-орієнтованої роботи суден, яка передбачає інтегральний розгляд об'єктів безпеки, систему факторів впливу, сукупність методів та засобів забезпечення безпеки у відповідності до декомпозиції безпеки за видами (компонентами), що враховує специфіку операцій виробничого процесу роботи судна та відповідає новій парадигмі безпеки у судноплаванні, а саме, переходу від максимізації ефективності при дотриманні вимог до безпеки, до проактивних дій, спрямованих на інтегроване оцінювання та забезпечення безпеки роботи суден при виконанні сукупності операцій в рамках виробничого процесу;

- розроблено метод оцінки безпеки роботи судна на базі ланцюга причинно-наслідкових зв'язків у відповідній системі, яка передбачає поетапну оцінку ймовірності безпеки роботи суден з урахуванням факторів впливу, їх вагомості та розподілу, операцій за етапами виробничого процесу та їх вагомості для кожного виду (компоненти) безпеки роботи судна, що надає можливість оцінювати безпеку роботи судна протягом рейсу з урахуванням специфіки операцій та прогнозуванням умов їх виконання;

- розроблено модель динаміки безпеки роботи судна на базі інтегрального розгляду марківських процесів зміни компонент безпеки судна, де результатом є визначення ймовірності станів безпеки роботи судна протягом рейсу, що надає можливість формування комплексу відповідних протидій прогнозованим ситуаціям порушення безпеки;

- розроблено метод оцінки безпеки судна на базі ланцюга ймовірнісних оцінок, який дозволяє системно охопити об'єкти та наслідки порушення кібербезпеки судна, створюючи методологічну та методичну основу для комплексної оцінки технічної безпеки судна та визначення методів забезпечення кібербезпеки критичного обладнання судових систем;

- розроблено модель зміни навігаційних станів судна на базі марківського процесу, яка враховує складові навігаційного комплексу та динаміку їх станів, що є інструментом для аналізу та прогнозування станів навігаційної безпеки судна протягом рейсу;

- розроблено метод визначення оптимального маневру розходження шляхом зміни курсу та швидкості судна з врахуванням межі неприпустимих значень курсів і швидкостей, що надають можливість приймати рішення про оперативне визначення маневру розходження з метою мінімізації ризику зіткнення в умовах обмеженого простору;

*Удосконалено та набуло подальшого розвитку:*

- динамічна модель безпеки судна, яка дозволяє системно визначати та аналізувати рівень безпеки з врахуванням сукупності факторів впливу в структурі безпеки судна, що змінюється відповідно до контексту та подій, що сприй-

мається як значний крок у напрямку адаптивності систем безпеки суден до змінних умов експлуатації;

- систему заходів та засобів забезпечення комплексної безпеки роботи суден як протидію можливим ризикам порушення безпеки, яка включає в себе технічні, операційні та організаційні аспекти та відповідні множини заходів та засобів, які були охарактеризовані з урахуванням практичного використання, а також відповідного нормативного підґрунтя;

- метод інформаційного обміну в режимі судно-берег, з врахуванням кіберзагроз та ключових аспектів технічної та інформаційної безпеки суден для забезпечення безпеки та ефективності операцій, враховуючи ступінь вразливості систем судна під час обміну інформацією та захист від кібератак, який на відміну від існуючих методів відрізняється вдосконаленою системою захисту та ефективністю операцій;

- концептуальна модель узагальнення організаційних та технічних заходів запобігання експлуатаційному забрудненню навколишнього середовища на основі робочого циклу судна для визначення та імплементації необхідних заходів для мінімізації негативного впливу на довкілля;

- метод комплексного аналізу впливу людського чинника на ергатичні системи управління на транспорті та оцінку різних аспектів цього взаємозв'язку для поліпшення процесів взаємодії між фактором людини і ергатичними системами управління на транспорті;

- модель розрахунків зміни індексу енергоефективності конструкції судна в порівнянні з базовим значенням для різних сценаріїв, що дозволяє забезпечувати потенційну можливість оптимізації енергоефективності конкретного судна в залежності від умов та вимог та варіативності енергоефективності суден в різних сценаріях експлуатації;

- концептуальну модель процесу завантаження палубного вантажу, яка ґрунтується на узагальненні практичного досвіду та враховує вагові та геометричні параметри вантажів та техніко-технологічні аспекти, що надає змогу без-

печного та ефективного поетапного планування та організації вантажних операцій;

- модель зсуву вантажу та алгоритм забезпечення безпеки морського перевезення вантажів із високою щільністю, які базуються на принципах гідродинаміки та механіки матеріалів, що дозволяє визначити параметри безпеки та умови перевезення навалочних вантажів під час морського переходу судна.

### **Практичне значення результатів роботи.**

Практичне значення результатів досліджень полягає в створенні можливості використання запропонованої методології безпеко-орієнтованої роботи суден в системі морських перевезень у системі підтримки прийняття рішень щодо вибору маневру розходження з судном-ціллю шляхом зміни курсу або швидкості.

Результати досліджень впроваджено у діяльність казенного підприємства "Морська пошуково-рятувальна служба", ТОВ "Чорноморський рибний порт", товариства "Lema Cargo Service" (Україна), компанії Shanghai Fuhai Shipping Service (КНР), компанії Tianjin Haida Shipping Construction (КНР), компанії Tianjin Wanlihe Shipping Service (КНР).

### **Оцінка змісту дисертації.**

Матеріали дисертації викладено у анотації, переліку умовних скорочень, вступі, шести розділах і загальних висновках.

У вступі здобувачем обґрунтовано актуальність теми дисертації; окреслено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; сформульовано мету та завдання дослідження; визначено об'єкт, предмет і методи дослідження; висвітлено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів; розкрито особистий внесок здобувача.

У першому розділі наведено практичні передумови та теоретичні аспекти проблем безпеки в сучасному судноплавстві. Проаналізовано існуючі методики та підходи, спрямовані на запобігання аваріям та принципи забезпечення безпе-

ки судноплавства. Виявлено способи реалізації безпеко-орієнтованої стратегії управління безпекою роботи суден в системі морських перевезень. Виконано систематизований аналіз ключових проблем та потенційних загроз безпеці в сучасному морському судноплавстві та досліджено взаємозв'язок між різноманітними проблемами та загрозами. Проведено аналіз аварійних подій та ситуацій та визначено фундаментальні аспекти, що лежать в основі виникнення таких проблем.

Зазначено, що багато досліджень у сфері безпеки судноплавства сфокусовані на аналізі факторів впливу на безпеку експлуатації суден та причин виникнення аварійних ситуацій, зокрема, з врахуванням людського чинника та енергоефективності суден та забезпечення кібербезпеки, яка також набуває значущості. Відзначено, що процес забезпечення комплексної безпеки роботи суден є менш вивченим і потребує нових методологій та подальших наукових досліджень, з урахуванням вимог сучасного прогресу. Робиться висновок, що необхідним є вдосконалення існуючих та розробка нових підходів, моделей і методів, що формують методологію забезпечення безпечно-орієнтованої експлуатації суден у морській транспортній системі.

У другому розділі представлено концепцію безпеко-орієнтованої роботи морських суден при перевезеннях вантажів. Встановлено зміну парадигми у питаннях безпеки судноплавства, що сформувало передумови розробки нової концепції безпеко-орієнтованої роботи суден. Обґрунтовано необхідність розробки нової концепції, яку має бути покладено у основу відповідної методології. Розроблено концепцію безпеко-орієнтованої роботи суден, згідно до якої безпека в процесі роботи судна означає безпеку для людини, середовища, судна і вантажу відповідно до чотирьохкомпонентної моделі, яку розглянуто з різним ступенем декомпозиції. Встановлено ланцюг формування причинно-наслідкових зв'язків у системі безпеки роботи суден та розроблено залежності для поетапної оцінки ймовірності безпеки роботи суден з урахуванням факторів впливу, їх вагомості та розподілу операцій за етапами виробничого процесу для кожного виду (компоненти) безпеки роботи судна. Розроблено динамічну модель

зміни стану безпеки судна у процесі роботи, яка відображає системний погляд як на структуру безпеки, так й на систему факторів впливу різної спрямованості з точки зору зменшення або збільшення рівня безпеки. Розроблено систему заходів та засобів забезпечення безпеки роботи морських суден як протидію можливим ризикам порушення безпеки. Дана система враховує технічні, операційні та організаційні аспекти забезпечення безпеки роботи суден.

**Третій розділ** присвячено питанням забезпечення безпеки технічної експлуатації та критичного обладнання суден. Встановлено схему процесу обміну інформацією судна. На базі аналізу статистичних даних проаналізовано вразливість критичного обладнання суден з точки зору кібербезпеки, ідентифіковано множини елементів в системі технічної безпеки судна, розглянуто ключові аспекти технічної безпеки судна та кібербезпеки, які включають елементи, що охоплюють фізичні та інформаційні складники. Запропоновано концептуальну модель охорони судна, яка враховує актуальні тенденції та визначає напрями для захисту від сучасних загроз. Для інтегрованого управління кібербезпекою судна розроблено метод оцінки кібербезпеки на базі ймовірнісного підходу. Для оцінки дій щодо мінімізації ризиків безпеки судна запропоновано такий показник, як рівень витрат у матеріальному вираженні на захисні програми та алгоритми, чисельність персоналу, склад і кількість приладів та обладнання для відновлення працездатності судна у разі його виходу з ладу в одному або кількох напрямках.

У **четвертому розділі** представлено теоретичні основи підвищення екологічної безпеки в процесі роботи суден. Запропоновано заходи щодо вдосконалення екологічної безпеки в процесі експлуатації суден, включно з впровадженням передових технологій та обладнання, таких як системи очищення баластних вод, шкідливих викидів. Визначено, що конфронтація екологічних ризиків у сфері морського судноплавства передбачає впровадження комплексного підходу, який включає ефективні заходи у сфері законодавчого та нормативно-правового регулювання, а також реалізацію організаційних та технічних інновацій.

У п'ятому розділі наведено методи оцінки та забезпечення навігаційної безпеки судна в процесі виконання перевезень. Встановлено структуру навігаційного комплексу судна, який складається з трьох підсистем - системи навігації та параметрів руху, систем морського зв'язку та безпеки, системи керування та управління рухом. Обґрунтовано, що зміна станів навігаційного комплексу є марківським процесом, сформовано графічну модель цього процесу. Визначено, що зміна станів навігаційного комплексу викликає зміну станів навігаційної безпеки судна, що також є марківським процесом. Запропоновано модель марківського процесу, яка може бути використана для оцінки навігаційної безпеки конкретного судна в конкретному рейсі. Використання запропонованої моделі продемонстровано на конкретному прикладі розрахунку для різних періодів рейсу та початкових ймовірностей. Сформовано комплекс методів та засобів зниження ризику зіткнення суден, який складається з факторів впливу на ймовірність помилки людини. Розроблено метод оперативного визначення маневру розходження судна зміною курсу або швидкості для запобігання зіткнення.

У шостому розділі сформульовано теоретичні основи забезпечення технологічної безпеки роботи суден в системі морських перевезень. Розроблено концептуальну модель процесу завантаження палубного вантажу на базі узагальнення практичного досвіду, яка передбачає поетапне планування та організацію вантажних операцій з палубними вантажами, враховуючи вагові та геометричні параметри вантажів та техніко-технологічні аспекти процесу завантаження судна. Розроблено модель зсуву вантажу та алгоритм забезпечення безпеки морського перевезення вантажів із високою щільністю. Представлені підходи дозволяють враховувати вплив стану моря і вітру на судно і, відповідно, на вантаж. Розроблені заходи базуються на принципах гідродинаміки, механіки матеріалів, що дозволяє точно визначити параметри безпеки та умов перевезення навалочних вантажів. Обґрунтовано необхідність використання систем автоматичного управління, дистанційного моніторингу та діагностики, які підвищують точність реагування на зміни у стані вантажу, метеорологічні умови та



інші фактори, зменшуючи при цьому вплив людського чинника на безпеку морського перевезення.

У висновках автором викладено найбільш важливі наукові та практичні результати дослідження, що відповідають поставленій меті та завданням дослідження.

#### **Повнота викладу основних результатів роботи.**

Загальний обсяг дисертації становить 453 сторінки, з них: 340 сторінок основного тексту, 28 таблиць, 125 рисунків, список використаних джерел з 378 найменування та 2 додатка.

Основні результати дисертаційної роботи висвітлені у 90 опублікованих наукових працях, зокрема: 2 монографії, 36 публікацій у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 14 публікацій, що внесені до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science, зокрема 5 публікацій у виданнях, віднесених до другого квартиля (Q2) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank), 52 тези у збірниках доповідей наукових конференцій.

#### **Основні зауваження до дисертаційної роботи.**

1. У вступі на стор. 34 наведено велика кількість видатних вчених які займалися проблемами безпеки морського транспорту. Доцільно було б цей перелік науковців навести у першому розділі з детальним аналізом їх робіт.

2. При формуванні наукової новизни в дисертаційній роботі автором на стор. 39-40 в 7 пунктах, які наведені як «удосконалено та набуло подальшого розвитку», не вказано, чим отримані автором результати відрізняються від існуючих.

3. Згідно з вимогами до оформлення дисертацій аналіз раніш проведених наукових досліджень слід наводити у першому розділі. Однак, у третьому розділі на стор. 175-183 міститься аналіз ризиків у сфері морських вантажних перевезень, на стор. 189-195 наводиться аналіз вразливості морського судна до за-

планованої кібератаки. Доцільно було б цей аналіз навести згідно до існуючих вимог.

4. При проведенні наукових досліджень всі розроблені моделі мають перевірятися на відповідність реальному процесу, тобто на адекватність. У якості наукової новизни в роботі винесено «модель динаміки безпеки роботи судна на базі інтегрального розгляду марківських процесів зміни компонент безпеки судна», «модель зміни навігаційних станів судна на базі марківського процесу», «динамічну модель безпеки судна», «модель розрахунків зміни індексу енергоефективності конструкції судна», «модель зсуву вантажу». При цьому жодні показники адекватності моделей не зазначено.

5. На рис. 2.21 (стор. 155) графічно представлено модель динаміка безпеки судна. Варто було б навести приклади її практичного застосування. З метою оцінки універсальності моделі доречно було б продемонструвати результати моделювання за різних сценаріях роботи суден.

6. На стор. 321-325 представлено розроблене програмне забезпечення для вибору оптимального маневру ухилення судна у вигляді скріншотів екрану монітора. Доцільно було б представити схему алгоритму роботи цього програмного забезпечення.

7. На рис. 5.14 (стор. 303) наведено графічне зображення алгоритму математичного моделювання руху суден у вигляді схеми зв'язаних між собою за допомогою стрілок блоків. При цьому рисунок має назву «Алгоритм математичного моделювання руху суден». Доцільно було б назвати рисунок «Схема алгоритму математичного моделювання руху суден».

8. Підрозділ 6.4 «Вплив людини на ергатичні системи управління на морському транспорті» здебільшого носить описовий характер щодо ергатичних систем. Доцільно було б конкретизувати результати досліджень з цього питання.

### Загальна оцінка дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Мельника О.М. є завершеною кваліфікаційною науковою роботою, що містить розв'язок актуальної науково-прикладної проблеми управління безпекою роботи суден в системі морських перевезень.

Одержані нові рішення науково-прикладної проблеми, актуальність, практичне значення, новизна, повнота та завершеність досліджень, обґрунтованість висновків заслуговують позитивної оцінки. Зміст дисертаційної роботи, отримані основні наукові положення та висновки відповідають паспорту спеціальності 05.22.01 – Транспортні системи.

За сукупністю отриманих наукових результатів, їх актуальністю, новизною, обґрунтованістю, достовірністю та практичною цінністю дисертаційна робота Мельника О.М. відповідає вимогам п.п. 7, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197, а її автор, Мельник Олександр Миколайович, заслуговує на присвоєння йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – Транспортні системи.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри транспортних систем і логістики

Харківського національного університету

міського господарства імені О. М. Бекетова

 Ю. О. Давідч

Підпис	<i>Ю. О. Давідч</i>
Засвідчую:	<i>11.02.21</i>
відд. кадрів	<i>[Signature]</i>
"	"
"	20
"	р.

