ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Гусак Ірини Леонідівни на тему: «Методи системи підтримки прийняття рішення безпеки судноводіння в портовій акваторії», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 Морський та внутрішній водний транспорт

За результатами публічної презентації результатів дисертаційної роботи на тему: «Методи системи підтримки прийняття рішення безпеки судноводіння в портовій акваторії», виконаної здобувачкою кафедри навігації і управління суднами Гусак Іриною Леонідівною на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 Морський та внутрішній водний транспорт, що відбулася на розширеному засідання кафедри навігації і управління суднами Державного університету інфраструктури та технологій (протокол № 10 від 18.04.2024 р.) та основі вивчення та аналізу наукових публікацій здобувачки, дійшли такого висновку:

Науковий рівень дисертації відповідає чинним вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, наукова новизна *полягає у розробці* методу управління рухом судна в портовій акваторії, який базується на застосуванні апроксимуючої сигмоїдальної траєкторної функції, що описує режими зміни кінематичних параметрів (курс, швидкість, кут дрейфу) руху судна за певною траєкторією при заданих початкових умовах і дозволяє описувати програмні рухи судна гладкими кривими у портовій акваторії:.

Актуальність теми дослідження. Складність навігації, забезпеченість порту радіоелектронними засобами управління і контролю інформаційного навантаження судноводія поділяють захід судна в порт призначення на низку фаз суднозаходу. На кожній з них висуваються вимоги до точності визначення місця розташування судна, що заходить у порт, оцінювання впливу людського чинника на безпеку суднозаходу і можливі заходи щодо зниження його впливу на можливі аварійні ситуації. Такий поділ передбачено в ухваленій 1983 р. ІМО Резолюції А.529(13) «Стандарти точності судноводіння». Відмічені особливості та практика судноводіння в портових водах дозволяють виділити чотири фази суднозаходу.

Рейс судна складається зі входу до гавані та підходів до неї, а також вод, в яких обмежено свободу маневру, та інші вод. Тому практично вся дистанція першої фази суднозаходу належить до стадії "інші води". Для цієї ділянки маршруту руху навігаційна точність має бути не гіршою за 4% відстані від небезпеки, але не більше 4 морських миль, тобто йдеться про дистанції до небезпеки, що обчислюються десятками миль.

Для кожного порту розрахунок та практика суднопроводки показують точність визначення місця за допомогою наземних і космічних засобів навігації. Саме на цій фазі суднозаходу у морських районах А3 і А4 відбувається від 3-5% від кількості всіх пригод і катастроф, а в морських районах А2 і А1 – решта 97-95%. На практиці перераховані системи мають обмеження: з роздільної здатності за дальністю берегових РЛС, наявність зон і «радіотіні», а також екранування

великим судном близько розташованого малого судна.

Таким чином, у першій інформаційній фазі суднозаходу вказані засоби навігації за умови їхньої ідеальної роботи задовільно забезпечують необхідну точність визначення місця розташування судна, яке заходить у порт.

Друга фаза суднозаходу належить до стадії рейсу "вхід у гавань і підходи до неї, а також води, в яких обмежена свобода маневру, а величина допустимої похибки місця залежить від місцевих умов, і її визначення є функцією відповідних Адміністрацій".

Підхід до воріт фарватеру – це умови обмеженого маневру, де потрібна більша точність визначення місця розташування (принаймні в кілька разів) у порівнянні з першою фазою. Однак, берегові та супутникові засоби навігації залишаються тими самими, що й у першій фазі: РЛС системи управління рухом судна; навігаційні системи GPS і ГЛОНАСС; диференціальні підсистеми GPS і ГЛОНАСС.

Аналіз наведеної інформації та суднових засобів навігації щодо другої фази показує, що наявні засоби навігації здатні за ідеальних умов експлуатації забезпечити вхід у ворота фарватеру, але без належного запасу безпеки. На випадок позаштатного функціонування наявних систем рекомендується мати на судні засоби, які дають змогу автономно визначати дистанцію до воріт фарватеру і до потенційно небезпечних плавзасобів, які перебувають поблизу воріт фарватеру.

Вимоги до точності судноплавства у третій фазі суднозаходу є порівнянними, а в окремих районах і більш жорсткими, ніж у другій фазі. Однак, засоби навігації залишаються тими самими, але можуть виявитися нові особливості РЛС системи управління рухом судна порту, наприклад, "засвічення" низькою хмарністю частини бухти; неможливість визначення радіуса дрейфу судна на якірній стоянці; екранування великими суднами.

Отже, у третій фазі суднозаходу наявні системи задовільно виконують свої функції, однак у критичних ситуаціях їхнього позаштатного функціонування на судні необхідно мати резервний засіб автономного визначення місця з кращою точністю.

Через низьку точність визначення місця морських рухомих об'єктів сучасними системами управління рухом судна за допомогою РЛС з усіх пригод і катастроф у морських районах А1 та А2 понад 80% припадає на морський район А2, а у районі А1 більша їхня частина трапляється в акваторіях та фарватерах каналів, у припортових та портових водах, у місцях відстою та стоянки суден, на жвавому перетині морських транспортних і пасажирських шляхів, тобто саме на другій і третій фазах суднозаходу).

Для надійного навігаційного забезпечення суден і підвищення безпеки плавання саме в цих морських районах, а також запобігання екологічним лихам у прибережних водах, на підходах до портів, у портових водах, у вузькостях, де свобода маневрування обмежена, ІМО у 1995 р. прийняла похибку місця розташування судна не більше 10 м для довірчої ймовірності її реалізації 95%, за частоти оновлення інформації про місцезнаходження судна з інтервалом не більше 10 с.

Четверта фаза суднозаходу визначає, що процес швартування судна відрізняється тим, що зближення судна з причалом здійснюється зазвичай із

вимкненим двигуном судна, яке швартується, що призводить до його практично повної некерованості. Тому завдання безаварійного швартування багато в чому визначається лоцманом, який контролює технологію причалювання, але не має важелів управління, а також екіпажами буксирів. Отже, саме на цій фазі суднозаходу суттєву роль відіграє людський фактор, коли виникає складний і мало керований ланцюг виконавців, де можливе спотворення або втрата інформації і, як наслідок, створення аварійної ситуації.

Більшість аварійних ситуацій під час швартування стається через відсутність технічних засобів об'єктивного контролю зближення судна з причалом і через здійснення швартування лоцманом візуально, що залежить від його психофізичного стану. Аналіз навалів суден на причали та їхні споруди свідчить, що безпечне швартування досягається необхідними знаннями місця розташування судна відносно причалу з високою точністю й врахуванням впливу людського фактору.

Таким чином, забезпечення безпеки мореплавства в кожній із фаз суднозаходу припускають вдосконалення технічних засобів суден, посилення технічного контролю за діями, особливо в прибережних водах портів і економічних зонах держав, а також зниження участі людини в процесах пошуку й розв'язання завдань оптимального керування та маневрування судна на портових фарватерах та акваторіях швартування суден.

Впровадження на морському флоті автоматичної ідентифікаційної системи, що є морською навігаційною системою, в якій використовується взаємний автоматизований інформаційний радіообмін як між суднами, так і між судном і береговими службами, під час якого передають інформацію про позивний і назву кожного судна (для їхнього розпізнавання), їхні координати, параметри (розміри, вантаж, осадку та ін.), мету рейсу, параметри руху (курс, швидкість тощо) для розв'язання завдань запобігання зіткненням суден, контролю за дотриманням ними режиму плавання і загального моніторингу.

Доповнення глобальних навігаційних супутникових систем контрольно-коригувальними станціями розв'язує проблему високоточного визначення місця судна із субметровою точністю. Це забезпечить безпечніше плавання суден в умовах поганої видимості; виконання спеціальних робіт (поглиблення каналів, будівництво хвилеломних і портових споруд, нафтових терміналів); точніше виставляння плавучих засобів навігаційного обладнання для покращення якості обслуговування суден у порту.

Таким чином, незважаючи на широке впровадження систем високоточної навігації і засобів АІС, залишається актуальність вирішення *наукового завдання* розроблення моделей та методів системи підтримки прийняття рішення безпеки судноводіння в стиснутих водах (портовій акваторії) для підвищення ефективності системи безпеки судноводіння.

Мета і завдання дослідження. *Метою* дисертаційної роботи є підвищення оперативності й обґрунтованості прийняття рішень щодо забезпечення безпеки судноводіння в районі порту.

Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення таких *часткових наукових завдань*:

– проведення аналізу факторів, які впливають на безпеку судноводіння у

портовій акваторії;

– розробка моделей системи підтримки прийняття рішень безпеки судноводіння в портовій акваторії;

– розробка методу управління рухом судна в портовій акваторії;

– оцінювання ефективності розроблених методів та розроблення рекомендацій щодо їх впровадження.

Об'єктом дослідження є процеси обробки інформації в системі підтримки прийняття рішень безпеки судноводіння

Предметом дослідження є методи і моделі системи підтримки прийняття рішення безпеки судноводіння в портовій акваторії.

Наукова новизна отриманих результатів обумовлена новим рішенням наукового завдання розроблення моделей та методів системи підтримки прийняття рішення безпеки судноводіння в стиснутих водах (портовій акваторії) для підвищення ефективності системи безпеки судноводіння.

Отримані такі наукові результати:

1) *вперше розроблено* метод управління рухом судна в портовій акваторії, який базується на застосуванні апроксимуючої сигмоїдальної траєкторної функції, що описує режими зміни кінематичних параметрів (курс, швидкість, кут дрейфу) руху судна за певною траєкторією при заданих початкових умовах і дозволяє описувати програмні рухи судна гладкими кривими у портовій акваторії:

2) *удосконалено* модель автоматичного управління рухом судна при маневруванні у стиснутих водах, яка, на відміну від існуючих, відрізняється застосуванням адаптивного авторульового, який реалізує пропорційно-інтегрально-диференційний закон управління і дозволяє автоматично підстроювати параметри управління у відповідь на зміну умов плавання судна;

3) *одержав подальший розвиток* метод обчислення програмного значення курсу судна за наявності перешкод, який на відміну від відомих, базується на використанні допоміжної штрафної функції, асоційованої з перешкодою, і дозволяє змінюватиме раніше запланований курс судна, відводячи його від перешкоди, що знаходиться поблизу запланованої траєкторії, і повертаючи судно на вихідну заплановану траєкторію у процесі обходу перешкоди та віддаленні від неї.

Наукова новизна отриманих результатів обумовлена новим рішенням наукового завдання розроблення моделей та методів системи підтримки прийняття рішення безпеки судноводіння в стиснутих водах (портовій акваторії) для підвищення ефективності системи безпеки судноводіння.

Практична значимість результатів дослідження полягає у подальшому вдосконаленні системи підтримки прийняття рішення безпеки судноводіння в портовій акваторії на базі розроблених моделей і методів, що дозволяють підвищити ефективність маневрування і безпеку судноводіння в портовій акваторії.

Методи дослідження. У ході виконання роботи використані:

– методи системного аналізу – для аналізу предметної області і обґрунтування методів формалізації завдання безпеки судноплавства в районі порту;

– методи проєктування інформаційного забезпечення та побудови моделей

штучного інтелекту – для автоматичного керування судном по траєкторії в районі порту;

– теорія побудови систем підтримки прийняття рішення – для побудови системи підтримки прийняття рішень забезпечення безпеки судноводіння в портовій акваторії;

– методи математичного моделювання – для визначення траєкторій руху суден в портовій акваторії;

– методи теорії ймовірності – для проведення моделювання й оцінювання його результатів під час апробування роботи системи підтримки прийняття рішення управління рухом судна за траєкторією при наявності перешкод у портовій акваторії;

– теорія множин – для формалізації навігаційної обстановки в портовій акваторії;

– теорія графів – для опису перешкод і вільних областей, побудови алгоритмів автоматизованого пошуку, вибору й оптимізації маршруту руху суден;

– методи оцінювання безпеки судноводіння та маневрування суден – для побудови алгоритмів систем підтримки прийняття рішення в портовій акваторії.

Особистий внесок здобувача. Результати дисертаційної роботи, які виносяться на захист, отримано особисто авторкою або за її безпосередньої участі.

Апробація результатів роботи. Результати дисертаційного дослідження були обговорені та підтримані на міжнародних та всеукраїнських конференціях, у тому числі IV Міжнародна науково-практична конференція «Дніпровські читання» (м. Київ) та II Всеукраїнська науково-практичної конференції «Виклики та перспективи розвитку транспортної інфраструктури» (м. Київ).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 5 наукових працях у наукових фахових виданнях України. Матеріали дисертації опубліковані у 2 тезах доповідей на всеукраїнських та науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації містить 153 сторінки друкованого комп'ютерного тексту. Основний зміст дисертаційної роботи викладено на 134 сторінках. Робота містить 6 таблиць, 86 рисунків, список використаних джерел із 97 найменувань, що розміщено на 140-150 сторінках, 3 додатки на 3 сторінках.

Список публікацій здобувача за темою дисертації:

1. Гусак І.Л., Замана А. Методика визначення критеріїв безпечної швидкості суден при експлуатації суден внутрішнім водним транспортом. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. 2023. Т. 4, № 74. С. 34–39. URL: https://doi.org/10.26906/sunz.2023.4.034

2. Гусак І. Л., Нікітін П. В. Метод управління ризиками надзвичайних ситуацій при виконанні морських перевезень. *Збірник наукових праць «Водний транспорт»*. 2023. № 2(38). С. 108–114. https://doi.org/10.33298/2226-8553.2023.2.38.12 .

3. Гусак І.Л., Аросланкін О.О., Шапіро Г.В., Саф'ян О.С., Постніков Є.Є. Нейромережева модель прогнозування параметрів руху судна в системі формування надводної обстановки ближньої морської зони. *Збірник наукових*

праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2021. № 3(69). С. 116-25. https://doi.org/10.30748/zhups.2021.69.15 .

4. Гусак І.Л. Дослідження факторів ризику плавання судна в акваторії морського порту. *Вісник Приазовського Державного технічного університету*. 2023. № 47. С. 280–286. https://journals.uran.ua/vestnikpgtu_tech/article/view/300114/292591

5. Гусак І.Л., Ярмак В. Пропозиції щодо розробки методів управління рухом судна в портовій акваторії. *Збірник наукових праць «Водний транспорт»*. 2023. № 1 (39). С. 5968. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.1.39.06 https://vt.duit.in.ua/index.php/home/article/view/319/276

Публікації за доповідями та матеріалами міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференцій:

1. Гусак І.Л., Боріна М.В. Метод управління ризиками надзвичайних ситуацій при виконанні морських перевезень. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції м. Київ, 7 грудня 2023 р. – Київ: вид-во Київського інституту водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного Державного університету інфраструктури та технологій. – С. 17-19.

2. Гусак І.Л., Ярмак В. Дослідження методів управління рухом судна в портовій акваторії. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Виклики та перспективи розвитку транспортної інфраструктури». 29.03.2024-05.04.2024 р. м. Київ.

За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Гусак Ірини Леонідівни відповідає спеціальності 271 «Морський та внутрішній водний транспорт» та вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261, Вимогам до оформлення дисертації, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2017 року № 40, 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 року № 44.

Рекомендувати дисертацію Гусак Ірини Леонідівни на тему «Методи системи підтримки прийняття рішення безпеки судноводіння в портовій акваторії» до захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт».

Головуюча на засіданні
доцент кафедри навігації
і управління суднами,
к.т.н., доцент Ірина ГАННОШИНА

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
Підпис:
Засвідчує: нач. від.