

- [4] Hasanli Sh. M., Mehdizadeh R. N., Huseynov E. K. et al. Vibro-acoustic diagnostics of rotary type machines and mechanisms // Second international conference on technical and physical problems in power engineering. Iran, University of Tabriz, 6–8 September. Tabriz, 2004. P. 509.
- [5] Барков А. В., Баркова Н. А., Азовцев А.Ю. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации — СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2000. — 169 с.
- [6] Zimmer S., Bently D. E., Palatier G. E. et al. Interpreting vibration information from rotating machinery // Noise and vibration control worldwide. 1986. June–July. P. 202–209.

УДК 656.61.052

**ПІДХОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРОЯВІВ ФАКТОРА ЛЮДИНИ
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ**

**APPROACHES FOR IDENTIFYING MANIFESTATIONS OF THE HUMAN
FACTOR TO ENSURE SAFETY IN MARITIME TRANSPORT**

д.п.н. В.В. Чернявський, к.т.н. А.П. Бень, к.т.н. П.С. Носов
Херсонська державна морська академія

D.Sc. (Tech.) V.V. Cherniavskiy, PhD (Tech.) A.P. Ben, PhD (Tech.) P.S. Nosov
Kherson State Maritime Academy

Аналіз аварій на морському транспорті все частіше вказує на проблеми, що пов'язані із точністю ідентифікації навігаційних ситуацій з боку судноводіїв [1]. У більшості випадків, причиною виникнення критичних ситуацій під час управління судном, є неповнота даних для прийняття управлінських рішень [2–4]. При цьому, слід враховувати, що вирішальним фактором, як правило, виступає рівень кваліфікації. Виходячи з того, що навігаційна ситуація у кожен момент часу має набір інформаційних сигналів (візуальне спостереження; звукові команди; радар; ECDIS; ARPA; AIS; GPS і т.д.), то судноводій реагує на ці сигнали класифікуючи їх відповідно до свого рівня кваліфікації та досвіду. Формальний опис множини зазначених входних сигналів можна представити у вигляді матриць, що дозволяє визначити ймовірності виникнення критичних ситуацій. З кожним проходженням локацій, при виконанні завдань і маневрів, матриця перехідних ймовірностей судноводія нормується і уточнюється. Як показали експериментальні дані курсу "The Ship's Captain and the Pilot" [5], навігатори у віці понад 45 років вже мають сформовану матрицю перехідних ймовірностей для більшості типових ситуацій і на зміну їх поведінки набагато складніше впливати. Одним із головних факторів, що впливає на вище зазначені переходи може бути «суб'єктивна ентропія», яка характеризує емоційний стан судноводія та вказує на рівень проблемної ситуації [6].

Додатково можна припустити, що прояв суб'єктивної ентропії, виходячи з аналізу кривих швидкості та курсу руху судна, символізує на скільки впевнений у прийнятих рішеннях навігатор [7]. Цей факт дозволяє розпочати розробку програмно-апаратних засобів для ідентифікації інтервалів суб'єктивної ентропії

і визначити часові діапазони негативного впливу людського фактора на фізичній траєкторії руху судна [8].

З іншого боку, у якості негативного прояву людського фактора може також виступати зайва самовпевненість, як правило, це у більшій мірі відноситься до досвідчених капітанів [9-10]. Виходячи з того, що капітани за своєю кваліфікацією апіорі діють усвідомлено, спираючись на свій досвід і навички, то кожна операція управління судном $P(x, z)$ формує умову: $\forall x \in X \exists z \in Z P(x, z)$. При цьому потужність множини допустимих рішень: $\forall x \in X z \in A(x) P(x, z)$ і $\forall x \in X z \notin A(x) \neg P(x, z)$, де $A: X \rightarrow 2Z$. В умовах ситуації близькою до критичної, капітан зобов'язаний оперувати даними з максимальною точністю H , критерієм якої є $\Omega_t, H_t = \{x | x \in X_t, B_t(x) \equiv x\}$, що багато в чому зменшує альтернативу $U_t = \bigcap_{x \in H_t} C_t(x)$. Прояв таких ситуацій призводить до автоматичних дій капітана у випадках коли: $\exists x, x' \in H_t$ що, $C_t(x) \cap C_t(x') = \emptyset, U_t = \emptyset$ і $\forall x \in X_t \exists z x P(x, z)$, то виникає ситуація: $\forall x' \in C_t(x) \cap X_t \hat{P}(x', z)$.

Таким чином, у загальному виді представлено дві протилежні моделі прийняття рішень судноводіями, які залежать від досвіду і кваліфікації [11]. Це вимагає рішення завдань багатокритеріальної оптимізації із застосуванням нечітких систем ідентифікації даних на первинних етапах моделювання. Запропонований підхід дозволить значно знизити катастрофічні наслідки під час управління судном у складних навігаційних умовах.

- [1] Bakdi, A., Glad, I. K., Vanem, E., et al. AIS-Based multiple vessel collision and grounding risk identification based on adaptive safety domain, *J. Mar. Sci. Eng.*, 2020, Vol. 8, P. 5. DOI: 10.3390/jmse8010005.
- [2] Shevchenko, R., Cherniavskiy, V., Zinchenko, S., Palchynska, M., Bondarevich, S., Nosov, P., Popovych, I. (2020). Research of psychophysiological features of response to stress situations by future sailors. *Revista Inclusiones*, Vol: 7 num Especial. pp. 566-579.
- [3] Nosov, P.S., Popovych, I.S., Cherniavskiy, V.V., Zinchenko, S.M., Prokopchuk, Y.A., Makarchuk, D.V. Automated identification of an operator anticipation on marine transport // *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 2020. - № 3. – P 158-172. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-3-15>.
- [4] Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Serhii Zinchenko, Vasyl Cherniavskiy, Viktor Plokhikh, Halyna Nosova (2020). The research on anticipation of vessel captains by the space of Kelly's graph. *Revista Inclusiones*, Vol: 7 num Especial, pp. 90-103.
- [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. (2020). Experimental Research of Effective “The Ship's Captain and the Pilot” Interaction Formation by Means of Training Technologies. *Revista ESPACIOS*, Vol. 41(№11). Page 30.
- [6] Kasianov, V. Subjective entropy of preferences. Subjective analysis. Warsaw, Poland: Institute of aviation, 2013. – 644 p.
- [7] Nosov, P., Cherniavskiy, V., Zinchenko, S., Popovych, I., Prokopchuk, Y., Safonov, M. Identification of distortion of the navigator's time in model experiment // *Bulletin of University of Karaganda. Instrument and experimental techniques*, 2020. - № 4(100). P. 57-70. DOI: 10.31489/2020Ph4/57-70.
- [8] Vagushchenko, L.L., Vagushchenko, A.A. Enhancement of support for collision avoidance decisions, *Shipping & Navigation*, 2018, Vol. 27. pp. 24–34. DOI: 10.31653/2306-5761.27.2018.24-34.
- [9] Nosov, P.S., Cherniavskiy, V.V., Zinchenko, S.M., Popovych, I.S., Nahrybelnyi, Ya.A., Nosova, H.V. Identification of marine emergency response of electronic navigation operator // *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 2021. - № 1. – P. 208-223. DOI:10.15588/1607-3274-2021-1-20.
- [10] Nosov, P., Zinchenko, S., Plokhikh, V., Popovych, I., Prokopchuk, Y., Makarchuk, D., Mamenko, P., Moiseienko, V., & Ben, A. (2021). Development and experimental study of analyzer to enhance maritime safety. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(3(112)), 27–35. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239093>.