

УДК 629.78

<sup>1</sup>Кириченко В. О., <sup>2</sup>Трофименко І. В., Шапран Ю. Є.<sup>1</sup>Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості»<sup>2</sup>Київська державна академія водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного

## МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ

Вирішується актуальне науково-технічне завдання удосконалення існуючих та розробленню нових моделей та методів інтелектуалізації експлуатації суден в критичних умовах. Принцип роботи інтелектуалізованої системи судна полягає у виборі оптимальних дій по управлінню судном при зміні курсу в нештатній ситуації, яка пов'язана з відмовами в підсистемах системи управління або з зовнішніми факторами. Наведено загальний алгоритм рішення задачі інтелектуалізації системи експлуатації судна.

**Ключові слова:** метод, інтелектуалізація, експлуатація суден, критичні умови, алгоритм

**Kyrychenko V. O., Trofymenko I. V., Shapran Y. E. A method of increasing the efficiency of means of transport on the basis of automation of processes.** This scientific article is devoted to solving actual scientific-technical task in the improvement of existing and development of new models and methods of intellectualization of the operation of ships in critical conditions. Today's innovative direction is the implementation of intelligent transport systems, which combine computer systems, telecommunications, information technology, mathematics and software. The principle of operation intellectual the system of the ships is to select the optimal action for the management of a ship at the rate contingencies associated with failures in subsystems of the control system or external factors. Also article provides General algorithm for solving the tasks of intellectualization of the system operation of the ships.

**Keywords:** method, the intellectualization, the operation of the ships, the critical conditions, algorithm

### Постановка проблеми в загальному вигляді та зв'язок її з важливими науковими чи практичними завданнями

Україна активно включається у світові суспільно-економічні процеси: приєдналася до Світової організації торгівлі, стратегічною метою визнано отримання асоційованого членства у Європейському Союзі. Транспорт, як інфраструктурна галузь, має розвиватися випереджальними темпами з метою сприяння швидкому економічному та соціальному розвитку країни та її участі в міжнародному поділі праці. Очікується, що у 2020 році обсяги перевезення вантажів збільшаться порівняно з 2008 роком на 43,1%, переробка вантажів у державних морських торговельних портах – на 43,2 %, обсяги пасажирських перевезень – на 30,4 %. Перехід на інвестиційно-інноваційний етап розвитку економіки вимагає розвитку транспорту на якісно новій основі [1,2].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

В сучасних умовах транспортна галузь України у цілому задовольняє лише базові потреби економіки та населення у перевезеннях. Рівень безпеки експлуатації, показники якості та ефективності перевезень пасажирів та вантажів, енергоефективності, техногенного навантаження на довкілля не відповідають сучасним вимогам. Особлива увага приділяється саме заходам забезпечення безпеки експлуатації, тобто безпеки руху на транспорті у тому числі морських та річних суден. Порівняльний аналіз аварійності на морському та річному флоті свідчить про позитивну тенденцію зменшення подібних ситуацій, але це не знижує актуальність наукових досліджень в галузі безпеки експлуатації морських та річних транспортних засобів [1-3].

**Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми**

На теперішній час гостро стоїть завдання щодо розроблення методів підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту та їх функціональних систем на основі автоматизації та комп'ютеризації процесів експлуатації. Варто підкреслити те, що сучасним інноваційним напрямком є впровадження інтелектуальних транспортних систем, які поєднують комп'ютерні, телекомунікаційні системи, інформаційні технології, математичне та програмне забезпечення.

Аналіз закордонного та вітчизняного досвіду впровадження інтелектуальних транспортних систем свідчить про можливість значного підвищення ефективності та якості експлуатації суден в нештатних ситуаціях. Таким чином, незважаючи на стрімкий розвиток теорії штучного інтелекту взагалі та на транспорті зокрема, актуальним є наукове-технічне завдання удосконалення існуючих та розробки нових моделей та методів інтелектуалізації експлуатації суден в критичних умовах, вирішенню цього завдання і присвячена наукова стаття.

Темою статті є обґрунтування розроблення методу підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту на основі автоматизації процесів, як інтелектуалізованої системи судна.

**Виклад основного матеріалу дослідження**

Оцінку ефективності роботи інтелектуалізованої системи судна розглянемо на прикладі аналізу алгоритму дії рульового високошвидкісного водного транспортного засобу (ВТЗ) (судно типу "Сормовский"). Суть задачі полягає у виборі оптимальних дій по управлінню судном при зміні курсу в нештатній ситуації, яка пов'язана з відмовами в підсистемах системи управління або з зовнішніми факторами.

Першим кроком дослідження є складання алгоритму рішення задачі. Для цього задача була розбита на операції й логічні умови [3-5]. Зміст операцій та логічних умов, а також їхні кількісні характеристики наведені в табл. 1.

**Зміст операцій та логічних умов**

Табл. 1

№ п/п	Опис кроків алгоритму	Позначення	Кількісні характеристики			
			$\tau_{оп,с}$	$D_{оп,с^2}$	$p_{оп}$	$\gamma$
1	Попередня оцінка положення судна	$O_1$	0,1	0,1	0,99	-
2	З'ясування змісту нештатної ситуації	$O_2$	0,3	0,2	0,98	-
3	Логічна умова: необхідно оцінити наявність критичних умов експлуатації	$I_1$	0,3	0,1	1,0	0,53
4	Оцінка характеристик судна	$O_3$	0,2	0,3	0,99	-
5	Визначення нових значень: курс, швидкість, час початку змін	$O_4$	0,8	0,4	0,98	-
6	Логічна умова: необхідно оцінити можливість судна до визначених дій в даній нештатній ситуації	$I_2$	0,3	0,1	1,0	0,66
7	Оцінка стану ВТЗ	$O_5$	0,6	0,4	0,98	-
8	Логічна умова: необхідно оцінити час початку змін	$I_3$	0,3	0,1	1,0	0,41
9	Перевірка часу	$O_6$	0,3	0,2	0,99	-
10	Перевірка курсу	$O_7$	0,2	0,1	0,95	-
11	Перевірка швидкості	$O_8$	0,3	0,2	0,99	-
12	Керуючі дії	$O_9$	0,6	0,4	1,0	-

Алгоритм рішення задачі, записаний в операторній формі, має такий вигляд:  $O_1 O_2 I_1 \uparrow^2 O_3 O_4 \downarrow^1 I_2 \uparrow^3 O_5 \downarrow^2 I_3 \uparrow^8 O_6 O_7 \downarrow^3 O_8 O_9$ .

Другим кроком дослідження є складання загального алгоритму рішення задачі, що виглядає в такий спосіб:

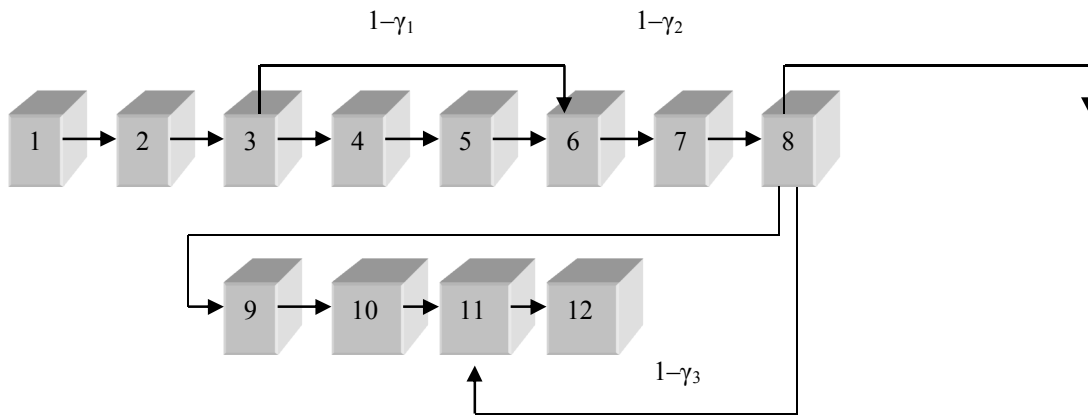


Рис. 1. Алгоритм дії рульового високошвидкісного ВТЗ

Третім кроком дослідження є одержання кількісних характеристик задачі управління джерелами шляхом застосування правил перетворення алгоритму.

1. Об'єднання шляхів без розгалуження (рис. 2).

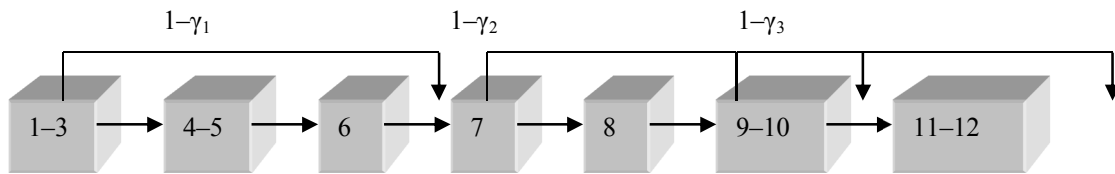


Рис. 2. Об'єднання шляхів без розгалуження

$$\tau_{1-3} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3;$$

$$D_{1-3} = D_1 + D_2 + D_3;$$

$$p_{1-3} = p_1 \cdot p_2 \cdot p_3;$$

$$\tau_{4-5} = \tau_4 + \tau_5;$$

$$D_{4-5} = D_4 + D_5;$$

$$p_{4-5} = p_4 \cdot p_5;$$

$$\tau_{9-10} = \tau_9 + \tau_{10};$$

$$D_{9-10} = D_9 + D_{10};$$

$$p_{9-10} = p_9 \cdot p_{10};$$

$$\tau_{11-12} = \tau_{11} + \tau_{12};$$

$$D_{11-12} = D_{11} + D_{12};$$

$$p_{11-12} = p_{11} \cdot p_{12}.$$

2. Об'єднання шляхів з розгалуженнями (рис. 3).

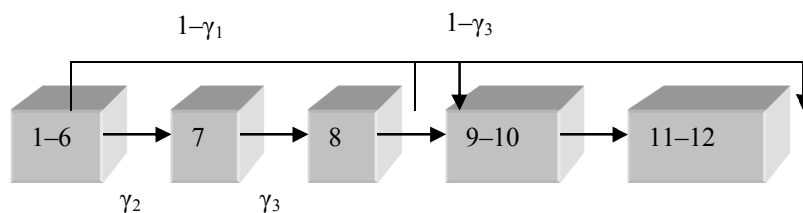


Рис. 3. Об'єднання шляхів з розгалуженнями

$$\tau_{1-6} = \tau_{1-3} + \tau_6 + \gamma_1 \cdot \tau_{4-5};$$

$$D_{1-6} = D_{1-3} + D_6 + \gamma_1 \cdot D_{4-5};$$

$$p_{1-6} = p_{1-3} \cdot p_6 [(1 - \gamma_1) + \gamma_1 \cdot p_{4-5}].$$

3. Об'єднання шляхів з розгалуженнями (рис. 4).

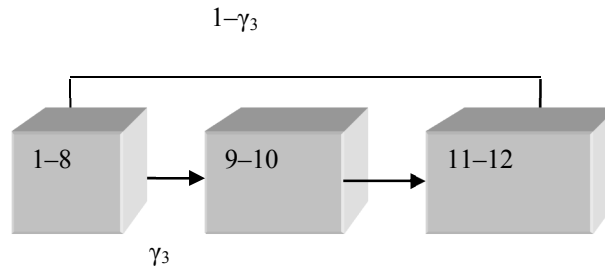


Рис. 4. Об'єднання шляхів з розгалуженнями

$$\tau_{1-8} = \tau_{1-6} + \tau_8 + \gamma_2 \cdot \tau_7;$$

$$D_{1-8} = D_{1-6} + D_8 + \gamma_2 \cdot D_7;$$

$$p_{1-8} = p_{1-6} \cdot p_8 [(1 - \gamma_2) + \gamma_2 \cdot p_7].$$

4. Об'єднання шляхів з розгалуженнями (рис. 5).



Рис. 5. Об'єднання шляхів з розгалуженнями

$$\tau_{1-12} = \tau_{1-8} + \tau_{11-12} + \gamma_3 \cdot \tau_{9-10} = 2,5 \text{ с};$$

$$D_{1-12} = D_{1-8} + D_{11-12} + \gamma_3 \cdot D_{9-10} = 1,5 \text{ с}^2;$$

$$p_{1-12} = p_{1-8} \cdot p_{11-12} [(1 - \gamma_3) + \gamma_3 \cdot p_{9-10}] = 0,91.$$

### Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином, задача рульового високошвидкісного ВТЗ при парируванні наслідків нештатної ситуації має наступні характеристики: середній час рішення  $\tau = 2,3 \text{ с}$ ; середньоквадратичне відхилення часу рішення  $\sigma = 0,4 \text{ с}$ ; ймовірність безпомилкового рішення  $P = 0,91$ . Середній час вирішення даної задачі без застосування інтелектуалізованої системи в штатному режимі становить  $3,7 \text{ с}$ , при середньоквадратичному відхиленні  $0,7 \text{ с}$ .

Тобто є зменшення часу на прийняття рішення в період критичних ситуацій до 40%, або, при незмінному часі, – підвищення ймовірності прийняття вірних рішень на 15–20 %.

### Список використаної літератури

1. Гаскаров Д. В. Сетевые модели распределенных автоматизированных систем / Д. В. Гаскаров, Е. П. Истомин, О. И. Кутузов. – Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 1998. – 353 с.
2. Герасимов Б. М. Интеллектуальні системи підтримки прийняття рішень : навчальний посібник / Б. М. Герасимов, В. М. Локазюк, А. Г. Окслюк, О. В. Поморова. – Київ: Європейський університет, 2007. – 335 с.
3. Герасимов Б. М. Проектування та застосування експертно-навчальних систем: монографія / Б. М. Герасимов, О. Г. Окслюк, С. О. Шворов. – Київ : Європейський університет, 2008. – 263 с.
4. Гленсдорф П. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций / П. Гленсдорф, И. Пригожин. – Москва : Мир, 1973. – 280 с.
5. Богом'я В. І. Навігаційне забезпечення управління рухом суден / В. І. Богом'я, В. С. Давидов, В. В. Доронін, Д. П. Пашков, І. В. Тихонов. – Київ : ДВВП «Компас», 2012. – 336 с.

### References

1. Gaskarov D. V., Istomin E. P., Kutuzov O. I. "Network models of distributed automated systems". *Sankt-Peterburg, Energoatomizdat* (1998): 353 p.
2. Gerasimov B. M., Lokazyuk V. M., Oksiyuk A. G., Pomorova O. V. "Intelligent decision support system". *Kyiv, Evropeyskiy universitet* (2007): 335 p.
3. Gerasimov B. M., Okslyuk O. G., Shvorov S. O. "Designing and using of expert training systems". *Kyiv, Evropeyskiy universitet* (2008): 263 p.
4. Glensdorf P., Prigozhin I. "Thermodynamic theory of structure, stability, and fluctuations". *Moskva, Mir* (1973): 280 p.
5. Bogom'ya V. I., Davidov V. S., Doronin V. V., Pashkov D. P., Tihonov I. V. "Navigation support vessel traffic management". *Kyiv, DVVP "Kompas"* (2012): 336 p.

### Автори статті

**Кириченко Валерія Олегівна** — завідувач кафедри, Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості». +380 (67) 803 71 15. E-mail: [valeriya.kyrychenko@uas.org.ua](mailto:valeriya.kyrychenko@uas.org.ua)

**Трофименко Ірина Валеріївна** — аспірант, Київська державна академія водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного

**Шапран Юлія Євгенівна** — аспірант, Київська державна академія водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного

### Authors of the article

**Kyrychenko Valeriia Olehivna** — head of department, State Enterprise "Ukrainian Research and Training Center of Standardization, Certification and Quality". Tel.: +380 (67) 8037115. E-mail: [valeriya.kyrychenko@uas.org.ua](mailto:valeriya.kyrychenko@uas.org.ua)

**Trofymenko Iryna Valeriivna**, — graduate student, Hetman Petro Konashevich Sahaydachnyi Kyiv State Academy of Water Transport

**Shapran Yulia Yevhenivna** — graduate student, Hetman Petro Konashevich Sahaydachnyi Kyiv State Academy of Water Transport

### Рецензент:

доктор технічних наук, професор Ю. Г. Савченко  
Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря  
Сікорського", Київ

Дата надходження

в редакцію: 03.04.2017 р.