

## ВІДГУК

офіційного опонента

д. т. н., професора Блінцова Володимира Степановича  
на дисертаційну роботу Казака Юрія Владіславовича

**«Розробка способу урахування траєкторної похибки повороту судна при оцінці безпеки судноводіння»**, представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.13 - навігація та управління рухом

**Актуальність теми** полягає в мінімізації навігаційних ризиків при плаванні судна в стислих водах.

Успішне вирішення проблеми забезпечення безаварійного судноводіння залежить від зменшення кількості аварійних випадків, що зменшує загрози людському життю та навколишньому середовищу.

Стислі умови плавання морських суден обумовлені навігаційними перешкодами та інтенсивним судноплаством, які в комплексі створюють передумови для виникнення аварійних ситуацій.

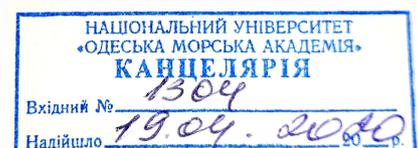
Безпечне суднопластво визначається ефективною керованою технологією судноводіння, обмеженою інструментальними системами та засобами оперативної оцінки якості зчислення місця судна, внутрішнього і зовнішнього управління при наявності навігаційних перешкод та природних завад.

**Актуальність теми роботи** підтверджується виконанням держбюджетних науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України, які відповідають основним принципам Транспортної стратегії України на період до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р., №2174-р), рішенням Ради національної безпеки і оборони України від 16.05.2008 р. «Про заходи щодо забезпечення розвитку України як морської держави» (Указ Президента України від 20.05.2008 р. №463 / 2008). Дисертаційне дослідження виконувалось в рамках планів наукових досліджень Національного університету «Одеська морська академія» за держбюджетною темою «Забезпечення безпеки судноводіння в стислих районах плавання», ДР № 0115U003580 (2017). В ній здобувач виконав окремий підрозділ.

**Ступінь обґрунтованості** наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані в дисертаційній роботі, є високою та базується на аналізі науково-технічних джерел за даною проблемою, постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, на зіставленні та критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, а також на якісному формулюванні отриманих висновків.

**Достовірність отриманих наукових результатів**, висновків та працездатність розроблених математичних моделей перевірено порівнянням теоретичних положень з експериментальними даними.

**До основних нових наукових результатів дисертації** відноситься спосіб вибору безпечної траєкторії руху судна під час плавання в стислих



водах морського порту з урахуванням траєкторної похибки його повороту, який реалізовано у вигляді комп'ютерної програми за мінімумом середньоквадратичної похибки зчислення та обсервації в умовах експлуатації судна.

У дисертаційній роботі:

- удосконалена процедура оцінювання величини траєкторної похибки повороту судна залежно від динамічної моделі його прогнозу;
- отримав подальший розвиток спосіб визначення залежності вірогідності безпечної проводки судна від випадкових траєкторних похибок повороту;
- отримав подальший розвиток графоаналітичний спосіб комп'ютерного відображення навігаційної ситуації на електронній карті та мінімаксий вибір безпечної траєкторії руху судна з урахуванням похибок повороту.

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.**

Практична цінність роботи полягає в тому, що отримані наукові результати впроваджено на морських суднах у процесі експлуатації для вибору безпечного маршруту плавання без модернізації обладнання, а також використані розробниками суднових навігаційних інформаційних систем, зокрема приватним вищим навчальним закладом «Інститут післядипломної освіти» «Одеський морський тренажерний центр» для підготовки судноводіїв (акт впровадження від 05.09.2018 р.), компанією «СМА SHIPS» для перепідготовки судноводіїв компанії (акт впровадження від 09.09.2018р.).

Крім того, результати роботи використовуються в навчальному процесі Національного університету «Одеська морська академія» кафедри управління судном під час викладання дисципліни «Маневрування і управління судном» (акт від 17.09.2018 р.).

**Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені у 21 наукових роботах, з яких: 11 статей – у фахових наукових журналах, які затверджені МОН України, та зарубіжних виданнях, 9 праць – у збірниках матеріалів міжнародних та Всеукраїнських науково-технічних конференцій та 1 монографія. В цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях відповідає вимогам МОН України.

**Оцінка змісту дисертаційної роботи:**

Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури зі 86 найменувань і додатків. Загальний обсяг становить 222 сторінок (з них 153 – основного тексту). У роботу входять також 48 рисунків та 7 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність напрямку досліджень, наведено зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету та завдання дослідження, відображені наукова новизна, практична цінність роботи та

особистий внесок здобувача, наведено відомості про апробацію, публікації та використання результатів дослідження.

У **першому розділі** проведено аналіз можливих напрямків вирішення проблеми забезпечення безпеки судноводіння за рахунок розробки заходів щодо зниження зіткнень суден використанням сучасних теоретичних методів і комп'ютерних інформаційних технологій та застосування сучасних інформаційно-керуючих технологій і засобів для оцінки безпеки судноводіння. Головний напрям вирішення проблеми підвищення безпеки судноводіння – вдосконалення методів управління рухом судна, які пов'язані з розробкою заходів по підвищенню точності, працездатності та надійності маневрування суден. Обґрунтовані основні напрямки невирішених проблем та питань безпеки судноплавства.

У **другому розділі** обґрунтовано вибір теми дисертаційного дослідження та технологію його методологічного забезпечення. Сформовано технологічну карту дисертаційного дослідження, яка містить запит практики, тему, мету, головну та допоміжні задачі дисертаційного дослідження, його об'єкт та предмет. Поставлені три допоміжні задачі дослідження.

У **третьому розділі** приведені результати рішення першої допоміжної задачі – дослідження залежності похибки управління від істотних чинників руху судна.

В роботі стверджується, що під час виконання повороту судна виникає векторна похибка щодо прогнозованої точки виходу судна на новий курс, яка з'являється завдяки моменту часу початку повороту. Прогнозована траєкторія, яка визначається динамічною моделлю поворотності судна, відрізняється від його реальної траєкторії руху. Це призводить до появи систематичної векторної похибки управління. У розділі пояснюється механізм її появи та здійснено оцінку похибок динамічної моделі обертального руху судна з постійною кутовою швидкістю.

Доведено, що крім систематичних похибок, виникають випадкові векторні похибки, які з'являються завдяки похибкам моментів часу початку повороту щодо розрахованого моменту часу повороту. Векторна похибка виникає через помилку перекладки пера керма.

Науковим результатом рішення першої допоміжної задачі стало встановлення графоаналітичних залежностей траєкторних векторних похибок управління судном на повороті та двомірної щільності нормального розподілу випадкової векторної похибки управління судном, необхідних для програмного діалогу з програмним забезпеченням електронних карт.

У **четвертому розділі** представлені результати рішення другої допоміжної задачі – аналізу впливу випадкової складової траєкторної похибки повороту на вірогідність безпечної провідки судна в стислих умовах.

Безпека судноводіння визначається аваріями суден, які виникають внаслідок посадок на мілину, через позиційні похибки, та зіткнень суден і

посадок на міліну через похибки управління. Припущення, що потік аварійних подій можна розглядати як найпростіші (стаціонарні пуассонівські) інформаційні потоки, дозволило вважати, що їх сумарний потік є найпростішим.

Запропонований в роботі інноваційний спосіб розрахунку апіорної ймовірності, в якому розглядається задача в рамках одновимірного простору з використанням одновимірної щільності похибки бічного ухилення судна, що виникає під впливом чинників, що збурюють, носять випадковий характер, який зумовлений стохастичною природою похибок обсервації і зчислення місця судна, а також його ризику під дією природних збурень. Теоретична оцінка ймовірності безаварійного плавання судна здійснена шляхом імітаційного моделювання за допомогою розробленої комп'ютерної програми, яка генерує випадкові траєкторії руху судна відносно програмної.

Автором отримані залежність одновимірної щільності похибки бічного відхилення від двовимірної щільності векторної траєкторної похибки, а також вирази чисельної оцінки очікуваної ймовірності безпечного повороту для різних законів розподілу ймовірностей векторних похибок.

Таким чином, науковим результатом рішення другої допоміжної задачі став інноваційний спосіб кількісного визначення критерію оцінки безпечного плавання судна в стислих умовах отриманого ймовірнісним методом адаптованим за принципами ідентифікації до елементів е-навігації.

У **п'ятому розділі** представлені результати рішення третьої допоміжної задачі – розробка графічного способу комп'ютерного відображення навігаційної ситуації на електронній карті.

Врахування траєкторної похибки повороту судна здійснюється оперативно в процесі управління судном спільно з урахуванням інших джерел загроз безпеці судна. Для інтенсифікації руху судна розроблений графічний спосіб оперативної оцінки безпеки плавання в заданому районі, який відображений на електронній карті з урахуванням раніше визначених основних 12 чинників, які впливають на безпеку судноводіння, а саме характеристика позиційної векторної похибки, для опису якої запропоновано показник точності, що є дисперсією модуля траєкторної похибки в заданій точці.

Отримані формули розрахунку значення показника точності для одного, двох і трьох орієнтирів. Оскільки вся інформація, що характеризує поточну навігаційну ситуацію, пов'язана з графічним відображенням, то основою для інтегрованого синтезу навігаційної ситуації є електронна карта району плавання судна, на якій можна спостерігати поточні позиції судна і найближчих цілей.

Науковим результатом рішення третьої допоміжної задачі стала процедура відображення на електронній карті безпечної траєкторії руху з визначенням величини траєкторної похибки повороту судна шляхом зіставлення збільшення координат судна за час повороту.

Рішення головної задачі дослідження здійснене методом верифікації динамічної моделі руху т/х «Celandine» типу Ro-Ro водотоннажністю 18031 тонна. Параметри динамічної моделі визначені для повороту судна з кутами кладки пера керма від 5 до 30 градусів включно.

Науковим результатом рішення головної задачі став удосконалений спосіб вибору оптимальної безпечної траєкторії руху за мінімумом середньоквадратичної похибки між зчисленими та обсервованими точками з урахуванням похибки повороту.

У **додатках** наведено фрагмент коду програми для відображення навігаційної ситуації, акти впровадження результатів дисертаційної роботи, перелік публікацій за темою дисертації.

Зміст автореферату відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває внесок здобувача в наукові результати та практичну цінність роботи.

#### **Зауваження щодо змісту дисертації та автореферату.**

1. Огляд літератури носить поверхневий характер без глибокого аналізу кожного джерела. Так, на стор. 38 одночасно розглядаються десять джерел [46 – 55], але у подальшому огляд у анотованій формі починається з 53 номеру, а номери 46...52 взагалі не коментуються.

2. Висновки за першим розділом (стор. 40) за формою коректні, але по суті носять декларативний характер.

3. Вибір теми дослідження (стор. 43), який здійснений відповідно першому етапу системного аналізу (постановка наукового завдання), здійснений без якісного оцінювання кожного з проблемних аспектів таблиці 2.1 (стор. 44).

4. При постановці дисертаційного завдання прийнято, що швидкість руху судна на прямих ділянках та повороті є постійно високою, що не відповідає реаліям. Зниження швидкості руху може призвести до втрати керованості судна.

5. Гіпотеза, яка наведена у технологічній карті дослідження (стор. 48) нечітко прописана у феноменологічному сенсі. Заявлено про мехатронне об'єднання з елементами е-навігації, яке відоме, а у подальших дослідженнях спостерігаються спрощені способи управління рухом.

6. Заявлені на рис. 2.2 наміри про застосування принципів ідентифікації слабо проявлені у подальших дослідженнях з причини домінування методів та способів теорії ймовірностей з боку зовнішніх впливів в навігаційних обставин над класичними, які складають основу математичного забезпечення електронних карт.

7. Постановка першої допоміжної задачі (стор. 57) недостатньо обгрунтована. Не зрозумілі обмеження впливу «істотних чинників руху» без пояснень: про які чинники йде мова, та які з них «чинні», а які «допоміжні»?

8. Зображення на рисунках 3.1-3.5 та пояснення до них недостатньо інформативні, представляючи, по суті, ескізи, а не проектні зображення.

9. Методика розв'язку допоміжних задач дослідження широко відома, тому детальний опис графоаналітичних перетворень заважає процедурі логічних та евристичних перетворень.

10. В тексті багато рисунків з відображенням навігаційної обстановки в районі плавання (рис. 5.1-5.18) при аналізі результатів ідентифікації процесу руху судна, які б було б доцільно віднести у додатки, та більш чітко прописати процедуру адаптації аналітичних виразів цільових функцій управління до математичного забезпеченні електронних карт.

Вказані зауваження не змінюють високої оцінки дисертаційної роботи.

### ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Казака Юрія Владіславовича «Розробка способу урахування траєкторної похибки повороту судна при оцінці безпеки судноводіння» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу – забезпечення безпеки судноводіння шляхом створення способу вибору безпечної траєкторії руху судна під час плавання в стислих водах морського порту з урахуванням траєкторної похибки його повороту, який реалізовано у вигляді комп'ютерної програми за мінімумом середньоквадратичної похибки зчислення та обсервації в умовах експлуатації судна.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567 (зі змінами) щодо кандидатських дисертацій, а здобувач Казак Юрій Владіславович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом.

#### Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор

проректор з наукової роботи

Національного університету кораблебудування

імені адмірала Макарова



Блінцов В.С.