

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Бурмака И. А. Теория и методы внешнего оптимального управления судов в ситуации опасного сближения: монография / И. А. Бурмака – Одесса: НУ «ОМА», 2019 – 284 с.
2. Стебновский О. В. Особенности управления судами в стесненных водах / Стебновский О. В., Бурмака И. А. // Судноводіння: Зб. наук. праць / ОНМА, Вип. 16. – Одесса: «ВидавІнформ», 2009. – С. 157 – 161; база(и) Google Академія.
3. Цымбал Н. Н. Гибкие стратегии расхождения судов / Цымбал Н. Н., Бурмака И. А., Тюпиков Е. Е. – Одесса: КП ОГТ, 2007. – 424 с.
4. Y. Kalinichenko. Analysis of mathematical models of changing the vessel's course when turning / Y. Kalinichenko, I. Burmaka // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – 6/9 (84). – P. 20 – 31; база(и) Scopus.

**УДК 656.61.052:681.51**

**ДОСЛІДЖЕННЯ МІНІМІЗАЦІЇ ЗБИТКІВ У ВИПАДКАХ НЕМИНУЧОГО  
ЗІТКНЕННЯ СУДЕН**

**Кириченко К. В.**, кандидат технічних наук, старший викладач, **Зінченко С. М.**, кандидат технічних наук, доцент, **Носов П. С.**, кандидат технічних наук, доцент, **Маменко П. П.**, капітан дальнього плавання, старший викладач

Херсонська державна морська академія

Аналіз аварійності показує, що велика кількість аварій і катастроф на морі відбувається через людський фактор. Оператору важко приймати правильні рішення у складних умовах і особливо у критичних ситуаціях [1, 2]. У роботах [3, 4] проведені дослідження впливу стресових ситуацій та тривалих термінів перебування у морі на безпечність процесів керування судном, у

роботі [5] досліджено ефективність тренінгів при проведенні перепідготовки судноводіїв.

Разом з тим, результати досліджень показують, що суттєвих результатів у зменшенні впливу людського фактору можна досягти лише через впровадження автоматизованих та автоматичних систем керування рухом суден [6-9].

Для перевірки працездатності та ефективності методу, алгоритмічного і програмного забезпечення модуля оптимального керування проведено експеримент на Стенді Імітаційного Моделювання [10], створеного авторами на базі навігаційного тренажеру *Navi Trainer 5000*.

Результати моделювання підтвердили працездатність і ефективність методу, алгоритмічного та програмного забезпечення модуля оптимального керування рухом судна, що мінімізує збитки у випадках неминучого зіткнення.

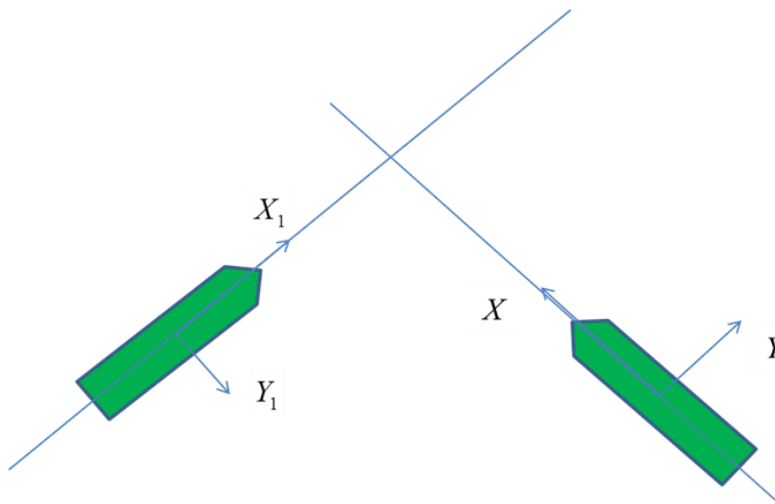


Рисунок 1 – Схема руху суден

Складові швидкості цілі у проекціях на осі зв'язаної із судном системи координат визначаються із наступних рівнянь [11]:

$$V_{x1} = V_x^{tg} \cos \Delta k - V_y^{tg} \sin \Delta k,$$

$$V_{y1} = V_x^{tg} \sin \Delta k - V_y^{tg} \cos \Delta k,$$

де  $V_x^{tg}$ ,  $V_y^{tg}$  – складові швидкості цілі у проекціях на осі ЗСК цілі.

Задачею дослідження є мінімізація кінетичної енергії зіткнення судна і цілі на момент  $T$  зіткнення

$$K(T) = m \left( \frac{\Delta V_x^2(\theta(t), \delta(t))}{2} + \frac{\Delta V_y^2(\theta(t), \delta(t))}{2} \right) \rightarrow \min,$$

де  $V_x$ ,  $V_y$  – поздовжня та бокова лінійні швидкості судна,

Цільова функція досягає мінімального значення  $K(T) \rightarrow \min$  при умові мінімізації складових відносно швидкості руху судна і цілі. Схема руху суден наведена на рис. 1 [12].

Висновки. Розглянуті питання автоматичного керування рухом судна при неминучому зіткненні з метою мінімізації кінетичної енергії зіткнення. Розроблено метод, алгоритмічне та програмне забезпечення модуля системи автоматичного керування рухом судна, що дає змогу мінімізувати кінетичну енергію при неминучому зіткненні.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Dong, Y., Frangopol, D.M. Probabilistic ship collision risk and sustainability assessment considering risk attitudes. *Structural Safety*. Vol. 53, 2015, pp. 75-84.
2. Karahalios, H. The contribution of risk management in ship management: The case of ship collision. *Safety Science*. Vol. 63, 2014, pp. 104-114.
3. Shevchenko, R., Cherniavskiy, V., Zinchenko, S., Palchynska, M., Bondarevich, S., Nosov, P. & Popovych, I. Research of psychophysiological features of response to stress situations by future sailors. *Revista Inclusiones*. Vol.7, Numero Especial, 2020. pp. 566-579.
4. Nosov P. S., Zinchenko S. M., Mamenko P. P., Mateichuk V. M., Moiseienko V. S., Kyrychenko K. V. Modeling the behavior of navigator to improve safety of maritime transport operation. *Proceedings of the I International scientific-practical conference «Current transport safety issues, in energy, infrastructure (STEI-2021)»*, 2021, pp. 94-100.

5. Popovych, I. S., Cherniavskiy, V. V., Dudchenko, S. V., Zinchenko, S. M., Nosov, P.S., Yevdokimova, O.O., Burak, O.O. & Mateichuk, V.M. Experimental Research of Effective “The Ship’s Captain and the Pilot” Interaction Formation by Means of Training Technologies. *Revista Espacios*, Vol.41(11), 2020, pp.30.

6. Nosov, P., Zinchenko, S., Ben, A., Prokopchuk, Yu., Mamenko, P., Popovych, I., Moiseienko, V. & Kruglyj, D. Navigation safety control system development through navigator action prediction by data mining means. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Information and controlling system*, 2021, Vol. 2, No. 9 (110).

7. Nahrebelnyi Ya.A., Prokopchuk Yu.A., Mamenko P.P., Mateichuk V.M., Kyrychenko K.V. Analysis of the functional entropy influence on decision-making by a navigator in critical situation. *Materials of the I international scientific and practical conference «Problems of sustainable development of the marine industry (PSDMI-2021)»*, 2021, pp. 104-106.

8. Mamenko P., Zinchenko S., Nosov P., Kyrychenko K., Popovych I., Nahrybelnyi Ya., Kobets V. Research of divergence trajectory with a given risk of ships collisions. *Modeling, control and information technologies: Materials of V international scientific and practical conference. [Electronic edition]. – Rivne : National University of Water and Environmental Engineering*, 2021, pp. 64-67.

9. Mamenko P.P., Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Mateichuk V.M., Kyrychenko K.V., Moiseenko V.S. Solution of the problem of optimizing route with using the risk criterion. *Materials of the I international scientific and practical conference «Problems of sustainable development of the marine industry (PSDMI-2021)»*, 2021, pp. 190-193.

10. Zinchenko, S., Mateichuk, V., Nosov, P., Popovych, I., Solovey, O., Mamenko, P. & Grosheva, O. Use of Simulator Equipment for the Development and Testing of Vessel Control Systems. *Electrical, Control and Communication Engineering*, Vol. 16(2), 2020, pp. 58-64.

11. Kyrychenko K.V., Zinchenko, S.M., Nosov, P. S. Minimizing damage in the event of imminent collision. Proceedings of the I International scientific-practical conference «Current transport safety issues, in energy, infrastructure (STEI-2021)», 2021, pp. 234-238.

12. Kyrychenko K.V., Grosheva O.O., Tovstokoryi O.M., Mateichuk V.M., Moiseenko V.S., Mamenko P.P. Solving the problem of minimization damage in the event of imminent collision. Materials of the I international scientific and practical conference «Problems of sustainable development of the marine industry (PSDMI-2021)», 2021, pp. 116-119.

**УДК 62-71**

## **ПРОБЛЕМА НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КОРОЗІЇ НА РЕЖИМАХ НИЗЬКИХ ТА ЧАСТКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

**Погорлецький Д. С.**, кандидат технічних наук, **Морозов В. С.**, магістр  
Херсонська державна морська академія

Система охолодження представляється об'єктом, ресурси якого для забезпечення надійної, економічної роботи двигуна з задовільними екологічними показниками практично не використані. Робочий процес двигуна являє собою, з одного боку, переміщення поршня по циліндру, а з іншого – безперервна зміна стану робочого тіла, що характеризується температурою і тиском. Два цих одночасно протікаючих процесу супроводжуються такими явищами, як: вібрації циліндрових втулок, кавітаційно-корозійні руйнування охолоджуваних поверхонь, накипу утворення на них, теплообмін між деталями двигуна і теплоносієм. Підвищення температурного рівня деталей циліндро-поршневої групи сприяє скороченню періоду затримки запалення, що позитивно позначається на екологічні характеристики двигуна. Завдання вибору структурної схеми системи охолодження і визначення параметрів охолодження повинна вирішуватися з урахуванням всіх перерахованих

---

СЕКЦІЯ № 1. Дослідження технологічних процесів, технічних та ергатичних систем  
транспорту