

УДК 656.61

БЕЗПЕКА ПРИ ВИКОНАННІ ДИНАМІЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ

Габрук Р. А., к.т.н., докторант Національного університету «Одеська морська академія», e-mail: grostyslav@yahoo.com

У роботі розглянуто питання гарантування безпеки реалізації процесу динамічного позиціонування рухомого об'єкту водного транспорту, який є об'єктом керування поліергатичної системи. Розроблено алгоритм гарантування безпеки в фокусі якого є стан безпеки рухомого об'єкта водного транспорту. Визначено перспективні напрямки подальших наукових досліджень.

Ключові слова: система динамічного позиціонування, поліергатична система, безпека мореплавства, судноводіння, рухомий об'єкт водного транспорту.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.

Необхідність освоєння нових родовищ вуглеводнів, розташованих на континентальному шельфі України, може викликати необхідність появи систем динамічного позиціонування (СДП), історія використання яких починається з середини минулого століття. Динамічне позиціонування (ДП) оптимізує процесу комерційної експлуатації рухомого об'єкту водного транспорту (РОВТ).

Бортовий багатофункціональний комплекс навігаційного обладнання (ББКНО) сучасних РОВТ, обладнаних системами управління параметрами руху, зокрема СДП, являє собою складну інтегровану систему.

У сучасному розумінні ББКНО поєднує в собі інтегровані системи управління, навігації та зв'язку, що використовуються для реалізації ефективної і безпечної навігації на просторово-часовому проміжку експлуатації РОВТ. Організація служби управління РОВТ може мати складну структуру, особливо при здійсненні операцій, пов'язаних з ДП, яка обумовлює поліергатичні властивості системи управління. При експлуатації РОВТ відбуваються аварії, що мають різні причини і наслідки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання даної проблеми. Незважаючи на впровадження в морську галузь передових досягнень науки і техніки, поліпшення підготовки операторів систем динамічного позиціонування, жорсткіше міжнародне технічне нормування будови та експлуатації РОВТ, безпека ДП на сьогодні залишається однією з самих гострих проблем галузі.

Основними задачами, що визначила ІМО, є забезпечення безпеки мореплавства і запобігання забрудненню довкілля. Діяльність усіх структур ІМО і морських адміністрацій світових держав спрямована на виявлення причин морських аварій, їх аналіз і розробку комплексних заходів по їх запобіганню. Результатом цієї діяльності є міжнародні конвенції, кодекси, резолюції, керівництва, циркуляри, спрямовані на підвищення безпеки на морі.

Постановою Верховної Ради України № 3938–ХІІ від 04.02.1994 р. Україна приєдналася до Конвенції про Міжнародну морську організацію. В Україні створено єдину систему управління безпекою на морському і річковому транспорті [1], а увага вчених і організацій України спрямована на забезпечення безпеки мореплавства.

Незважаючи на чисельні дослідження вчених, що спрямовані на підвищення безпеки РОВТ з динамічними принципами позиціонування, пошук методик та методів гарантування безпеки мореплавства РОВТ з СДП є актуальним.

Постановка задачі. Метою статті є дослідження можливості гарантування безпеки ДП РОВТ, що є об'єктом управління поліергатичної системи та формування алгоритму гарантування безпечної реалізації процесу високоточної навігації.

Викладення основного матеріалу дослідження. Людський чинник вважається основним при розгляданні питань безпеки мореплавства при ДП у збуреному локально обмеженому просторі виконання технологічної роботи. У безпеці мореплавства під людським чинником розуміється сукупність можливості і здатності людини-оператора по

прийому, обробці інформації і ухваленню рішень стосовно безпеки в різних умовах, що включає увесь спектр людської діяльності по управлінню.

З числа помилок, що допускаються в процесі здійснення ДП, найбільш частими є помилки ОСДП, що виникають в процесі обробки великої кількості інформації, помилки оцінки ситуації та прийняття рішення. Помилки ОСДП, пов'язані з обробкою інформації, що надходить при здійсненні процесів високоточної навігації і виконанні технологічних робіт, виникають по наступних основних причинах:

- отримання помилкових даних від різних джерел;
- вибір не придатних до даних умов способів і критеріїв обробки інформації та прийняття рішень;
- невиконання вимог системи управління безпекою (СУБ), нормативних документів, інструкцій при здійсненні ДП;
- механічні помилки ОСДП при управлінні;
- відволікання ОСДП від управління.

Це в свою чергу викликає ситуацію, при якій помилки, що виникли на одних етапах сприйняття і переробки інформації, породжують в подальшому додаткові помилки, які позначаються на оцінці ситуації в цілому, на ухваленні рішення та його реалізації. Однак виникнення помилки ще не означає виникнення аварійної ситуації. Якщо ОСДП зміг знайти і виправити помилку, то аварійна ситуація не відбудеться. Для цього група ОСДП має бути відповідно кваліфікована. Кваліфікаційні вимоги до персоналу, що приймає безпосередню участь по управлінню РОВТ, зокрема при здійсненні ДП, викладено в повній мірі у [2, 3].

Проте технічна складова питання відходить на другий план. Без вжиття комплексних заходів для гарантування комплексної безпеки з одночасним вирішенням завдання підвищення надійності технічної складової поліергатичної системи у складних умовах ДП неможливе гарантоване рішення проблеми безпеки ДП і виконання технологічної роботи в збуреному локально обмеженому просторі.

Гарантування безпеки РОВТ на просторово-часовому проміжку виконання рейсового завдання можливо лише при одночасному збігу наступних факторів: високої професійної підготовки операторів системи динамічного позиціонування, гарантуванням надійності технічної складової поліергатичної системи, обладнання РОВТ відповідними технічними засобами для безпечної реалізації процесів високоточної навігації і виконання технологічної роботи відповідно до вимог локально обмеженого простору.

Розрізняють наступні види відмов.

Раптові відмови – виникають в результаті несприятливого поєднання випадкових зовнішніх факторів, що перевищують можливості до адаптації в їх оточенні. З такими відмовами надзвичайно важко боротися, оскільки їх важко передбачити. Для боротьби з наслідками таких відмов відбувається відповідне резервування апаратури для СДП першого, другого і третього класів. При цьому, характерною ознакою навігаційного обладнання, яке використовується для визначення вектору стану та координат РОВТ, являється необхідність роботи каналу вимірювань на різних фізичних принципах.

Поступові відмови – виникають в результаті протікання процесів деградації, старіння, зносу, що погіршують початкові параметри системи. Такі відмови повністю можуть бути виключені шляхом належного догляду та контролю відповідно до вимог виробника.

Складні відмови – у разі яких час виникнення відмови є випадковою величиною, яка не залежить від стану виробу. Ймовірність таких відмов є функцією від часу і може бути поражена.

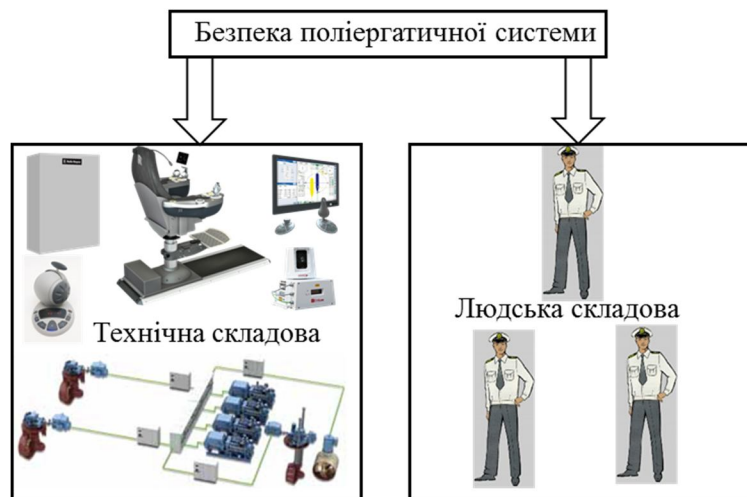


Рисунок 1 – Декомпозиція безпеки поліергатичної системи керування процесом динамічного позиціонування

В процесі експлуатації СДП технічна відмова може наступити не тільки в результаті раптових відмов. Найбільш поширені поступові відмови і складні відмови. Характерним признаком таких відмов є відхилення параметрів роботи компонентів СДП від номінальних (необхідних) значень під впливом змін оточуючих умов.

Надійність функціонування компонента СДП характеризується потраплянням поточного значення характерного параметра U в робочу область, тобто виконується умова:

$$U_i \in [U_{\min}, U_{\max}]. \quad (1)$$

При ДП надійна робота технічної системи буде полягати в тому, що значення характерних параметрів на всьому часовому відрізку здійснення ДП залишатимуться в робочій області:

$$U_{1\min} \leq U_1 \leq U_{1\max}; U_{2\min} \leq U_2 \leq U_{2\max}; \dots U_{n\min} \leq U_n \leq U_{n\max}. \quad (2)$$

Запропоновані вирази (1) і (2) необхідно включати до алгоритмів, що складають програмне забезпечення (ПЗ) і використовуватися інформаційною системою СДП для самоперевірки. Проте контроль таких параметрів як геометричний фактор СНС або сила сигналу гідроакустичної, лазерної або радіо систем визначення місця РОВТ повністю лягає на плечі ОСДП. При погіршенні цих сигналів не передбачено ніякої додаткової звукової сигналізації (як наприклад при відмові системи повністю). Також параметрами виступають показники напруги, ємності батареї які мають замірятися регулярно відповідно до правил експлуатації.

Гарантування безпеки процесу ДП гарантується цільовою поліергатичною системою керування в якій ключове місце належить ОСДП. Алгоритм реалізації процесу безпечного динамічного позиціонування при управлінні РОВТ поліергатичною системою наведено на рис. 2.

В фокусі запропонованого замкнутого алгоритму знаходиться безпечна реалізація процесу ДП РОВТ в локально обмеженому просторі виконання технологічної роботи (РОВТ в безпеці).

При відхиленні характерних параметрів за межі норми важливим чинником є інформованість ОСДП про конкретне відхилення і його величину. Таким чином, ще до настання відмови технічної системи можливо провести дії або заходи по недопущенню ескалації потенційно небезпечної ситуації.

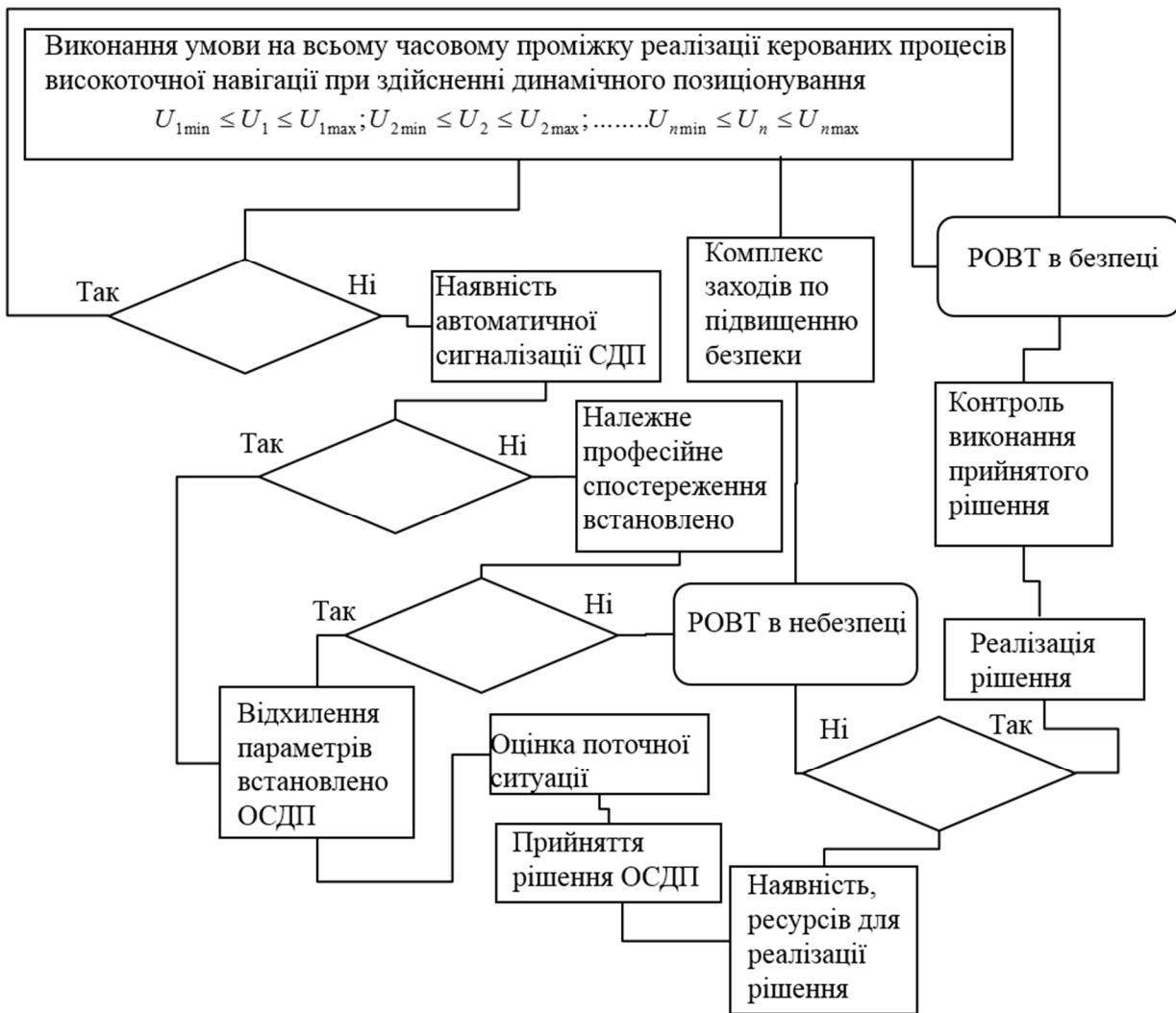


Рисунок 2 – Алгоритм реалізації процесу безпечного динамічного позиціонування

Своєчасне виявлення тенденції погіршення одного з характерних параметрів дозволяють мати резерв часу необхідний для оцінки і аналізу ситуації, прийняття рішення, реалізації прийнятого рішення та контролю виконання прийнятого рішення для гарантування безпеки ДП.

Увага ОСДП про відхилення характерних параметрів може бути привернута інформаційною підсистемою СДП, ОСДП може помітити відхилення самостійно, або члени екіпажу РОВТ можуть помітити відхилення характерних параметрів від норми при здійсненні регулярних перевірок. Для реалізації останніх пунктів необхідно гарантувати належне професійне спостереження.

Якщо спостереження не гарантовано – то РОВТ в небезпеці, бо в цій ситуації можливо не помітити деградацію системи. А при відмові – не буде резерву часу для прийняття вірного рішення. Практика показує, що рішення, які приймаються в екстремальній ситуації, коли ОСДП перебуває в стресовому стані, будуть мати меншу вірогідність бути вірними.

Також безпека не буде гарантована якщо нема ресурсів для виконання прийнятого рішення. Можна також додати, що ОСДП може і не змогти прийняти необхідне рішення. Для цього на вахті є старший оператор системи динамічного позиціонування (СОСДП). Проте і він може потребувати консультування з капітаном РОВТ. Саме тому хочеться ще раз підкреслити, що резерв часу є вирішальним в процесі гарантування безпеки ДП РОВТ, а запропонований алгоритм в повній мірі відповідає практичним вимогам.

Також необхідно оцінити вплив відмови технічної системи на безпеку процесу ДП. Для цього необхідно враховувати властивість резервування конкретного компонента СДП

з прив'язкою до класу РОВТ. Для цього пропонується складання відповідних схем надійності технічних систем, що є складовими, що мають значення для процесу ДП.

У процесі експлуатації всі компоненти СДП піддаються впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів, які при тривалому впливі призводять до виходу робочих характеристик за допустимі межі та навіть до виходу з ладу самих компонентів СДП.

Для забезпечення надійності функціонування СДП і навігаційної безпеки РОВТ відбувається резервування компонентів СДП. Мінімальне резервування здійснюється відповідно до вимог до класу конкретної СДП, а також може здійснюватися виходячи з особливостей виконання технологічної роботи і акваторії ДП. Резервування є технічним заходом щодо забезпечення безпеки функціонування СДП.

Розглянемо систему, що складається з двох однакових компонентів. Відмова системи відбудеться при відмові обох компонентів. І в іншому випадку, відмова системи відбудеться при відмові будь-якого компоненту. Схематично це можна зобразити таким чином (рис. 3).

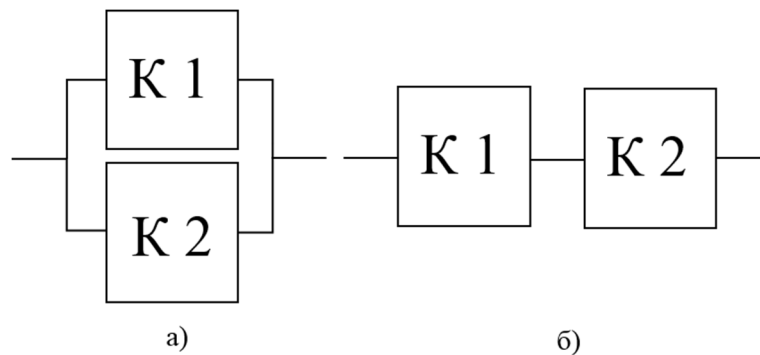


Рисунок 3 – Наочний спосіб представлення інформації про надійність:

а) компоненти резервують один одного; б) компоненти, без яких робота системи неможлива

Таким чином, виходячи з вимог КТ до резервування складових СДП, або, виходячи з аналізу ББКНО конкретного РОВТ, можна скласти загальні схеми надійності систем і обчислити конкретні чисельні показники безпечного функціонування систем РОВТ.

Висновки і перспектива подальших наукових досліджень.

У вирішенні задач надійності функціонування поліергатичної системи, що керує збуреним рухом РОВТ в локально обмеженому просторі динамічного позиціонування найважливішими є:

- забезпечення високої ймовірності безвідмовної роботи СДП протягом виконання РОВТ технологічних робіт, пов'язаних з ДП;
- забезпечення високої кваліфікації ОСДП відповідно до міжнародних вимог;
- підтримання високої ймовірності безвідмовної роботи СДП протягом експлуатаційного періоду РОВТ;
- прогнозування працездатності СДП з точки зору допустимих меж зміни його вихідних показників і обмежень, що накладаються виконуваною технологічною роботою;
- прогнозування працездатності з урахуванням самовідновлювання системи і резервування обладнання.

Запропонований алгоритм гарантує безпеку ДП на всьому часовому проміжку свого функціонування і може знайти практичне застосування у створенні перспективних високоточних інтелектуальних програмно-апаратних комплексів підтримки прийняття рішень операторів систем динамічного позиціонування. Інтерес подальших наукових досліджень також викликає застосування запропонованих схем надійності при дослідженні інших систем РОВТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Положення про систему управління безпекою судноплавства на морському і річковому транспорті / Наказ № 904 МТУ від 20.11.2003. – № 52 (09.01.2004) (частина 2). – Київ : Офіційний вісник України, 2004. – С. 2844.
2. ІМСА М 117 Підготовка та досвід ключового персоналу ДП. – Лондон : ІМСА, 2006. – 42 с.
3. Міжнародна конвенція про підготовку та дипломування моряків і несення вахти 1978 року (ПДМНВ-78) з поправками (консолідований текст) / ЗАО «ЦНДІМФ». – СПб, 2010 – 806 с.

REFERENCES

1. Order No. 904 of the MTU dated 20.11.2003. «On approval of the Regulations on the system of safety management of navigation on the sea and river transport». – Kyiv : Official Gazette of Ukraine, 2004. - No. 52 (January 9, 2004) (part 2). – P. 2844.
2. ІМСА М 117 The Training and experience of Key DP Personnel. – ІМСА, London, 2006.- 42 p.
3. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978 (STCW 1978), as amended (consolidated text) / ЗАО «СНИИМФ», SPb, 2010. – 806 p.

Габрук Р. А. БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

В работе рассмотрены вопросы обеспечения безопасности реализации процесса динамического позиционирования подвижного объекта водного транспорта, который является объектом управления полиэргатической системы. Разработан алгоритм обеспечения безопасности в фокусе которого является состояние безопасности подвижного объекта водного транспорта. Определены перспективные направления дальнейших научных исследований.

Ключевые слова: система динамического позиционирования, полиэргатическая система, безопасность мореплавания, судовождение, подвижный объект водного транспорта.

Gabruk R. A. SAFETY DURING DYNAMIC POSITIONING PERFORMANCE

The issue of guaranteeing the safety of dynamic positioning process realization on mobile water transport object, which is the object of the polyergatic system control, is considered in the present paper. It was developed the algorithm of guaranteeing the safety, which has in the focus the safe state of mobile water transport object. The perspective directions of further scientific researches were determined.

Key words: dynamic positioning, polyergatic system, safety of navigation, navigation, mobile water transport object.

© Габрук Р.А.

Статтю прийнято
до редакції 4.10.17.