

ВІДГУК
офіційного опонента Репетея Володимира Дмитровича
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.

Робота присвячена мінімізації навігаційних ризиків при плаванні судна в стислих водах.

Успішне рішення проблеми забезпечення безаварійного судноводіння залежить від зменшення кількості аварійних випадків. Це призводить до зниження загрози людському життю та навколошньому середовищу.

Стислі умови плавання морських суден ускладнюються навігаційними перешкодами та інтенсивним судноплавством. В комплексі створюються передумови для виникнення аварійних ситуацій.

Безпечне судноплавство 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 так само й тим, що вона пов'язана з виконанням держбюджетних науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України, відповідає 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 якій здобувач виконав окремий підрозділ.

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

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність отриманих наукових результатів, висновків та дієвість розроблених математичних моделей перевіreno порівнянням теоретичних положень з експериментальними даними.

До основних нових наукових результатів дисертації полягає у становленні



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 обserвації в умовах експлуатації судна.

У дисертаційній роботі:

- удосконалена процедура оцінювання величини траєкторної похибки повороту судна залежно від динамічної моделі його прогнозу;
- отримали *подальший* розвиток:
- спосіб визначення залежності вірогідності безпечної проводки судна від випадкових траєкторних похибок повороту;
- графоаналітичний спосіб комп'ютерного відображення навігаційної ситуації на електронній карті та мінімаксний 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 впроваджуються на морських суднах у процесі експлуатації для вибору безпечної маршруту плавання без модернізації обладнання, а також використані розробниками суднових навігаційних інформаційних систем. Практичні результати дисертаційного дослідження впроваджені приватним вищим навчальним закладом «Інститут післядипломної освіти» «Одеський морський тренажерний центр» для підготовки судноводіїв (акт впровадження від 05.09.2018 р.), компанією «CMA SHIPS» для перепідготовки судноводіїв компанії (акт впровадження від 09.09.2018р.).

Результати роботи використовуються в навчальному процесі Національного університету «Одеська морська академія» кафедри управління судном під час викладанні 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 них: 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 повністю відповідають 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 базових напрямків вирішення проблеми забезпечення безпеки судноводіння. Відзначенні основні напрямки рішення проблеми зниження аварійності 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 і забезпечення його належного рівня. Встановлено, що головним напрямом рішення проблеми підвищення безпеки судноводіння є вдосконалення методів управлінням рухом судна, що 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. Методами системного аналізу, відповідно принципам ідентифікації та активного експерименту, поставлені три допоміжні задачі дослідження.

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

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 виникнення часу початку повороту судна і, отже, до появи систематичної векторної похибки управління. Пояснено механізм її появи.

Здійснено оцінку похибок динамічної моделі обертального руху судна з постійною кутовою швидкістю.

Доведено, що крім систематичних похибок, виникають випадкові векторні похибки, причинами яких є похибка моментів часу початку повороту щодо розрахованого моменту часу повороту. Векторна похибка виникає через помилку перекладки пера керма. Її щільність розподілу при управлінні судном представляє суму систематичної і випадкової похибок, причому випадкова складова, в свою чергу є сумою векторної похибки і векторної похибки помилки перекладки пера керма, що виникає через похибки вибору моменту часу початку повороту.

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 проводки судна в стислих умовах.

Було враховано, що безпека судноводіння визначається аваріями суден, які виникають внаслідок: посадок на мілину, через позиційні похибки, зіткнень суден і посадок на мілину через похибки управління. У загальному випадку аварійність характеризується потоком аварійних подій зожної із зазначених причин, які представляються незалежними. Припущення, що їх можна розглядати, як найпростіші (стационарні пуссонівські) інформаційні потоки, дозволило вважати, що їх сумарний потік є найпростішим. Число аварійних подій сумарного потоку, що виникають протягом певного інтервалу часу, розподілене за законом Пуассона з математичним очікуванням часу безаварійного плавання і його дисперсія.

Автором запропоновано інноваційний спосіб розрахунку апріорної ймовірності, в якому розглядається задача в рамках одновимірного простору з використанням одновимірної щільності похибки бічного ухилення судна, яке виникає під впливом чинників, що збурюють, носять випадковий характер, що зумовлено стохастичною природою похибок обсервації і зчислення місця судна, а також його рискання під дією природних завад.

Теоретична оцінка ймовірності безаварійного плавання судна здійснена шляхом імітаційного моделювання за допомогою розробленої комп'ютерної програми, яка генерує випадкові траєкторії руху судна відносно програмної.

Для спрощення інноваційного способу, який запропоновано автором, отримані залежність одновимірної щільності похибки бічного відхилення від двовимірної щільності векторної траєкторної похибки, а також вирази чисельної оцінки очікуваної ймовірності безпечної повороту для різних законів розподілу ймовірностей векторних похибок.

Науковим результатом рішення другої допоміжної задачі став інноваційний спосіб кількісного визначення критерію оцінки безпечної 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 – розробки графічного способу комп'ютерного відображення навігаційної ситуації на електронній карті.

Врахування траєкторної похибки повороту судна здійснюється оперативно в процесі управління судном спільно з іншими джерелами загрози безпеці судна. Тому 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, що впливають на безпеку судноводіння. До цих чинників належить характеристика позиційної векторної похибки, для опису якої запропоновано показник точності, що є дисперсією модуля траєкторної похибки в заданій точці.

З урахуванням можливості отримання двох ліній розташування (по пеленту та дистанції) від кожного орієнтиру на електронній карті можна відобразити поле точності, кожна точка якого характеризується значенням відповідного показника залежно від кількості наявних орієнтирів. Для цього 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 побачити поточні позиції судна і найближчих цілей.

Науковим результатом рішення третьої допоміжної задачі стала процедура відображення на електронній карті безпечної траекторії руху з визначенням величини траекторної похибки повороту судна шляхом зіставлення збільшення координат судна за час повороту, розрахованих з використанням повної ΔX_{md} і ΔY_{md} з приростами координат ΔX_{GPS} і ΔY_{GPS} отриманих за допомогою DGPS для вибраного маневру зміни курсу

Рішення головної задачі дослідження здійснене методом верифікації динамічної моделі руху т/х «Celandine» типу Ro-Ro водотоннажністю 18031 тонна. Параметри динамічної моделі (постійні часу 1 Т, 2 Т, та стало значення кутової швидкості повороту судна ω_a) визначені для повороту судна з кутами 15 кладки пера керма від 5 до 30 градусів включно.

Науковим результатом рішення головної задачі став удосконалений спосіб вибору оптимальної безпечної траекторії 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.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Відсутність публікацій та аprobacij результатів роботи за останні 3 роки.
2. Старі акти впровадження.
3. На стор. 64 та 86 присутні помилки у сполученнях між параметрами і замість «і» або «та» записано «и».
4. В анотації зустрічаються повтори при викладенні наукових результатів.
5. На рисунку 3.4 не показаний напрям вектору, в той час, як на аналогічному рисунку 3.5 напрям вказаний.
6. Доцільно було рисунки 5.1-5.15 внести в додатки.
7. Приведений програмний код в додатку не дає змоги з'ясувати, в чому полягає новизна.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Казака Юрія Владіславовича «Розробка способу урахування траекторної 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 траекторії руху судна під час плавання в стислих водах морського порту з урахуванням траекторної похибки його повороту, який реалізовано у вигляді комп'ютерної програми за мінімумом середньоквадратичної похибки зчислення та обserвації 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 Казака Юрія Владіславовича заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом.

Офіційний опонент

начальник служби безпеки мореплавства
філії «Дельта-лоцман» державного підприємства
«Адміністрація морських портів України»,
Міністерства Інфраструктури України,
м. Одеса.
Капітандалекого плавання
кандидат технічних наук



В.Д. Репетей