

Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції
Материалы I Международной научно-практической конференции
Materials of the 1th international scientific and practical conference

ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ

**ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МОРСКОЙ
ОТРАСЛИ**

**PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE
MARINE INDUSTRY**

PSDMI-2021

Збірка матеріалів конференції

**3-5 листопада 2021 р.
Херсон, Україна**

**3-5 ноября 2021 г.
Херсон, Украина**

**November 3-5 2021
Kherson, Ukraine**

Організатори конференції:

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ
НАУКОВИЙ ПАРК ХЕРСОНСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ МОРСЬКОЇ АКАДЕМІЇ
«ІННОВАЦІЇ МОРСЬКОЇ ІНДУСТРІЇ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ І ТЕХНОЛОГІЙ
ДУНАЙСЬКИЙ ІНСТИТУТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ
ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОНСТАНТИ (РУМУНІЯ)
ЛИТОВСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ (ЛИТВА)
БАТУМСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ (ГРУЗІЯ)
АЗЕРБАЙДЖАНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ (АЗЕРБАЙДЖАН)
КРЮІНГОВА КОМПАНІЯ «MARLOW NAVIGATION» (КІПР)

Програмний комітет:

Анатолій Мальцев – д.т.н., проф. (Україна);
Андрій Букетов – д.т.н., проф. (Україна);
Валентин Чимшир – д.т.н., проф. (Україна);
Валерій Леонов – д.т.н., проф. (Україна);
Вітаутас Дубра – др., доц. (Литва);
Володимир Блінцов – д.т.н., проф. (Україна);
Вюгар Беюкага огли Садигов – к.т.н., доц.
(Азербайджан);
Єлена Белова – др., доц. (Литва);

Єлена Валіонене – др., доц. (Литва);
Іраклій Шарабідзе – д.т.н., проф. (Грузія);
Микола Цимбал – д.т.н., проф. (Україна);
Михайло Колегаєв – к.т.н., проф. (Україна);
Олександр Зорька – к.пед.н., доц. (Україна);
Олена Дакі – д.т.н., проф. (Україна);
Роман Варбанець – д.т.н., проф. (Україна);
Сергій Рожков – д.т.н., проф. (Україна).

Організаційний комітет:

голова	Чернявський Василь Васильович – ректор Херсонської державної морської академії;
заступники	Бень Андрій Павлович – проректор з науково-педагогічної роботи;
голови	Лещенко Альона Михайлівна – професор кафедри соціально-гуманітарних дисциплін та інноваційної педагогіки;
члени комітету:	Нагрибельний Ярослав Анатолійович – декан факультету судноводіння; Макарчук Дмитро Володимирович – завідувач кафедри судноводіння; Врублевський Роман Євгенович – начальник редакційно-видавничого відділу; Якущенко Сергій Вікторович – доцент кафедри судноводіння; Блах Ігор Володимирович – начальник відділу технічної інформації; Семака Інна Миколаївна – технічний секретар, фахівець відділу технічної інформації.

У збірнику представлено матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми сталого розвитку морської галузі», яка відбулася у м. Херсоні 3-5 листопада 2021 р. і була присвячена актуальним питанням сталого розвитку морської галузі.

Матеріали збірки розраховані на викладачів та студентів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств.

Проблеми сталого розвитку морської галузі (PSDMI-2021) [Збірка матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції (3-5 листопада 2021 р., м. Херсон)]. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. – 240 с.

ПЕРЕДМОВА

Шановні колеги!

Ви тримаєте в руках збірку тез доповідей Першої Міжнародної науково-практичної конференції «*Проблеми сталого розвитку морської галузі*» (PSDMI-2021)», метою якої є аналіз та узагальнення нових теоретичних і прикладних результатів щодо вирішення питань сталого розвитку морської галузі. Конференція проходить у місті Херсоні, що розташоване на мальовничих берегах річки Дніпро, на базі Херсонської державної морської академії, яка має давню історію та була створена у 1834 році. В організації та роботі конференції беруть участь провідні науково-дослідні та навчальні заклади України, Литви, Румунії, Грузії, Азербайджану та інших країн зарубіжжя.

Основним завданням конференції є обговорення широкого кола нових наукових і практичних результатів застосування інновацій; обмін думками та пошук нових пріоритетних напрямків наукових досліджень; встановлення та розвиток нових контактів у сфері наукового співробітництва між навчальними закладами, науковими установами, підприємствами України та зарубіжжя. Одна з особливостей конференції – залучення молодих науковців до розробки найбільш актуальних напрямків наукових досліджень у морській транспортній галузі.

Програмою конференції передбачено проведення пленарного засідання та робота фахівців у секціях: морська екологія та захист навколишнього середовища; безпека життєдіяльності в морській галузі; людські ресурси морської індустрії та людський чинник; менеджмент ризиків морських перевезень; проблеми енергоефективності та ресурсозбереження на морському транспорті; інноваційні технології у процесі підготовки фахівців морської галузі для сталого розвитку.

Ми впевнені, що досить широка проблематика наукових праць конференції буде сприяти не тільки плідному аналізу та обговоренню вищезазначених питань, а й обміну ідеями та думками, пошуку пріоритетних напрямків наукових досліджень, встановленню нових контактів у сфері наукового співробітництва фахівців галузі, залученню молодих науковців до участі у вивченні найбільш актуальних напрямків досліджень у транспортній галузі.

Організатори щиро дякують усім учасникам конференції та сподіваються, що PSDMI-2021 стане новою платформою для зустрічей та спілкування. Ми маємо надію, що традиції, започатковані конференцією та дана збірка матеріалів стануть корисними не тільки для її учасників, а й для широкого кола науковців, фахівців, молодих учених, які займаються теоретичними та прикладними дослідженнями інформаційних та інноваційних технологій у транспортній галузі.

Висловлюємо свою щирю подяку усім авторам доповідей за порозуміння та співпрацю з організаторами.

Бажаємо всім нових наукових ідей та досягнень, плідної роботи, нових відкриттів!

З повагою, Організаційний та Програмний комітети.

FOREWORD

Dear colleagues!

You are keeping in your hands a collection of abstracts of the First International Scientific and Practical Conference "Problems of Sustainable Development of the Maritime Industry" (PSDMI-2021), which aims to analyze and summarize new theoretical and applied results in addressing issues of sustainable development of the maritime industry. The conference is held in the city of Kherson, located on the picturesque banks of the Dnieper River, on the basis of the Kherson State Maritime Academy, which has a long history and was established in 1834. Leading research and educational institutions of Ukraine, Lithuania, Romania, Georgia, Azerbaijan and other foreign countries take part in the organization and work of the conference.

The main goal of the conference is to discuss a wide range of new scientific and practical results of the innovations application; exchange of views and search for new priority areas of research; establishment and development of new contacts in the field of scientific cooperation between educational institutions, research institutions, enterprises of Ukraine and abroad. One of the features of the conference is the involvement of young scientists in the development of the most relevant areas of research in the maritime transport industry.

The conference program includes a plenary session and the work of specialists in the sections: marine ecology and environmental protection; safety of life in the maritime industry; human resources of the maritime industry and the human factor; maritime risk management; problems of energy efficiency and resource saving in maritime transport; innovative technologies in the process of training maritime professionals for sustainable development.

We are sure that a wide range of scientific papers of the conference will contribute not only to fruitful analysis and discussion of the above issues, but also to the exchange of ideas and opinions, finding priority areas of research, establishing new contacts in the field of scientific cooperation, attracting young scientists to studying the most relevant areas of research in the field of transport.

The organizers sincerely thank all the participants of the conference and hope that PSDMI-2021 will become a new platform for meetings and communication. We hope that the traditions started by the conference and this collection of materials will be useful not only for its participants, but also for a wide range of scientists, specialists, young scientists engaged in theoretical and applied research of information and innovative technologies in transport.

We express our sincere gratitude to all the authors of the reports for their understanding and cooperation with organizers.

We wish everyone new scientific ideas and achievements, fruitful work, new discoveries!

Sincerely, Organizing and Scientific Committees.

СЕКЦІЯ:
МОРСЬКА ЕКОЛОГІЯ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ПРОЕКТ СТВОРЕННЯ АВТОНОМНОГО НЕНАСЕЛЕНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА ВАНТАЖНОГО ТИПУ

*Блінцов В.С., Алоба Л.Т., Бабкін Г.В., Войтасик А.М., Клочков О.П., Сірівчук А.С.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(Україна)*

Вступ. Прикладна виробнича задача підводної доставки корисного вантажу (КВ) в автоматичному режимі відноситься до актуальних задач морської робототехніки [1]. Це обумовлено меншими витратами на транспортування КВ та меншою залежністю морських транспортних операцій від гідрокліматичних умов експлуатації. На цей час проектуванням і будівництвом автономних ненаселених підводних апаратів транспортного типу (АНПА-Т) займаються у багатьох провідних морських країнах світу [2, 3]. У доповіді наведено відомості про розробку АНПА-Т в інтересах вітчизняних організацій, які ведуть виробничу діяльність на морі.

Актуальність дослідження. Україна є великою європейською морською державою, яка має власні економічні інтереси на морі. Вона має один з найдовших у Європі морський кордон протяжністю у 1355 км (1056, 5 км – Чорне море, 249,5 км – Азовське, 49 км – Керченська протока), а також 200-мильну виключну (морську) економічну зону площею понад 72 тис. кв. км з суверенним правом щодо розвідки, розробки і збереження природних ресурсів, а також здійснення інших видів економічної діяльності [4]. Територіальні води України – це прибережні морські води завширшки 12 морських миль з загальною площею 29 454 кв. км [5]. Після окупації Російською Федерацією Криму Верховна Рада України ухвалила Закон України про створення прилеглої зони України [6]. Таким чином, Україна має значні морські акваторії, на яких може бути розгорнуто підводну транспортну діяльність природоохоронного, промислового та оборонного призначення.

Постановка задачі. Попередні дослідження авторів свідчать, що на цей час в інтересах вітчизняної морської галузі доцільно створювати АНПА-Т для підводного транспортування вантажу масою до 1000 кг на відстань до 120 км на глибині до 20 м при максимальній швидкості маршового ходу 3 м/с. Такий підводний апарат має працювати за наступних гідрометеорологічних умов:

- температура води, град. Цельсію: -2 - +35;
- температура повітря, град. Цельсію: -20 - +50;
- швидкість вітру, м/с: до 12;
- водна поверхня, балів: до 4.

Результати досліджень. У результаті виконання ескізного проекту було отримано наступні результати щодо переліку основних складових АНПА-Т:

- 1) несуча рама з гідродинамічним обтікачем (зовнішнім легким корпусом);
- 2) рушійно-рульовий комплекс у складі двох маршових і чотирьох вертикальних електрорушійних пристроїв;
- 3) акумуляторне джерело живлення;
- 4) баластно-вирівнювальна система;
- 5) навігаційна система;
- 6) гідроакустична система;
- 7) відеосистема
- 8) система автоматичного керування
- 9) система дистанційного зв'язку.

- Крім того, необхідно розробити наступні комплекти:
- комплект запасних частин і пристосувань;
 - комплект експлуатаційної документації;

– комплект монтажних частин АНПА-Т.

Зовнішній вигляд проектованого АНПА-Т зі складеною (а) та піднятою (б) щоглою радіо- та супутникового зв'язку показано на рис. 1.

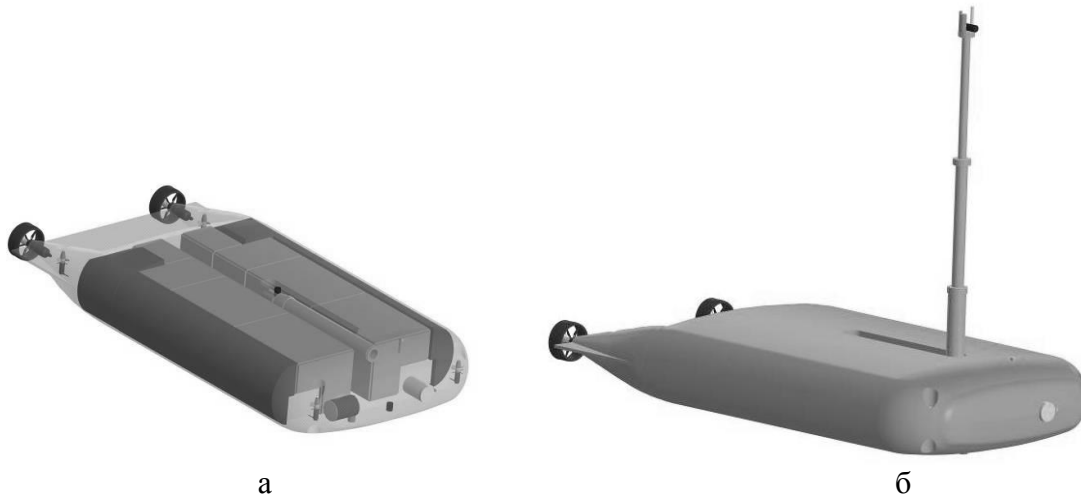


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд АНПА-1 (ескізний проект)

На початковому етапі проектування було опрацьовано компоувальні схеми АНПА-Т і визначено розміщення його основних систем. При цьому було застосовано об'ємну компоувку цих систем на спрощеному комп'ютерному 3D твердотільному макеті.

Найбільш важливе питання, яке необхідно було вирішити на етапі ескізного проекту – це вибір компоувальних проектних рішень, що визначають статику і динаміку АНПА-Т у підводних умовах. Центральним моментом тут було визначення достовірних оцінок динамічних характеристик виробу. На проектних стадіях, як правило, немає достатньо точно опрацьованих даних, необхідних для розрахунку динаміки руху, по розподілу масових і характеристик жорсткості, тому їх було отримано на основі наближених геометричних моделей, які будуть уточнюватися на наступних етапах.

До основних задач створення АНПА-Т було віднесено:

- вирішення питання конструкції та міцності вантажного відсіку АНПА-Т;
- визначення типу та потужності рушійно-кермового комплексу АНПА-Т;
- визначення типу та потужності автономного джерела енергії АНПА-Т;
- вирішення питання забезпечення заданої плавучості АНПА-Т;
- вирішення питань забезпечення навігації АНПА-Т з визначенням абсолютних географічних координат;
- побудова інтелектуальної системи автоматичного керування АНПА-Т.

До складу рушійно-кермового комплексу АНПА-Т входять рушії горизонтального руху та підрулюючі пристрої вертикального маневрування. У якості пристроїв горизонтального руху вибір здійснювався серед: відкритих гвинтів; гвинтів у спрямовуючих насадках; водометних рушіїв.

Для маневрування АНПА-Т в вертикальній площині передбачається використання електроводу з системою «гвинт у трубі». Але, приймаючи до уваги проектні розміри АНПА-Т, які визначаються об'ємом корисного вантажу, було прийнято рішення на користь використання чотирьох приладів, розташованих попарно в носовій та в кормовій частинах АНПА-Т. Таке рішення забезпечує суттєво меншу сумарну потужність приводів та рівномірний розподіл їх сил відносно центру мас.

У якості автономного джерела енергії для АНПА-Т обрано акумуляторну батарею. Аналіз існуючих типів акумуляторів показав, що кожен тип батарей має як переваги, так і недоліки. Найбільш поширений тип свинцево-кислотних акумуляторів має високі масо-

габаритні показники і в загальному підсумку майже вдвічі підвищить загальну масу АНПА-Т. Використання літєвих акумуляторів дозволяє створити компактне джерело живлення, але потребує приділяти підвищену увагу питанням забезпечення герметичності контейнерів з акумуляторами тому, оскільки потрапляння води на контакти може призвести до непередбачених наслідків.

Рішення питань забезпечення нульової плавучості традиційними засобами, що використовуються у засобах морської робототехніки неможливо, оскільки сумарна вага АНПА-Т та його КВ перевищує 2 т. Урівноваження такої ваги можливо лише при використанні повітряної баластно-вирівнюючої системи. У такому разі на носії побортно розташовуються баластні цистерни з дистанційно керованими клапанами, а у нижній частині корпусу АНПА-Т встановлюються балони зі стиснутим повітрям. Запас повітря повинен забезпечувати що найменш два штатних та одно аварійне спливання АНПА-Т з граничної глибини. Маневрування АНПА-Т в товщі води передбачається за рахунок приладів рушійно-кермового комплексу, тому запасів стиснутого повітря на це не передбачається. Контроль крену та диференту системою автоматичного керування забезпечує рівномірне заповнення баластних цистерн для забезпечення стабільного горизонтального положення АНПА-Т у водному просторі.

Навігація АНПА-Т про русі по заданому маршруту здійснюється бортовою навігаційною системою у режимі числення з виміром поточного курсу, швидкості та глибини занурення. В точці відправки, у надводному положенні, АНПА-Т фіксує поточні географічні координати та курс та в систему керування вводяться кінцеві координати маршруту. Після занурення, система автоматичного керування розраховує траєкторію і АНПА-Т починає рух до кінцевого пункту. Оскільки навігаційні системи мають похибку за час переміщення АНПА-Т може відтворюватись суттєва різниця з координатами кінцевої точки маршруту. Для корегування накопиченої похибки навігаційна система АНПА-Т має телескопічну щоглу з комплексом антен для зв'язку та GPS. Для виконання корегування АНПА-Т, за рахунок вертикальних приладів, піднімається на «перископну глибину» та здійснює підйом щогли. При цьому здійснюється зв'язок з постом керування АНПА-Т та контрольний вимір GPS-координат. Після чого щогла опускається та АНПА-Т подовжує свій рух до кінцевої точки маршруту.

АНПА-Т є досить складним об'єктом управління внаслідок великої кількості параметрів, що впливають на його роботу. Правильне функціонування всіх інформаційних систем може бути забезпечене тільки на основі комплексного проектування системи керування.

Інтелектуальна система керування призначена для:

- забезпечення керування усіх елементів та система АНПА-Т;
- контролю стану усіх елементів та систем АНПА-Т;
- аналізу стану та виконання дій у разі виникнення аварійної ситуації;
- виконання навігаційного забезпечення АНПА-Т при русі по заданому маршруту та при підході до пункту завантаження/розвантаження;
- відеодокументування процесів навантаження/розвантаження АНПА-Т.

На даному етапі проектних робіт вирішуються питання попереднього вибору елементів системи керування, побудови структурної схеми та розробка алгоритмів її функціонування. Реалізація функціонування системи керування здійснюється з використанням алгоритмів, заснованих на штучному інтелекті.

Висновки. Показано актуальність розробки автономного ненаселеного підводного апарата транспортного типу для потреб промисловості України та світу. Сформульовано низку науково-дослідних та інженерно-технічних заходів, які необхідно реалізувати для виконання ескізного проекту автономного ненаселеного підводного апарата транспортного типу. Обґрунтовано перелік основних систем автономного ненаселеного підводного апарата транспортного типу, необхідних для його оснащення. Розроблено

ескізний проект автономного ненаселеного підводного апарата транспортного типу, який здатен виконувати перевезення корисного вантажу масою в одну тону на відстань до 120 км на глибині до 20 м.

ЛІТЕРАТУРА

1. Блінцов В.С., Войтасик А.М. Підводна роботизована технологія установки корисного вантажу на морське дно. Міжнародний науково-виробничий журнал «Підводні технології. Промислова та цивільна інженерія». 2016. № 4. С. 50-59.
2. Jana Pijak. From Shark-Shaped Water Crafts to Secret Agent Submarines. 2014. URL:<https://www.trendhunter.com/slideshow/underwater-transportation>
3. Proteus Dual-Mode Underwater Vehicle. Naval Technology. Retrieved from: URL:<https://www.naval-technology.com/projects/proteus-dual-mode-underwater-vehicle>
4. Юридична енциклопедія: у 6 т. / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) та ін. – К.: Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1998. Т. 1.: А-Г. 672 с.
5. Про державний кордон України : Закон України від 04.11.91 № 1777-ХІІ. Дата оновлення: 15.07.2021 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-12>
6. Про прилеглу зону України : Закон України від 04.01.2019 № 2641-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2019, № 3, ст. 20. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2641-19>

ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИЗОВАНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ МІЛКОВОДНИХ АКВАТОРІЙ

Блінцов В.С., Блінцов О.В., Бабкін Г.В., Буруніна Ж.Ю., Трибулькевич В.В.

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(Україна)*

Вступ. Автономні ненаселені підводні апарати (АНПА, в англійській літературі – autonomous underwater vehicles, AUV) відносяться до високоефективного виду морської робототехніки та широко використовуються для виконання пошукових та обстежувальних робіт на всьому діапазоні глибин Світового океану [1-3]. Основні області їх застосування – охорона навколишнього середовища, океанографія, геологорозвідка, морська газо- і нафтовидобувна промисловість, оборонні операції та ін. [4-6]. Вказані види підводних робіт стосуються великих морських та океанських глибин, оскільки саме там застосування АНПА не мало альтернатив іншим морським технологіям. Однак сьогодні в Україні підводні роботи природоохоронного спрямування необхідно виконувати також на мілководді (на глибинах до 50-100 метрів), оскільки саме на прибережних акваторіях активізується виробнича діяльність вітчизняних компаній, які ведуть роботи у територіальних водах держави.

Актуальність дослідження. Мілководні територіальні води України активно використовуються для транспортних перевезень, видобування мінеральних і харчових ресурсів, для рекреаційної діяльності тощо. Додаткове антропогенне навантаження на них створюють стоки річок, оскільки їх води забруднені відходами промислових та сільськогосподарських виробництв.

Тому прикладне науково-технічне завдання розробки ефективних технологій екологічного моніторингу мілководних акваторій вбачається актуальним, а розробка роботизованих технологій їх моніторингу є магістральним шляхом підвищення ефективності природоохоронних заходів.

Постановка задачі. Для оперативного вимірювання гідрохімічних та гідрофізичних параметрів водного середовища, а також для оперативної передачі отриманої інформації в береговий центр прийняття рішень (ЦПР) пропонується використовувати портативний автономний ненаселений підводний апарат з радіобуєм (АНПА-РБ), на якому як корисний вантаж (КВ) має бути встановлено комплекс відповідної вимірювальної апаратури.

Аналіз інформації, отриманої від КВ, що характеризує екологічний стан акваторії, дасть можливість оцінити поточний стан її параметрів та виявити ознаки передумов щодо ймовірних екологічних подій, що дасть змогу вжити попереджувальних заходів до їх недопущення.

Авторами пропонується два варіанти конструкції АНПА-РБ:

- автономний ненаселений підводний апарат проекту "АНПА-РБ", склад устаткування якого показаний на рис. 1, а;
- автономний ненаселений підводний апарат проекту "Сканер", склад устаткування якого показаний на рис. 1, б.

Обидва варіанти конструкції АНПА-РБ містять самохідний автономний ненаселений підводний апарат (АНПА), природоохоронний вимірювальний комплекс (Environmental Measuring Complex, EMC) і буксирований радіобуй (РБ, Towed Radio Buoy, TRB).

Призначення АНПА – керована доставка EMC до місця виміру гідрохімічних та гідрофізичних характеристик водного середовища.

Призначення ЕМС – вимірювання та цифрове документування гідрохімічних та гідрофізичних характеристик водного середовища.

Призначення РБ – забезпечення on-line зв'язку зі ЦПР для передачі результатів цифрового документування й сигналів керування для АНПА.

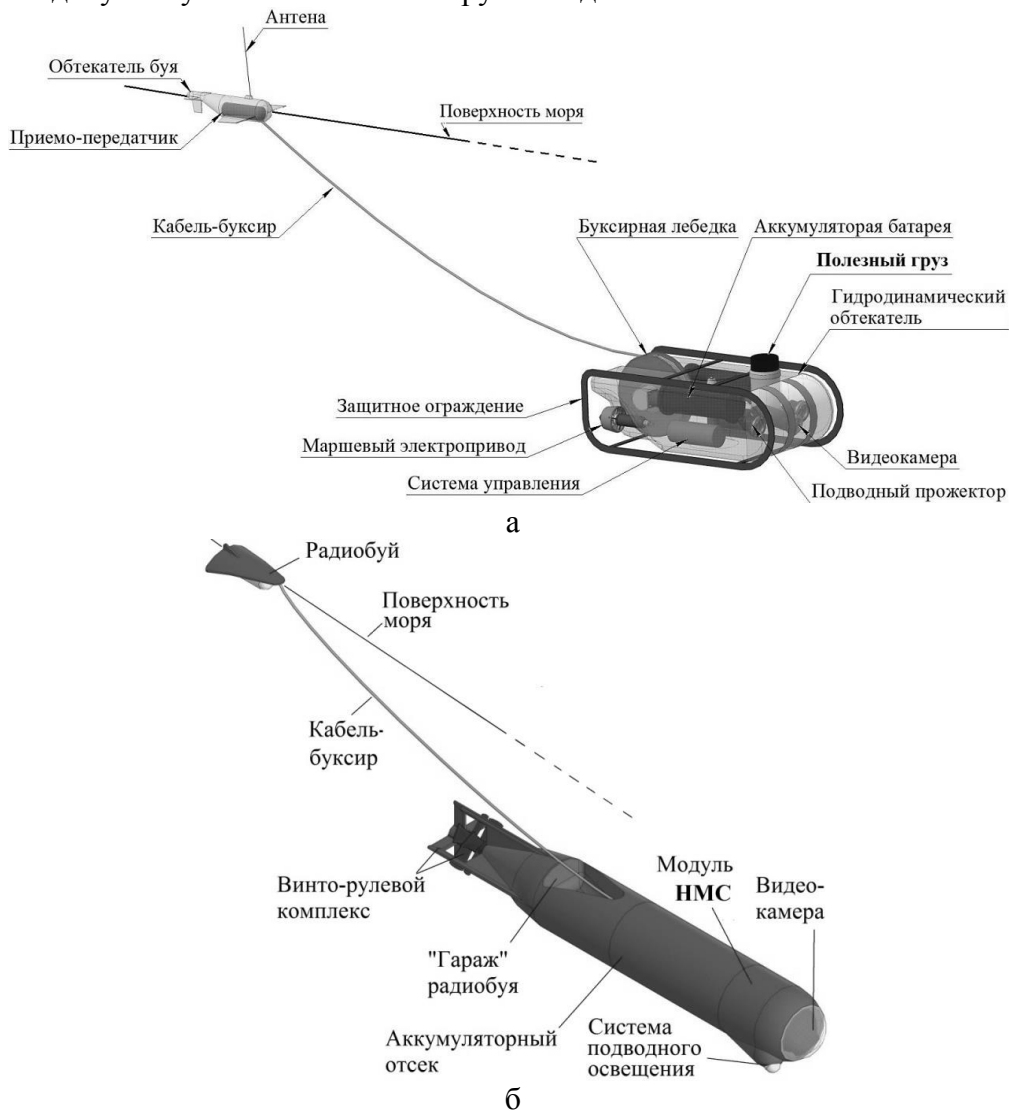


Рисунок 1 – Архітектурно-конструктивні типи АНПА-РБ

Відмінність у конструкції цих варіантів пояснюється різною автономністю роботи підводного апарата. Перший варіант підводного апарата має розрахункову автономність 4-8 годин (залежно від ємності акумуляторів), а другий варіант (проект "Сканер") має розрахункову автономність 6-12 місяців (також у залежності про ємність акумуляторної батареї).

Основна ідея застосування АНПА- РБ для виявлення судів, що мають передумови до екологічних подій, складається в:

- неконтактному зніманні інформації про гідроакустичні шуми СТС (основного теплового двигуна, двигунів суднових допоміжних механізмів та ін.), які в цьому випадку можна задокументувати з найбільш високою якістю, тому що вони поширюються у водному середовищі з мінімальними втратами;

- оперативної (on-line) передачі задокументованої інформації на ЦПР для її цільової обробки з метою виявлення передумов до виникнення екологічних подій на акваторії.

Таким чином, пропонується базова технологія передбачає розміщення на захищеній акваторії одного або декількох АНПА-РБ для екологічного моніторингу акваторії,

документування в цифровому виді інформації про їхні гідрохімічні та гідрофізичні характеристики та для оперативної передачі отриманої інформації в ЦПР з метою подальшої обробки та виявлення кількісних або якісних ознак можливих екологічних подій на контрольованих акваторіях.

Береговий центр прийняття рішень здійснює обробку інформації, яка надходить від АНПА-РБ і, таким чином, забезпечує неперервне відслідковування екологічного стану акваторії, а також дає змогу приймати рекомендаційні або директивні рішення (залежно від статусу ЦПР) про подальшу експлуатацію конкретної акваторії. Зокрема, якщо результати обстеження показують, що екологічний стан акваторії наближається до критичного, то повинне бути ухвалене рішення про припинення експлуатації цієї акваторії або про перехід на полегшений режим використання з одночасним вживанням заходів, що забезпечують екологічну безпеку акваторії.

Комплекс технічних засобів, що реалізує базову технологію роботизованого моніторингу екологічного стану акваторій, містить у собі наступне встаткування:

- береговий центр прийняття рішень (ЦПР) – 1;
- береговий пост запуску АНПА-РБ для виконання місії й прийому після її завершення – 1;
- береговий пост технічного обслуговування АНПА-РБ – 1;
- АНПА-РБ (залежно від вимог до продуктивності місії) – 1-Н.

Розглянемо коротко призначення кожної складової пропонованого комплексу технічних засобів.

Береговий центр прийняття рішень призначений для виконання наступних основних робіт:

- планування підводних місій для АНПА-РБ по патрулюванню екологічно захищеної акваторії;
- завантаження в бортовий контролер АНПА-РБ підводної місії (місії);
- ручне керування підводною місією АНПА-РБ оператором, що перебуває в ЦПР;
- прийом, обробка й документування інформації, що надходить від АНПА-РБ при виконанні підводної місії;
- виявлення в результаті обробки інформації ознак, що свідчать про наявність передумов до екологічних подій на обстежуваній акваторії та генерування рекомендаційних або директивних рішень відповідно до юридичного статусу пропонованого комплексу технічних засобів.

Береговий пост запуску АНПА-РБ призначений для виконання спуско-піднімальних операцій по спуску АНПА-РБ на воду перед початком підводної місії та підйому його з води після завершення підводної місії.

Береговий пост технічного обслуговування АНПА-РБ призначений для технічного обслуговування АНПА-РБ (групи АГПА-РБ) у період між виконанням підводних місій.

Тут виконуються наступні основні роботи:

- технічна підготовка АНПА-РБ до виконання підводних місій;
- огляд і профілактика АНПА-РБ після виконання підводної місії;
- регламентні роботи з АНПА-РБ відповідно до "Інструкції з експлуатації АНПА-РБ".

При цьому в складі берегового поста передбачені:

- набір запасних інструментів і приладів (ЗИП), необхідних для оперативного дрібного ремонту АНПА-РБ;
- набір діагностичного встаткування й приладів для діагностування несправностей АНПА-РБ і їхнього усунення в умовах експлуатації АНПА-РБ;
- набір матеріалів, інструментів і оснащення для виконання регламентних робіт з АНПА-РБ.

Автономний ненаселений підводний апарат з радіобуєм АНПА-РБ (проекти "АНПА-РБ" і "Сканер") являють собою програмно керовані та/або вручну керовані підводні носії корисного вантажу (природоохоронного вимірювального комплексу), інформація від якого за допомогою радіобуя передається по радіоканалу на ЦПР.

Програмне керування здійснюється при цьому за допомогою інтелектуальної системи керування в автоматичному режимі, ручне керування – оператором, що перебуває в ЦПР, за допомогою каналу інформаційного обміну «беріг-радіобуй».

Основні режими роботи АНПА-РБ як основного виконавчого пристрою розроблювального комплексу технічних засобів наступні:

- режим R_P загального контролю гідрохімічних та гідрофізичних характеристик акваторії; при цьому радіобуй перебуває в "гаражі", а сам АНПА може, залежно від поточного стану місії, перебувати на дні або виконувати планомірні переміщення по автоматичному патрулюванню акваторії;

- режим R_{GS} локального вимірювання гідрохімічних та гідрофізичних характеристик окремої ділянки акваторії; у цьому режимі радіобуй може перебувати в "гаражі" або буксируватися по поверхні моря (режим "on line");

- режим R_C зв'язку зі ЦПР; у цьому режимі АНПА-РБ може виконувати наступні основні функції:

- функція передачі в ЦПР інформації щодо результатів моніторингу акваторії;
- функція одержання нової підводної місії від ЦПР;
- функція ручного керування підводною місією.

Зазначимо також, що, застосування АНПА-РБ дозволяє виконувати й ряд інших завдань, серед яких, у першу чергу, стоять завдання відеообстеження підводних об'єктів. Наприклад, для ряду завдань підводного обстеження акваторій актуальними є завдання пошуку, обстеження й документування (цифрового картографування) затонулих об'єктів, які є потенційними джерелами екологічного забруднення акваторій.

Висновки. Для реалізації завдань екологічного моніторингу мілководних акваторій держави запропоновано два варіанти застосування автономних ненаселених підводних апаратів з радіобуями, що дасть змогу підвищити продуктивність і якість природоохоронних робіт на таких акваторіях. Дано опис структури та складу обладнання комплексу технічних засобів, які забезпечують on-line передачу задокументованої інформації на ЦПР для її цільової обробки з метою виявлення передумов до виникнення екологічних подій на акваторії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Amy N., Lonny L. HROV Nereus Expedition to the Mariana Trench. WHOI. 2009. URL:<http://www.whoi.edu/page.do?pid=32815&tid=282&cid=57366>
2. Автономные подводные работы: системы и технологии / Агеев М.Д., Киселев Л.В., Матвиенко Ю.В. и др.; под общ. ред. акад. М.Д. Агеева. М.: Наука, 2005. 398 с.
3. Robert W. Button, John Kamp, Thomas B. Curtin, James Dryden. A Survey of Missions for Unmanned Undersea Vehicles. *National Defense Research Institute. RAND Corporatio*. 2009. 189 Pages. URL:<https://www.rand.org/pubs/monographs/MG808.html>
4. Navy U.S. The Navy Unmanned Undersea Vehicle (UUV) Master Plan. 2014. 124 Pages. URL:<https://www.amazon.com/Navy-Unmanned-Undersea-Vehicle-Master/dp/1505437318>
5. Илларионов Г.Ю., Сиденко К.С., Сидоренко В.В. Подводные работы в минной войне: монография. Калининград: Янтарный сказ. 2008. 116 с.
6. Oceanography and Mine Warfare. Commission on Geosciences, Environment, and Resources. National Research Council. National Academy Press, Washington, D.C., Ocean Studies Board. 2000. 112 pages.

ВОДОРОД – ПЕРСПЕКТИВНОЕ ТОПЛИВО И СЫРЬЕ ДЛЯ ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ

Леонов В.Е., Гуров А.А.

*Херсонская государственная морская академия
(Украина)*

Введение. В современных условиях нарушаются основные принципы экологии, что приводит к глобальным экологическим проблемам, а именно: истощение сырья невозобновимого характера, загрязнение окружающей среды и, как следствие, климатический «кризис», пандемия, нехватка продуктов питания и природной пресной воды. Вышеуказанные причины стали основными факторами неустойчивого развития современного общества. Естественно, эта неустойчивость распространяется на морскую отрасль. В работе приводятся данные по водородной энергетике, основанные на результатах собственных экспериментальных исследований.

Актуальность исследований. Современное общество является по определению неустойчивым [1,2]. Неустойчивость общества обусловлена следующими основными глобальными техническими, социально-экологическими и экономическими проблемами, к числу которых следует отнести [1-3]:

- 1) дефицит кислорода на планете;
- 2) истощение запасов углеводородного сырья невозобновимого характера;
- 3) «климатический» кризис на планете;
- 4) «кислотные» дожди;
- 5) демографический «взрыв» на планете.

Постановка задачи. Водород является перспективным экологически чистым энергоносителем. Однако, доля водорода в общем балансе техногенных систем невелика, всего 0,01 %, и применяется он в основном для специальных целей или в лабораторных исследованиях.

Водород получают методом электрохимического разложения воды на водород и кислород. Реакция разложения воды экзотермическая и требует избыточного потребления энергии извне. Несмотря на внешнюю простоту этого процесса следует отметить основные недостатки этого процесса, которые не позволяют его реализовать в широком промышленном масштабе, а именно: 1) пожаро-взрывоопасность процесса, поскольку образуется «гремучая» смесь водорода и кислорода; 2) затраты энергии для электрохимического разложения воды превышают энергию, получаемую при сжигании водорода в потоке кислорода.

В промышленном масштабе водород используется в смеси с другими газами для крупнотоннажных производств, таких как: производство аммиака (смесь водорода и азота), метанола (смесь водорода и оксидов углерода), гидрирование непредельных соединений (смесь водорода и углеводородов), гидроочистка газовых потоков от токсических веществ и соединений (смесь водорода и меркаптанов) в химической и нефтехимической промышленности [4].

В настоящее время техногенные системы применяют в основном (90 %) в качестве исходного сырья углеводородные носители невозобновимого характера: природный газ, нефть, уголь, сланцы, битуминозные пески, «шахтный» метан, которые в процессе переработки выделяют компоненты «парниковых» газов, основным маркером которых является диоксид углерода. Углеводородное сырье с одной стороны имеет ограниченные ресурсы, а с другой стороны конверсия углеводородного сырья приводит к интенсивному загрязнению окружающей среды и изменению климата на Планете.

В промышленности освоены следующие процессы получения водородосодержащих газов:

1) паро-кислородная, паровая газификация угля, в основе которых используются реакции: $C+H_2O=CO+H_2$; $CO+H_2O=CO_2+H_2$; $CO+0,5O_2=CO_2$. Процесс освоен в «кипящем» и стационарном режимах;

2) паро-кислородная конверсия природного газа по основной реакции: $CH_4+H_2O=CO+3H_2$;

3) паро-углекислотная конверсия природного газа по основным реакциям: $CH_4+H_2O=CO+3H_2$; $CH_4+CO_2=2CO+2H_2$; $CO+H_2O=CO_2+H_2$;

4) паро-кислородная конверсия нефти, нефтяных остатков в синтез-газ, смесь оксидов углерода и водорода;

5) переработка органических твердых бытовых и промышленных отходов в синтез-газ.

Перерабатывать природный газ, в составе которого более 96% метана, в водород (100%), представляется нецелесообразным, поскольку метан содержит 75% масс углерода и только 25% масс водорода. Возникает задача, а что делать с избытком углерода, полученным в результате конверсии метана???

Результаты исследований. Представляется разумным и взвешенным сегодня мировому сообществу исследовать пути перехода техногенных систем на не углеводородное сырье с большой кратностью запасов пока ресурсы углеводородного сырья не исчерпаны.

К не углеводородному сырью следует отнести водород, сероводород, донные кристаллогидраты, диоксид углерода, воду.

Проблема добычи и переработки морского глубинного сероводорода в электроэнергию, топливо, продукты химического и нефтехимического синтеза подробно описана в работе [2,5-7].

Нами предлагается процесс получения водорода и кислорода по следующей схеме (рис.1), включающей следующие стадии:

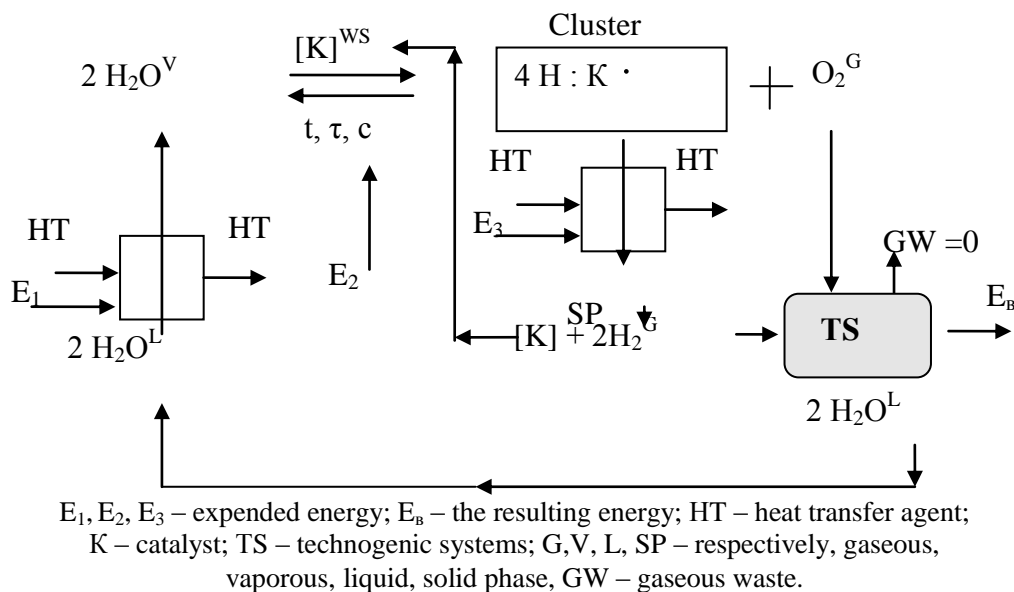


Рисунок 1 – Схема получения водорода и кислорода из воды

1) испарение воды;

2) каталитическая сопряженная реакция конверсии воды;

3) разделение полученной в результате стадии 2 газовой смеси на водород и кислород;

4) сжигание водорода в судовой энергетической установке с получением теплоты и энергии, преобразованной в движение судна;

5) возврат катализатора в процесс. Цикл замыкается.

В результате сжигания водорода в потоке кислорода не образуются токсических веществ и соединений, а образующаяся вода вновь используется для разложения воды на водород и кислород.

Рассмотрены три варианта осуществления новых технических решений по применению и синтезу кислорода и водорода из воды непосредственно на борту судна:

1) судно заправляется жидким кислородом в специальных танках и обычным судовым дизельным топливом;

2) судно заправляется жидким кислородом и жидким водородом в специальных танках;

3) судно заправляется суточным запасом водорода и кислорода, а на борту судна осуществляется непрерывный процесс разложения пресной воды или / и морской воды на водород и кислород.

В качестве базы для сравнения с указанными вариантами принимается эксплуатация судовых энергетических установок, используемая в настоящее время на морском флоте. Как известно все судовые энергетические установки работают на мазуте или на дизтопливе.

Проблема у всех дизельных двигателей состоит в том, что смешивание разных по температуре воздуха и топлива происходит лишь в камере сгорания. Для смешивания имеется очень мало времени. В результате в камере сгорания не получается полностью однородного распределения смеси. Хотя дизельный двигатель работает с заметным избытком воздуха, в камере сгорания может иметь место локальная нехватка воздуха. Она может стать причиной образования сажи. Если холодному топливу не дать достаточно времени на смешивание с воздухом, то произойдет реакция не окисления, а крекинга. В результате крекинга рвутся углеводородные цепочки в топливе и отщепляются атомы углерода. Образуется сажа. Чистый углерод (сажа) очень инертен. Однако в процессе сжигания для сгорания этих частиц сажи не остается достаточно времени. Это причина образования сажи и, как следствие, выбросов частиц у дизельных двигателей. Длительность прогорания смеси становится тем меньше, чем больше имеется времени на подготовку топлива и смешивания его с воздухом. Основные проблемы выбросов вредных веществ у дизельных двигателей являются выбросы оксидов азота и частиц. Оба этих вредных компонента также стоят в центре внимания в плане дальнейшего снижения предельных значений у дизельных двигателей. На работу двигателя крупнотоннажного судна в сутки расходуется порядка 40 тонн топлива. При работе судовых двигателей не сгорает 2% применяемого (преимущественно дизельного) топлива, недожог которого оказывает негативное влияние на экологию.

В процессе сгорания происходит образование:

- оксидов углерода, азота, серы;
- атомарного водорода;
- низкомолекулярных углеводородов;
- сажи.

Источниками вредных выбросов являются производные химических веществ, соединений и элементов, содержащихся как в атмосферном воздухе, так и в топливе, и тем более в продуктах сгорания дизельного топлива. В связи с этим качественное и количественное снижение вредных веществ и соединений в отработанных газах может быть достигнуто: во-первых, путем уменьшения количества вредных составляющих в

исходных топливе и воздухе, участвующих в процессе горения; во-вторых, организацией процесса сгорания топлива, при котором разности локальных температур сгорания топлива по объему горения были бы минимальными, а температура в локальных зонах объема горения была бы выравнена ($\text{grad } t^\circ \approx \text{const}$); в-третьих, изменением формы и размеров объема горения; в-четвертых, подачей в зону горения минимально возможного количества воздуха из атмосферы с температурой подогрева, при которой количество кислорода в его составе наибольшее [8].

Далее, анализируя приведенные выше варианты использования водорода и кислорода на морских судах, нужно отметить следующее.

1. Кроме проблем защиты воздушного бассейна любой судовладелец, при постройке судна, стремится к увеличению дедвейта при неизменном водоизмещении. Это можно достичь, например, путем облегчения веса судовой энергетической установки, что осуществляется использованием водорода и кислорода.

2. В первом предложенном варианте судно использует для работы двигателя не воздух, а кислород. Такой двигатель более экологически безопасен и более экономичен, чем традиционный [3].

3. Во втором варианте запасы водорода и кислорода для работы двигателя загружаются в специальные танки на весь рейс и расходуются по мере необходимости.

4. В третьем варианте водород и кислород загружаются для работы только на сутки, а в дальнейшем, в течении рейса, судовая установка получает кислород и водород из морской воды самостоятельно.

Каждый из приведенных вариантов обладает своими преимуществами и недостатками, но главное их преимущество в том, что любой из них экологически безопасен и экономически рентабелен и имеет меньшее по массе оборудование, что увеличивает дедвейт судна.

Выводы.

1. Описаны отрицательные последствия для окружающей и морской среды использования на морском флоте традиционного судового дизельного топлива.

2. Предложено отказаться от использования традиционного дизельного топлива и атмосферного воздуха.

3. Предложено использовать в качестве судового топлива водород, а в качестве окислителя кислород (100 %).

4. Даны технические предложения по получению водорода и кислорода методом каталитического разложения воды.

5. Для нового судового топлива необходима разработка новой конструкции судовой энергетической установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Leonov V.Ye., Hodakovskiy V.F., Kulikova L.N. Osnovyi ekologii i ohrana okruzhayushey sredy : monografiya. Edited by Doctor of Technical Sciences, professor Leonov V.Ye. Kherson: Kherson State Maritime Academy, 2010. 352 p.

2. Leonov V.Ye., Hodakovskiy A.V. Ecology and environmental protection: tutorial. Edited by Doctor of Technical Sciences, professor Leonov V. Ye. Kherson: Izdatelstvo KhGMA. 2016. 352 p. ISBN 978-966-2245-34-9

3. Leonov V., Gurov A. GREENHOUSE EFFECT. FICTION or RESULT of the PROLONGED ACTION of the TECHNOGENIC SYSTEMS? The Scientific Heritage: Hungary: 2021. № 60. Vol. 1. P. 29-39. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-60-1-29-29-39. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44726893>

4. Karavaev M.M., Leonov V.Ye., Popov I.G., Shepelev E.T. Tehnologiya sinteticheskogo metanola : monograph. M.: Chemia. 1984. 240 p.
5. Leonov V.Ye., Dmitriev V. I. Ways to improve the efficiency of sea freight : monograph. M: MORKNIGA. 2019. 299 p. URL:<http://www.morkniga.ru/p828682>. ISBN 978-5-902080-40-4.
6. Леонов В.Е., Чернявский В.В. Современные методы исследований и обработки экспериментальных данных : монография / под. ред. д.т.н., профессора В. Е. Леонова. Херсон: ИЦ ХГМА, 2020. 520 с. ISBN 978-966-2245-60-8.
7. Леонов В.Є., Гацан О.А., Гацан В.А. Плавучий комплекс для глибоководного видобутку сірководню із морської води і спосіб запуску плавучого комплексу: пат. 92422 Україна. заявл. 25.10.2010; опубл. 23.08.2012, Бюл. № 31.
8. Продукты загрязнения атмосферы продуктами сгорания : URL:<https://www.eprussia.ru/epr/106/8253.htm>

IMPACT OF SEA AND RIVER TRANSPORT ON THE ENVIRONMENT AS AN URGENT PROBLEM

Pozdniakova V., Marukhenko O.

Azov Maritime Institute

National University Odessa Maritime Academy

(Ukraine)

Introduction. In connection with the economic development and the increasing of human economic activity, the transportation of various cargoes by water transport is increasing and accounts for 60-67% of the world cargo turnover. At the same time, there is a negative impact on the environment, its pollution, the consequences of which affect both the existing generation and the future one.

The purpose of the study. Therefore, the impact of water transport on the environment is an urgent and pressing issue of the day. Ecological hazard of water transport is represented by two components - operational and accidental. The causes of pollution of the world ocean water area as a result of ship operation are sewage and oily waters, ship engines. Accidents result in oil products and other toxic substances. Ecological damage is caused by exhaust gases discharged from ships, collisions with mammals and noise pollution.

The results of the study. Ship accidents cause 14% of oil pollution. The main contribution is made by tankers. The main causes of accidents are:

- collisions;
- grounding;
- explosions;
- fires;
- engine damage.

Thus, during the disaster caused by the grounding of the tanker "Tory Canyon" near the southwest coast of England in 1967, there was a spill of 117 thousand tons of oil. The tanker Argo Merchant lost 29,000 tons of product off the coast of Massachusetts America in 1977. The Exxon Valdez tanker collided with a reef off the coast of Alaska in 1989 and spilled over 45,000 tons of oil. The leak from the Greek tanker "Tazman Spirit" in 2003 was 7,000 tons [1].

Pollution of the environment by water transport occurs through two channels: firstly, sea and river ships pollute the biosphere by wastes of operational activity, and secondly, by emissions in cases of accidents of ships with toxic cargoes, mainly oil and petroleum products.

In usual operation conditions, the main sources of pollution are ship engines, first of all, the main power plant as well as the water used for washing cargo tanks and ballast water discharged overboard from the cargo tanks [2].

Power plants of ships pollute the atmosphere with exhaust gases, from where toxic substances partially or almost completely get into waters of seas, rivers, and oceans. Steam-turbine vessels account for a small share, and their number has been decreasing in recent years (due to less efficiency in comparison with diesel engines). So far, there are only a few gas turbine units.

River and sea vessels move for long distances at a set speed, at which the engines operate for a long time in an optimal mode, and therefore the exhaust gases contain a minimum of toxic substances. Engines of various types on ships pollute the atmosphere and the hydrosphere, and the amounts of land and aquatic pollution are statistically related. Reducing pollution on continents has an immediate effect on reducing pollution in rivers, lakes, seas and oceans. However, the degree of harm caused to the air and aquatic environments may be different, and the question of assessing the environmental and economic consequences cannot yet be considered resolved. It is estimated that pollution of the world's oceans reduces their productivity by 20-25%. The yield of agricultural land in mainland areas is reduced by the same amount.

Using data on maritime transport activities, it is possible to estimate the amount of harmful emissions and the harm it does to the environment. Water transport carries a large amount of oil cargo, which increases the effect of pollution of the aquatic environment due to the large amount of hydrocarbons. At the same time, tankers account for more than 50% of marine pollution by oil and petroleum products.

CO, CO₂, CH gases are heavier than air and accumulate on the surface of the aquatic environment. CO and gaseous hydrocarbons emitted by ship diesel engines take part in oxidative reactions and finally turn into CO₂, the presence of which in the atmosphere causes the greenhouse effect. In the first approximation the ecological damage to the aquatic environment can be calculated as a sum of losses from sulfuric anhydride, nitrogen oxides, soot and emissions of unburned fuel of ship engines, as well as evaporation of oil cargoes of the transport fleet [3].

Calculations of environmental damage from operation of individual types of power plants have shown a significant advantage of gas turbines over diesel power plants with a low-waste engine. Thus, the environmental and economic damage of the former is about 5% of the damage of the latter. Additional ecological harm from emissions of oxidizing nitrogen, carbon dioxide, carbon monoxide and gaseous carbohydrates by NPP is connected with their participation in creation of greenhouse effect. However, the quantitative side of this issue has not yet been sufficiently studied. In addition, nitrogen oxides destroy ozone and stratosphere, which leads to a number of negative natural phenomena. It is necessary to take into account the harm to the aquatic environment from heavy metals and oxidizing, including iron, as well as from noise and vibration of heat engines.

Highly toxic oxidizing nitrogen, sulfur dioxide, soot, the concentration of which is high at high loads and gradually decreases at medium loads. At medium loads the concentrations of soot, SO₂, NO_x decrease significantly, and CO and CH increase. The greatest soot emission is observed at higher loads. However, the toxicity of CO and CH is low [3].

It follows from the above-stated that the main role in the sea pollution at sea transportations is played by emissions of heat engines; therefore, it is reasonable to raise a question about replacement of engines which use high-sulfur fuel with new cleaner and more economical ones. It is also justified from the ecological point of view to transfer ships from MODs to COs, since the volume of pollutant emissions in the latter is less.

Conversion of coastal ships and port fleet to natural gas and application of hydrogen from hydride accumulators to liquid fuel can play an important role. For this purpose it is necessary to carry out a complex of measures, including issues of utilization of vapors of liquid residual oil cargoes of tankers to ensure economic operation.

Conclusions. Disposal of oil cargo vapor is one of the effective measures to protect the environment. Such projects are now being developed. In this connection we can point out the equipment of offshore drilling platforms Gas turbine generators. The latter are expedient to use as a part of mobile power plants, research stations working in Arctic and Antarctic ice, ecosystems of which are lightly polluted.

The ecological situation in the world is steadily worsening, which makes it necessary to reassess the directions and prospects of power plant development, energy schemes used in ship installations and modes of their operation. The attitude to use of high-sulfur heavy fuel grades in ship power engineering can change due to the fact that amount of sulfur oxides in exhaust gases is directly proportional to the sulfur content in fuel. It should be expected that already in the coming years the priority will be given to such installations, in which the harmful environmental impact will be minimal due to the high energy efficiency.

REFERENCES

1. International Maritime Organization : URL: <https://www.imo.org/>
2. International Transport Workers' Federation : URL: <https://www.itfglobal.org/>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/MARPOL_73/78

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Швиденко І.К., Рященко О.І.

*Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
(Україна)*

Вступ. Україна є морською державою, яка серед причорноморських держав має найдовшу берегову лінію (1 628 км). Їй належить 57 % загальної площі чорноморського шельфу, у тому числі 87 % північно-західного шельфу. Антропогенні проблеми Чорного моря формуються і найбільш гостро проявляються в прибережній і шельфовій зоні морів, де сконцентрована господарська діяльність та основні джерела забруднення Чорного моря [1]. Найбільш потужними джерелами антропогенного забруднення північно-західної частини Чорного моря, особливо прибережної акваторії, є річковий стік та берегові точкові джерела, до яких у першу чергу відносяться випуски стічних вод різних суб'єктів господарювання, а також морські порти. Всі ці антропогенні джерела та природні фактори (режим температури, солоності, атмосферних опадів, вітру, течій та інше) обумовлюють формування гідрохімічного режиму вод і впливають на стан морської екосистеми [2].

Екологічні наслідки антропогенного забруднення становлять цілий комплекс явищ, найбільш суттєві з яких – прогресуюча евтрофікація, накопичення хімічних токсикантів у різних компонентах екосистеми, зниження біологічної продуктивності, мікробіологічне забруднення прибережних вод. Щорічно з річковими водами в морське середовище надходить 653 тис. тонн зважених речовин, понад 8 тис. тонн органічних речовин, близько 1,9 тис. тонн азоту і 1,2 тис. тонн фосфору [3]. Наслідком надмірної евтрофікації можна вважати так зване «цвітіння» води – інтенсивний розвиток мікрowodоростей, що відбувається за певних сприятливих умов і має вибухоподібний характер. Як наслідок зростає сапробність водойми, унаслідок якої порушуються процеси саморегуляції, самоочищення, відповідно змінюється стан всієї екосистеми. Одним із головних факторів, який провокує цвітіння води, є температура води.

Постановка мети та задач дослідження. Метою даної роботи є аналіз просторово-часової динаміки концентрації хлорофілу-*a* в Чорному морі та визначення кореляційних зв'язків між температурою поверхні води та концентрацією хлорофілу-*a*, за допомогою візуалізації та аналізу даних отриманих зі супутникових знімків MODIS Aqua порталу Giovanni NASA.

Методика досліджень полягає в створенні та візуалізації карт з усередненими значеннями концентрації хлорофілу-*a*, температури водної поверхні Чорного моря за 2015–2020 рр. та визначення між ними кореляційних зв'язків за допомогою інструментів порталу Giovanni NASA. Карти розподілу концентрації хлорофілу-*a* дають наочне уявлення про біологічну активність в басейні та її просторово-часову мінливість.

Основні результати. Giovanni (Geospatial Interactive Online Visualization And aNalysis Infrastructure) – платформа, де відображаються просторово-прив'язані дані із супутників NASA у різних форматах, включаючи анімацію, площинну візуалізацію, часові ряди, усередненні значення (меридіональні та зональні), вертикальні профілі тощо [4].

На основі супутникових даних MODIS Aqua порталу Giovanni NASA нами було створену карту усереднених значень концентрації хлорофілу-*a* у водній поверхні Чорного моря (рис. 1). Завдяки отриманим даним ми дослідили просторово-часову мінливість концентрації хлорофілу-*a* у водній поверхні Чорного моря за останні 5 років. Максимальні усереднені значення концентрацій хлорофілу-*a* відмічено в районах прилеглих до зон

аккумуляції річкових вод. Встановлено, що у міру віддалення від гирлових ділянок в бік відкритого моря концентрація знижується.

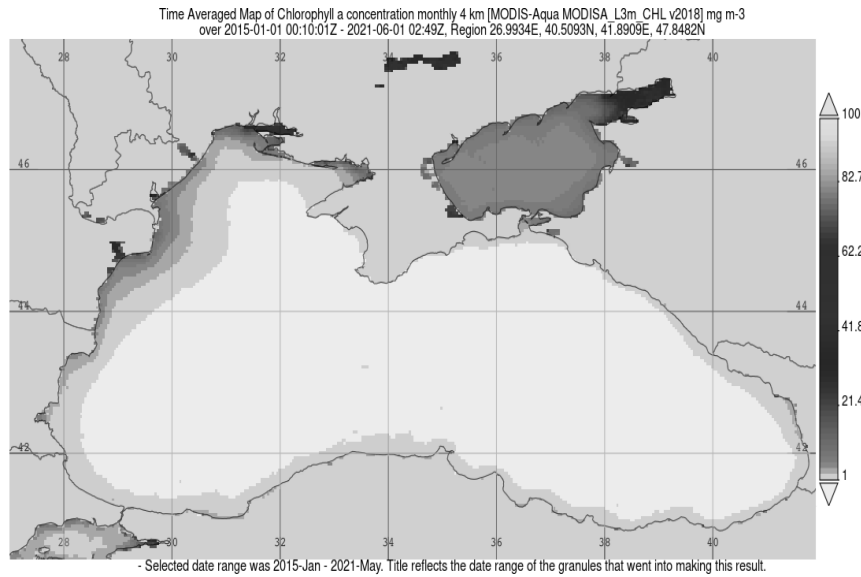


Рисунок 1 – Карта усереднених значень концентрації хлорофілу-а у водній поверхні Чорного моря за 2015–2021 рр., мг/м³

Аналіз супутникових даних показав, що у регіонах змішування вод середньобагаторічні значення концентрації хлорофілу-а коливались від 1,3 до 10,0 мг/м³, мінімальні значення в літній період зафіксовано у червні 2020 р. – 3,2 мг/м³.

Найвищі показники хлорофілу-а в зимовий період зафіксовано у листопаді 2020 р. – 5,7 мг/м³ (рис. 2, а). У відкритому морі середні значення хлорофілу-а становили: взимку від 0,4 до 0,5 мг/м³, влітку від 0,8 до 1,6 мг/м³. Мінімальні значення хлорофілу-а в літній період фіксували у 2015, 2016, 2020 роках, саме в липні показники становили в середньому 0,4 мг/м³. Максимальні показники хлорофілу-а в зимовий період було зафіксовано у лютому 2021 р. – 1,5 мг/м³ (рис. 2, б). Істотний вплив на просторово-часову мінливість концентрації хлорофілу-а надає річковий стік, особливо в період паводку.

Time Series, Area-Averaged of Chlorophyll a concentration monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_CHL v2018] mg m-3 over 2015-01-01 00:10:01Z - 2021-07-01 02Z, Region 29.2964E, 45.1916N, 33.9436E, 46.8945N

Time Series, Area-Averaged of Chlorophyll a concentration monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_CHL v2018] mg m-3 over 2015-01-01 00:10:01Z - 2021-07-01 02Z, Region 30.1275E, 42.3482N, 38.0376E, 43.9303N

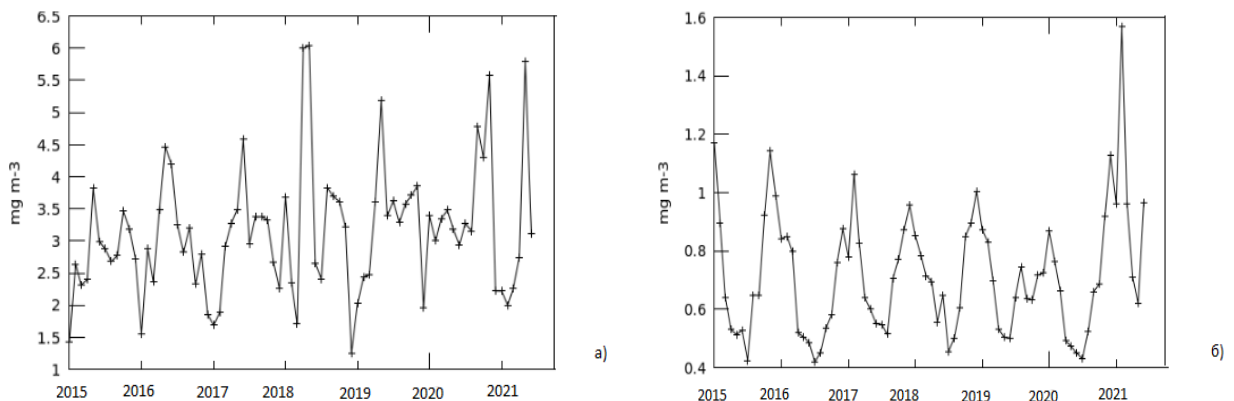


Рисунок 2 – Усереднений за площею часовий ряд щомісячної концентрації хлорофілу за 2015–2021 рр., мг/м³ (Modis Aqua, Giovanni NASA): а) зона змішування вод; б) відкрите море

Відомо, що температура поверхні моря також є одним із основних факторів, який здатен істотно впливати на перебіг фізико-хімічних і гідробіологічних процесів. Тому

варто провести дослідження термічного режиму басейну Чорного моря, оскільки він має певні особливості. Дистанційні методи вимірювання температури за допомогою супутників є на даний момент одними з найбільш інформативних методів отримання даних про просторовий розподіл температури поверхні моря.

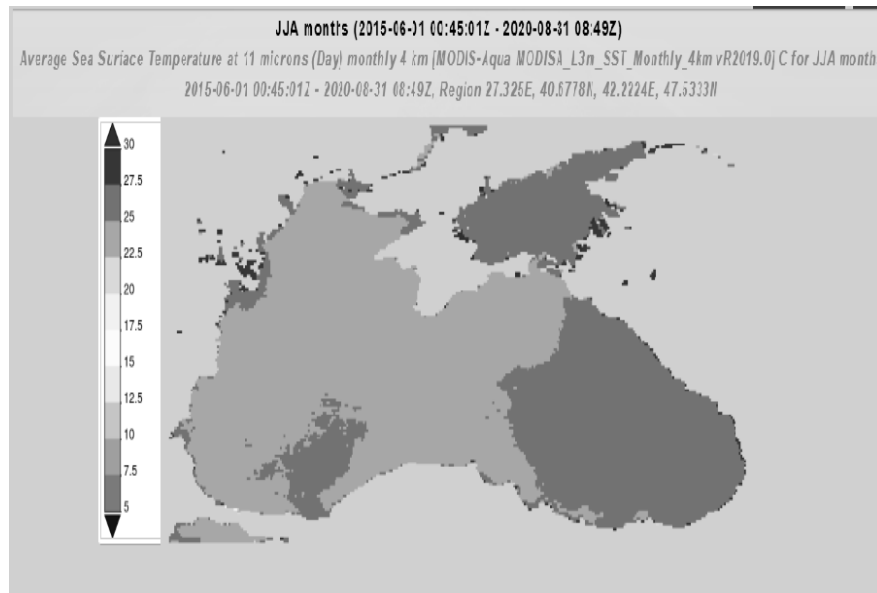


Рисунок 3 – Карта усередненої температури водної поверхні Чорного моря за літні місяці (червень-серпень) 2015–2020 рр., С (Modis Aqua, Giovanni NASA)

Аналіз космічних знімків дає можливість не лише характеризувати температуру води у Чорному морі, а й знаходити причини просторово-часових змін. Наведені на рис. 3 дані показують, що існують досить значні відмінності термічного режиму Чорного моря в його мілководній північно-східній ділянці і більш глибокій південно-західній. Так, зниження температури повітря зумовлює швидку зміну температури води в мілководній ділянці – вода тут стає істотно холоднішою за температуру води на більш глибоких ділянках. На температуру води північно-західної частини Чорного моря впливає прибережна мілина, стік річок Дністра, Дніпра і Дунаю, коливання рівня води біля берегів водойми, викликані дією вітру та водообмін з глибоководними районами моря. Для частини відкритого моря характерна найнижча температура поверхні води в усі сезони року, а середньорічні зміни температури води в прибережній зоні Чорного моря мають добре виражений сезонний характер.

На рис. 4 представлена зміна багаторічних (2015-2021 рр.) середньомісячних значень температури води за літній період, характерних регіонів прибережної зони північно-західної, північно-східної та східної частин моря. По всій довжині берегової лінії Чорного моря найнижчі температури води відмічаються в січні-лютому і відповідають мінімумам температури повітря.

У періоди теплих зим навіть у північному районі узбережжя Чорного моря в грудні-лютому середня за місяць температура становили 4,0-5,5 °С, а у південних – 6,0-8,0 °С. Абсолютні максимальні величини температури води в літній період в північній частині досягали 24,0-25,0 °С, а на півдні 25,0-28,0 °С. В кінці березня - початку квітня температура води швидко підвищується і досягає максимуму в липні-серпні, коли середньомісячні температури досягають 25-27 °С. Середньомісячні максимуми відрізняються мало (25-27 °С), а абсолютні максимуми досягають 30-32 °С в зоні гирла Дунаю (Приморське) (рис. 5).

Time Series, Area-Averaged of Sea Surface Temperature at 11 microns (Day) monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_SST_Monthly_4km vR2019.0] C over 2015-01-01 00:10:01Z - 2021-08-01 02:20:00Z, Region 27.325E, 40.6778N, 42.2224E, 47.5333N

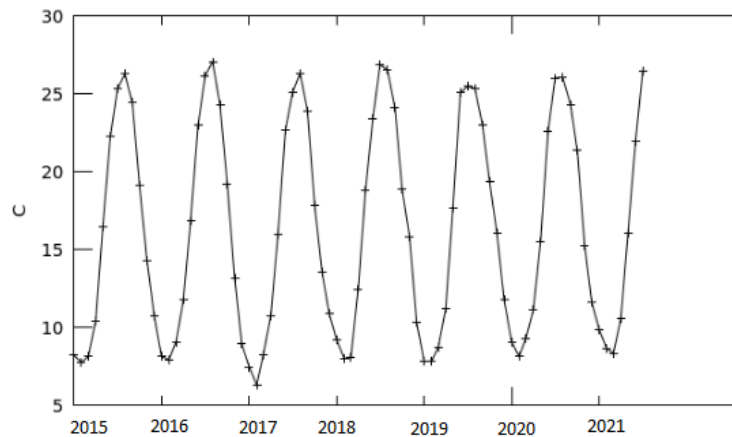


Рисунок 4 – Усереднені місячні показники температури водної поверхні Чорного моря за 2015-2020 рр., C (Modis Aqua, Giovanni NASA)

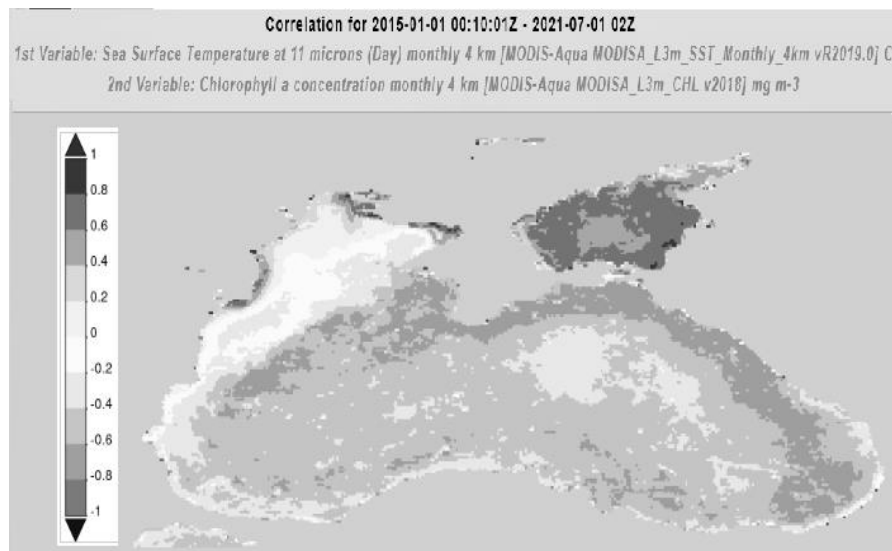


Рисунок 5 – Карта кореляції залежності хлорофілу а та температури водної поверхні у Чорному морі, 2015–2020 рр. (Modis Aqua, Giovanni NASA)

У приглибинних східних берегів, з хорошим водообміном, температура води влітку рідко досягала 30 °C. Практично кожен літній сезон в будь-якій частині північного узбережжя можливі різкі зниження температури води, які викликані західними і північно-західними вітрами, що супроводжуються згонами поверхневих вод і розвитком прибережного апвелінгу з виходом на поверхню більш холодних вод з нижчих горизонтів. Отже, дані які ми отримали свідчать про те, що на температуру води в Чорному морі істотно впливає і глибина: на мілководних ділянках температури води вища ніж на глибоких. Що в свою чергу також істотно впливає на процес евтрофікації.

Тому наступним нашим завданням було виявити чи існує зв'язок між «цвітінням» води, тобто концентрацією хлорофілу-а та температурою водної поверхні Чорного моря за допомогою візуалізації даних на порталі Giovanni NASA (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/doc/UsersManualworkingdocument.docx.html>).

На основі отриманих даних була створена карта кореляції температури водної поверхні Чорного моря та хлорофілу-а. Завдяки отриманим даним можна дійти висновку,

що в районах північно-західної частини Чорного моря, де частіше спостерігається висока концентрація хлорофілу-а, існує пряма залежність «цвітіння» води від температури водної поверхні моря. Проведений кореляційний аналіз показників температури водної поверхні та концентрації хлорофілу-а показав наявність лінійного позитивного зв'язку. Це пояснюється ще й тим, що частина моря від мису Каліакри (Болгарія) і до Каркіницької затоки є обширною мілководною областю та має значний обсяг річкового стоку Дунаю, Дністра, Південного Бугу і Дніпра.

У відкритому морі кореляційний зв'язок був від'ємний, тобто температура поверхневих вод мала досить низький вплив на «цвітіння» води. В такому випадку потрібно провести додаткові дослідження враховуючи температуру повітря, вітровий режим, солоності морської води.

Висновки. Ефективним засобом моніторингу стану водойм і, зокрема, Чорного моря є дистанційне зондування Землі, а також відповідна обробка, отриманих космічних знімків на платформі Giovanni NASA. Описані методи дають змогу встановлювати температуру поверхні води, концентрацію хлорофілу та визначати між ними кореляційну залежність.

На основі супутникових даних MODIS Aqua порталу Giovanni NASA нами було визначено концентрацію хлорофілу-а у відкритому морі та районах прилеглих до зон акумуляції річкових вод. Створено карту усереднених значень концентрації хлорофілу-а у водній поверхні Чорного моря за 2015-2021 рр. Створено карту усередненої температури водної поверхні Чорного моря за літні місяці (червень–серпень) 2015-2020 рр.

Виявлено чи існує зв'язок між «цвітінням» води та температурою водної поверхні Чорного моря за допомогою візуалізації даних на порталі Giovanni NASA. Проведений кореляційний аналіз показників температури водної поверхні та концентрації хлорофілу а показав наявність лінійного позитивного зв'язку. Створено карту кореляції температури водної поверхні Чорного моря та хлорофілу-а.

ЛІТЕРАТУРА

1. Комплексна оцінка впливу природних та антропогенних факторів на стан морського середовища України. *Звіт про науково-дослідну роботу НДУ «Український науковий центр екології моря»*. Том VI. 2018 р. С. 102. URL:http://www.sea.gov.ua/img/reports/2018/Theme_1_part6.pdf (дата звернення: 28.09.2021).
2. Стан довкілля Чорного моря. *Національна доповідь 1996-2000 рр.* Український науковий центр екології моря. URL:<https://mepr.gov.ua/files/docs/2report.compressed.pdf> (дата звернення: 28.09.2021).
3. Тучковенко Ю.С., Тучковенко О.А. Модель евтрофікації морських і лиманних екосистем северо-западного Причорномор'я. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2018. 21. С. 75-89.
4. Giovanni User Guide Version 1.1 URL:<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/doc/UsersManualworkingdocument.docx.html>
5. Репетин Л.Н., Романов А.С. Чурилова Т.Я. Апвеллинг в зоне антициклонической завихренности на шельфе южного Крыма. *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа*. Севастополь: Экокси-гидрофизика, 2010. Вып. 22. С. 205-227.

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ БАЛЛАСТНЫХ ВОД

Леонов В.Е., Ермоленко Я.В.

*Херсонская государственная морская академия
(Украина)*

Введение. Морской балласт является незаменимым для безопасной и эффективной эксплуатации современного морского транспорта, обеспечивая остойчивость судов, совершающих плавание порожнем и в грузу. Однако, балластные воды представляют серьёзную угрозу, как для окружающей среды и экономики, так и для биосферы, здоровья человека, морской флоры и фауны. Впервые понятие «биологическая, морская инвазия» возникло в 1988 году после того, как Канада проинформировала Комитет по Защите Морской Среды Международной Морской Организации (ММО) о том, что в Великих озёрах обнаружены морские организмы, несвойственные данной экосистеме.

Постановка задачи. Перенос чужеродных морских организмов в новые для них природные условия с балластными водами судов определён Глобальным Экологическим Фондом, как один из наиболее существенных угроз Мировому океану [1-3].

За последние десятилетия в связи с бурным развитием судоходства участились случаи расселения живых организмов с помощью судов в самые различные районы Мирового океана. Перенос чужеродных организмов судами может осуществляться с его балластными водами и осадками. По оценкам Международной Морской Организации ежегодный мировой оборот балластных вод составляет около 12 млрд. тонн.

Число видов, ежедневно перемещаемых с водяным балластом, превышает 7000. Многие из гидробионтов не только выживают в балластных водах, но и успешно адаптируются к новым условиям в портах и прилегающих акваториях при сбросе балласта.

Количество натурализовавшихся видов катастрофически увеличивается, что приводит к необратимым последствиям. Каждое судно, перевозящее и сбрасывающее балластные воды, может рассматриваться как источник потенциальной опасности – 90 % холерных заболеваний обусловлены именно переносом балластных вод. Инвазия чужеродных организмов морскими судами уже привела к многочисленным экономическим убыткам и пагубным воздействиям на природную среду и на здоровье населения прибрежных районов [4-8].

В 2004 году ММО приняла «Международную Конвенцию о контроле водного балласта и осадков судов и управления ими». Конвенция обязывает все коммерческие суда валовой вместимостью от 400 и выше выполнять определённые базовые требования, которые обеспечивают при сбросе водного балласта минимальную опасность причинения вреда окружающей среде и здоровью человека вследствие переноса вредных фито- и биоорганизмов. Согласно Конвенции на судне должен быть План управления водным балластом, в котором излагаются основные процедуры, связанные с управлением, удалением осадков в море, порту или сухом доке, процедуры по координации управления водным балластом с властями прибрежного государства или порта, в водах которого выполняются такие действия. На судне должен вестись Журнал операций с водным балластом, а судно и его соответствующее балластное оборудование подлежит периодическим освидетельствованиям для получения Международного свидетельства об управлении водным балластом.

Согласно требованиям Международной конвенции по борьбе с загрязнениями с судов MARPOL – 73/78 [9] в части контроля и управления балластными водами и седиментами каждое судно должно иметь на борту подготовленный «План по управлению балластными водами» (Ballast Water Management Plan), а также иметь и вести журнал регистрации балластных вод. Приложение В – 4 в MARPOL–73/78 рекомендует замену балластных вод производить не ближе 200 морских миль до берега на глубине не менее 200 м, США и Канада – требуют на глубине не менее 2000 м. Бразилия предписывает перед сбросом производить обработку балластных вод на судне химическими препаратами.

Результаты исследований. В настоящее время ММО подготовлено Приложение VII к MARPOL–73/78, которое относится к вопросу безопасного управления водным балластом на борту судна. Предложен новый стандарт D-2 для безопасного управления водным балластом. Но до сих пор это Приложение не внедрено в морскую практику.

В результате анализа и обобщения научно-технических и патентных материалов следует выделить следующие способы обработки балластных вод – Ballast Water Treatment (BWT) – и их нейтрализации [10-13]:

1. Высокотемпературная деструкция.
2. Ультрафиолетовая обработка BWT.
3. Химическая обработка BWT.
4. Ультразвуковая обработка BWT.
5. Биологическая обработка BWT.
6. Физическая обработка BWT.
7. Комбинированная обработка BWT.
8. Использование инертных газов при обработке BWT.

Однако перечисленные способы имеют существенные недостатки.

Научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы, проводимые нами, включают три основных направления, отличные от известных научно-технических и патентных материалов, а именно [10-12]:

1. Реализация безбалластных морских логистических перевозок, что позволит исключить процедуры морских систем балластировки – дебалластировки и, соответственно, исключить «морскую инвазию».

2. Разработка технологии обезвреживания балластных вод непосредственно на борту судна, отвечающей требованиям ресурсосбережения, экономической эффективности и экологической безопасности.

3. Разработка эффективных нейтрализаторов чужеродных организмов в балластных водах, не приводящих к повторному загрязнению морской среды и не представляющих опасность для экипажа судна.

В настоящей статье предложен эффективный, экономически обоснованный и экологически безопасный способ обезвреживания судовых балластных вод непосредственно на борту судна.

Суть способа заключается в следующем:

1) морская вода перед подачей в балластные танки подвергается очистке от взвешенных частиц с помощью гидроциклонов на борту судна, что позволяет исключить осаждение седимента в балластных танках, образующийся после очистки морской воды осадок сбрасывается в морскую среду без ущерба для морской среды;

2) после загрузки в балластные танки морская вода подвергается обработке согласно патента Украины [14] с получением гипохлорита натрия – основного обеззараживающего вещества микроорганизмов, содержащихся в балластных водах, одновременно с этим образуется газовая фаза, содержащая водород и кислород, эта газовая смесь направляется в каталитический реакторный аппарат, где при ее сжигании

выделяется теплота, используемая для каталитической нейтрализации отработанных газов судовых энергетических установок от токсических веществ и соединений;

3) процесс по п.2 организуется по циркуляционному принципу – балластная вода направляется на стадию получения гипохлорита натрия, возвращается в балластный танк и так до тех пор пока не будет достигнута необходимая масса гипохлорита натрия в балластной воде, достаточной для полного обезвреживания чужеродных организмов, содержащихся в балластной воде;

4) процесс по п.3 осуществляется в процессе штатного перехода и по прибытии в порт назначения обезвреженная балластная морская может быть сброшена в морскую среду, либо откатана в хранилище для последующего использования другими судами;

5) предложенная схема не требует процедуры балластировки-дебалластировки, обладает высокими технико-экономическими и экологическими показателями, обладает комплексностью очистки балластных вод и отработанных газов СЭУ, необходимое оборудование компактно размещается в машинно-котельном отделении, не требует дополнительного персонала, окупаемость не более трех лет.

По нашему мнению ММО может принять за основу разработанную нами технологию обезвреживания судовых балластных вод при окончательной подготовке Приложения VII к МАРПОЛ–73/78.

Выводы.

1. Выполнен анализ состояния проблемы использования судовых балластных вод в процессе морских грузоперевозок.

2. Описаны пути нейтрализации судовых балластных вод – физические, химические, биологические, комбинированные способы.

3. На основании научно-исследовательских работ предложена простая технология нейтрализации, обезвреживания судовых балластных вод с помощью хлор-содержащих соединений, полученных из морской воды непосредственно на борту судна.

4. Для практических целей разработана комплексная технология обезвреживания судовых балластных вод непосредственно на борту судна, включающая физический и химический способы.

5. Разработанная технология обезвреживания судовых балластных вод обладает научной новизной, простотой, гибкостью управления и экономическими преимуществами.

ЛИТЕРАТУРА

1. IMO- Model Course 1.38 Marine environmental awareness. London : IMO, MEPC, 2010. 37 p.

2. Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнения. МКУБ. С-Пб. : ЦНИИМФ, 2010. 137 с.

3. Аладдин Н.В., Плотников И.С., Смуров А.О. Балластная вода – это требующая решения серьезная проблема. Материалы тезисов докладов Clean Baltic Sea Shipping Russian Seminar I, 17-18 октября 2012., Мальме, Троллеборг, Швеция.

4. Леонов В.Е. Основы экологии и охрана окружающей среды : монография. / В.Е. Леонов, В.Ф. Ходаковский, Л.Б. Куликова; под ред. Леонова В.Е. Херсон : Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2010. 352 с.

5. Дмитриев В.И., Леонов В.Е. Обеспечение безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды : монография / В.И. Дмитриев, В.Е. Леонов, П.Г. Химич и др.; Херсон : С-Пб, Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2012. 397 с.

6. Леонов В.Е. Обеспечение экологической безопасности судоходства : монография / Леонов В.Е., Соляков О.В., Химич П.Г., Ходаковский В.Ф.; под ред. Леонова В.Е. Херсон : С-Пб, Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2014. 188 с.

7. Леонов В.Е. Современные информационные технологии обеспечения безопасности судоходства и их комплексное использование : монография / В.Е. Леонов, В.И. Дмитриев., О.М. Безбах и др.; под ред. Леонова В.Е. Херсон : С-Пб, Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2014. 324 с.
8. Дмитриев В.И., Леонов В.Е. Основы обеспечения безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды : монография / В.И. Дмитриев, В.Е. Леонов., П.Г. Химич и др. М : МОРКНИГА, 2014. 407 с.
9. MARPOL Consolidated edition 2011: Articles, Protocols, Annexes and Unified Interpretations of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 as modified by the 1978 and 1997 Protocols. London : CPI Group, 2011. 447 p. ISBN 978-92-801-1532-1.
10. Леонов В.Е., Ермоленко Я.В. Балластные воды в судоходстве: глобальная экологическая проблема. Sciences of Europe. Praha : 2016. № 1, Vol. 1. P. 80-87.
11. Leonov Valeriy Ye. ,Yermolenko Ya. V. Research and Development Effective Methods of Cleaning and Disinfection of Ballast Water. American Scientific Journal. 2016. № 1 (1), Issue 2, P. 44-50.
12. Леонов В.Е, Чернявский В.В. Современные методы исследований и обработки экспериментальных данных : монография / под ред. В.Е. Леонова. Херсон : Издательство ХГМА. 2020. 520 с. ISBN 978-966-2245-60-8
13. Леонов В.Е., Сыс В.Б., Чернявский В.В., Сыс В.В. Современные технологии автоматизации безопасного управления судами, энергосбережения, защиты морской и окружающей среды : монография / под ред. В.Е. Леонова. Херсон : Издательство ХГМА. 2019. ISBN 978-966-2245-66-0.
14. Леонов В.Є. Рубльов І.І. Патент на корисну модель «Спосіб отримання гіпохлориту натрію для знешкодження судових баластних вод і водню з морської води». Патент України на корисну модель № 117873. Опубліковано 10.07.2017. Бюл. № 13.

СЕКЦІЯ:

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В МОРСЬКІЙ ГАЛУЗІ

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПІДЙОМУ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНОГО ПРЕДМЕТУ ВОДОЛАЗАМИ-САПЕРАМИ ДСНС УКРАЇНИ

Соловійов І.І.

*Аварійно-рятувальний загін спеціального призначення ГУ ДСНС України
у Херсонській області
(Україна)*

Стрілець В.М.

*Національний університет цивільного захисту України
(Україна)*

Вступ. Незважаючи на те, що існуючий рівень технологічного прогресу дозволяє протягом 2010 та 2030 роками на 100% збільшити використання водних ресурсів, всі прибережні країни ЄС зіткнулись з викликами, що пов'язані із повоєнними залишками вибухонебезпечних [1,2] та хімічних [3,4] речовин у водних акваторіях. Крім цього у всьому світі на цей час встановлено біля 70 мільйонів мін, з яких, ймовірно, 15% встановлені на мілководні ділянки внутрішніх водоймищ [5]. В Україні ці виклики усугубляються як значною кількістю вибухонебезпечних предметів на узбережжі Чорного та Азовського морів, характерним прикладом чого є Херсонська область [6], так і збільшенням вибухонебезпечних предметів, які забруднюють мирні водні акваторії внаслідок агресії Росії. З урахуванням того, що в нашій країні питання підвищення розвідки та розмінування водного середовища у порівнянні з ліквідацією вибухонебезпечних предметів на суходолі, де накопичено величезний досвід [7], потребують подальшою розробки [8], проблема підвищення ефективності попередження надзвичайних ситуацій (НС), пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, є актуальною.

Актуальність дослідження. Питання передового досвіду, який використовується під час обстеження та знешкодження підводних вибухонебезпечних боєприпасів, наведені в [9], але там розглядаються конкретні випадки та надається їх аналіз. Це надає національним органам влади і організаціям з протимінної діяльності керівництво можливістю краще зрозуміти проблеми і складності підводних обстежень і операцій з розмінування. Проте при цьому питання прогнозування результатів діяльності водолазів-саперів та подальшого управління відповідними надзвичайними ситуаціями залишаються поза увагою.

В більшості наукових досліджень, де розглядаються питання управління надзвичайними ситуаціями, пов'язаними з вибухо- та хімічно небезпечними об'єктами, основна увага звертається на характеристику об'єкта та результати його обстеження [10, 11], у тому разі підвищення оперативності інформування військ щодо мінної обстановки безпосередньо в районі бойових дій [12], оцінку ризику [13], а також потенційні проблеми, що пов'язані із здоров'ям та підготовкою особового складу піротехніків [14-16].

Таким чином, з урахуванням результатів проведеного аналізу, які показали, що найменше всього уваги приділяється безпосереднім діям водолаза-сапера, а також того, що серед останніх вже проводились дослідження стосовно підводного пошуку вибухонебезпечних предметів [17], важливою та нерозв'язаною частиною проблеми підвищення ефективності попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, є відсутність математичної моделі підйому вибухонебезпечного предмету під час підводного розмінування водних акваторій.

Постановка задачі. Метою дослідження є побудови багатофакторної моделі підйому вибухонебезпечного предмету водолазами-саперами.

Для досягнення поставленої мети потребують вирішення наступні завдання:

- вибір плану для проведення багатофакторного експерименту;
- отримання та оцінка вихідних даних;
- визначення параметрів багатофакторної моделі підйому вибухонебезпечного предмету водолазами-саперами;
- перевірка достовірності багатофакторної моделі підйому вибухонебезпечного предмету водолазами-саперами.

Результати досліджень. Визначення показників, що характеризують процес підйому вибухонебезпечного предмету з глибини, стосовно якого практично відсутні експериментальні дані щодо часу виконання для всіх варіантів реалізації плану 3x3x2, стосовно яких практично відсутні експериментальні дані щодо часу виконання, представляє значну складність. Виходячи з цього було прийнято рішення щодо їх отримання за результатами експертного оцінювання.

Таким чином, застосування методу безпосередніх експертних оцінок (приклад цього наведено в табл. 1) дозволило отримати статистичні показники часу підйому вибухонебезпечного предмету у відповідності до обраного плану 3x3x2.

Таблиця 1 – Результати експертного оцінювання розглянутих у відповідності до плану 3x3x2 варіантів підйому вибухонебезпечного предмету у нормованому вигляді

Варіант підйому	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x ₁	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0
x ₂	-1	-1	0	0	1	1	-1	-1	0
x ₃	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
\tilde{X}	1,000	0,938	0,694	0,635	0,546	0,474	0,881	0,754	0,507
$\sigma_{\tilde{x}}$	0,155	0,153	0,149	0,147	0,142	0,138	0,136	0,132	0,123
Варіант підйому	10	11	12	13	14	15	16	17	18
x ₁	0	0	0	1	1	1	1	1	1
x ₂	0	1	1	-1	-1	0	0	1	1
x ₃	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
\tilde{X}	0,395	0,297	0,185	0,843	0,694	0,429	0,268	0,159	0,000
$\sigma_{\tilde{x}}$	0,129	0,102	0,104	0,123	0,129	0,119	0,112	0,102	0,095

Упорядкування результатів багатофакторного експертного моделювання таким чином, що найгірші показники відповідають рівню "-1-1-1", а найкращі – "+1+1+1", дозволяє суттєво спростити побудову конкретних поліноміальних моделей, які необхідно знайти, оскільки в результаті цього під час розрахунку оцінок коефіцієнтів b_0, b_i, b_{ii}, b_{ij} можна використовувати [18] готові формули:

$$b_0 = A_0(0Y) - \sum A_{0i}(ii0Y), \quad (1)$$

$$b_i = A_i(iY), \quad (2)$$

$$b_{ij} = A_{ij}(ijY), \quad (3)$$

$$b_{ii} = A_{ii}(iiY) - A_{0i}(0Y), \quad (4)$$

де $A_0, A_{0i}, A_i, A_{ij}, A_{ii}$ – постійні для розрахунку коефіцієнтів регресії при симетричних планах; $0Y, iiY, iY, ijY$ – суми результатів експертних оцінок в табл.1.

Це дозволило за отриманими результатами (табл.1), використовуючи (1)-(4), розрахувати коефіцієнти трифакторної квадратичної моделі, які встановлюють кількісний

зв'язок між часом підйомом вибухонебезпечного предмету (в нормованих перемінних) та обраними факторами:

$$y_{\text{підйом}} = 0,449 - 0,158 \cdot x_1 - 0,285 \cdot x_2 - 0,057 \cdot x_3 + 0,054 \cdot x_1^2 + 0,077 \cdot x_2^2 - 0,059 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,021 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,004 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (5)$$

Наявність моделі (5) дозволяє отримати оцінки середнього часу підйому вибухонебезпечного предмету водолазом-сапером у відповідності до визначеного співвідношення обраних факторів, здійснивши зворотній перехід:

$$t(x_1, x_2, x_3) = y_{\text{підйом}}(x_1, x_2, x_3) \cdot [\tilde{t}(-1, -1, -1) - \tilde{t}(+1, +1, +1)] + \tilde{t}(+1, +1, +1) \quad (6)$$

Таким чином, отримано багатофакторну модель підйому вибухонебезпечного предмету водолазами-саперами у вигляді три факторного квадратичного поліному, коефіцієнти якого встановлюють кількісний зв'язок між рівнем підготовленості особового складу, зовнішніми умовами, в яких він працює, та спорядженням рятувальників.

Перевірка достовірності багатофакторної моделі підйому вибухонебезпечного предмету водолазами-саперами (5) проводилась шляхом порівняння результатів, отриманих у відповідності до (6), з результатами реального підйому вибухонебезпечних предметів особовим складом відділення підводного розмінування групи піротехнічних робіт та спеціальних водолазних робіт аварійно-рятувального загону спеціального призначення Головного управління ДСНС України у Херсонській області.

Аналіз математичної моделі (5) показав, що у випадку підйому вибухонебезпечного предмету підвищення рівня підготовленості більш сильно буде проявлятися у водолазів-саперів з первинним рівнем, як і те, що саме для них на зниження ефективності підводного розмінування будуть впливати погані зовнішні умови роботи. Тобто, підвищену увагу потрібно звернути на підготовку водолазів-саперів до роботи в складних умовах та на планування оперативної діяльності спеціалізованого піротехнічного підрозділу. Крім цього, видно, що є велика необхідність у застосуванні новітніх технічних рішень, щоб зменшити вплив поганих умов підводного розмінування.

Висновки. Результати, які були визначені за допомогою математичної моделі (5) підйому вибухонебезпечного предмету водолазами-саперами, співпадають з результатами натурних експериментів та укладаються в довірчі інтервали, які розраховані з надійністю 0,95, що підтверджує надійність розробленої математичної моделі підводного розмінування під час ліквідації відповідної надзвичайної ситуації.

Оперативно-технічні рекомендації, які були розроблені за результатами аналізу математичної моделі підйому вибухонебезпечного предмету водолазами-саперами впроваджені в практичну діяльність відділення підводного розмінування групи піротехнічних робіт та спеціальних водолазних робіт аварійно-рятувального загону спеціального призначення ГУ ДСНС України у Херсонській області.

ЛІТЕРАТУРА

1. Torsten Frey, Jacek Beldowski, Edmund Maser. Explosive Ordnance in the Baltic Sea: New Tools for Decision Makers. *The Journal of Conventional Weapons Destruction*. 2020. Vol. 23: Iss. 3, Article 11. URL: <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol23/iss3/11>
2. Beck A.J., Gledhill M., Schlosser C., Stamer B., Böttcher C., Sternheim J., Greinert J. and Achterberg EP (2018). Spread, Behavior, and Ecosystem Consequences of Conventional Munitions Compounds in Coastal Marine Waters. *Frontiers in Marine Science*. 5:141. DOI: 10.3389/fmars.2018.00141
3. Ong, Caroline, Tamara Chapman, Raymond Zilinskas, Benjamin Brodsky and Joshua Newman (2013). Chemical Weapons Munitions Dumped at Sea: An Interactive Map.

- James Martin Center for Nonproliferation Studies. Available at: http://cns.miis.edu/stories/090806_cw_dumping.htm
4. Long Terrance P. An International Overview of Sea Dumped Chemical Weapons: The Way Forward. *Conventional Weapons Convention Coalition*. 2013. Available at: <http://www.cwcoalition.org/wp-content/uploads/2010/12/longpaper.pdf>
 5. Dario Matika, Slavko Barić Maritime environmental security. *Scientific Journal of Maritime Research*. 2016. Vol. 30, pp. 19-27. Available at: file:///C:/Users/User/Downloads/357_16_1_Matika_Baric.pdf
 6. Соловійов І.І., Стрілець В.М. Проблемні питання виконання робіт з підводного розмінування. *Енергозбереження та промислова безпека: виклики та перспективи*. Третя міжнародна науково-практична конференція. Київ: КПП, ННДІ ПБтаОП. 2020. С. 225-231.
 7. Наказ ДСНС України від 08 серпня 2018 року № 461 «Про затвердження Стандартної оперативної процедури 09.10-12(1)/ДСНС "Порядок проведення органами та підрозділами цивільного захисту очищення (розмінування) територій, забруднених вибухонебезпечними предметами. Оперативне реагування"».
 8. Наказ ДСНС України від 21 січня 2020 року № 68 «Про реалізацію основних заходів з протимінної діяльності у 2020 році та проведення спеціальних вибухових робіт».
 9. Humanitarian Demining, Geneva International Centre for, "A Guide to Survey and Clearance of Underwater Explosive Ordnance" (2016). Global CWD Repository. 1326. Available at: <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-globalcwd/1326>
 10. Frederic Maussang, Jocelyn Chanussot, Michèle Rombaut, Maud Amate (2009). From statistical detection to decision fusion : detection of underwater mines in high resolution SAS images. *Advances in Sonar Technology, edited by Sergio Rui Silva, In-Tech*, pp.111-150, 2009, 978-3-902613-48-6. fhal-02118475f. Available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02118475/document>
 11. Mareike Kampmeier, Eefke M.van der Lee, UweWichert, JensGreinert (2020). Exploration of the munition dumpsite Kolberger Heide in Kiel Bay, Germany: Example for a standardised hydroacoustic and optic monitoring approach. *Continental Shelf Research*. Vol. 198, 15 July 2020, 104108. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2020.104108>
 12. Коцюруба В., Цыбуля С., Рыбалко В. Обоснование применения метода воздушной разведки района интенсивного применения минного оружия. *Журнал научных трудов «Социальное развитие и безопасность»*, Вып. 9, март 2019 г., С. 60-68, DOI: 10.33445 / sds.2019.9.1.5.
 13. Sayle, Stephen; Windeyer, Tom; Charles, Michael; Conrod, Scott; Stephenson, Malcolm (2009). Site Assessment and Risk Management Framework for Underwater Munitions. *Marine Technology Society Journal*. Vol. 43, Number 4, Fall 2009, P. 41-51(11). DOI:<https://doi.org/10.4031/MTSJ.43.4.10>
 14. The British Army - Commando Engineer Diver. *UK Ministry of Defence*. Retrieved 17 April 2017. Available at: <https://www.army.mod.uk/who-we-are/corps-regiments-and-units/corps-of-royal-engineers/>
 15. Marco Werman, Irwin Loy (2013). Training to Become Cambodia's First Underwater Deminers. *The World (Arts, Culture & Media)*. March 07, 2013. 12:40 PM CST. Available at: <https://www.pri.org/stories/2013-03-07/training-become-cambodias-first-underwater-deminers>
 16. Mijajlovic, Veselin (2013). The Regional Center for Divers Training and Underwater Demining. *The Journal of ERW and Mine Action*. Vol. 17: Iss. 2 , Article 13. Available at: <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol17/iss2/13>
 17. Соловійов І.І., Стецюк Є.І., Стрілець В.М. Закономірності розходу повітря під час підводного розмінування водних акваторій. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2020. № 2 (32). С. 132-144. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4400181>
 18. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. М. : Финансы и статистика, 1981. 263 с.
-

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ СУДНОВОДІЯ В КРИТИЧНИХ СИТУАЦІЯХ

Бень А.П., Паламарчук І.В., Радін В.К., Піоваров Ю.В., Федоров А.І.

Херсонська державна морська академія

(Україна)

Вступ. Зростання інтенсивності морських перевезень за останнє десятиріччя призвело до значної кількості морських аварій, у тому числі з людськими жертвами і складними техногенними наслідками, тому підвищення безпеки судноводіння є однією з найбільш важливих проблем сучасного судноплавства. Застосування сучасних інформаційних систем управління рухом судна, з одного боку – полегшує працю судноводіїв, але з іншого – чим складніше функції таких систем, тим гостріше відчувається потреба в координуванні роботи технічних засобів управління судном та формування інформації, що надається судноводієві. Іншою важливою проблемою сьогодення є підвищення точності дотримання суднами планованої траєкторії руху [1-3].

Актуальність дослідження. Як показує аналіз причин виникнення аварій на морі, головним їх фактором є і залишається, так званий, людський фактор. Більшість навігаційних аварій відбувається не через відмову технічних засобів навігації або управління рухом судна, а через неготовність судноводіїв своєчасно приймати рішення відповідно до ситуації, яка складається (близько 85 % усіх випадків). Впровадження новітніх технічних засобів управління рухом судна природним чином «відокремлює» судноводія від процесу підтримки заданого рівня безпеки, оскільки він не в змозі одночасно аналізувати значні обсяги навігаційної інформації та безпосередньо контролювати безпеку судна в реальному часі.

Вищезазначені обставини обумовлюють актуальність створення сучасних навігаційно-інформаційних систем та систем підтримки прийняття рішень (СППР) з управління рухом судна, що враховують особливості процесу взаємодії людини з технічними засобами судноводіння та забезпечують прийняття нею вірних рішень в складних навігаційних умовах та критичних ситуаціях [4-6].

Основна частина. Метою роботи було підвищення безпеки сучасного судноплавства шляхом розробки нових моделей і методів управління рухом суден при маневруванні для систем підтримки прийняття рішень в судноводінні.

Проведений порівняльний аналіз існуючих СППР судноводія дозволив визначити базові принципи їх побудови, функціональні можливості, пріоритетні напрямки практичного застосування, а також міжнародні вимоги до створення таких систем. Встановлено, що на поточний момент часу існує нагальна потреба в створенні сучасних СППР з управління маневруванням суден, які враховують особливості процесу взаємодії людини з технічними засобами судноводіння та забезпечують прийняття нею рішень в складних навігаційних умовах та критичних ситуаціях, а також здатні ефективно вирішувати значну частку питань, пов'язаних із процесами формування рішень з управління судном та зниження впливу людського фактору на цей процес.

Під час проведення дослідження було виявлено, що пріоритетною задачею підвищення безпеки судноплавства на поточний момент часу є виключення можливості прийняття капітаном і штурманським складом суб'єктивних рішень.

Визначено, що застосування СППР дає можливість здійснювати діагностичні та аналітичні функції, які дозволяють на ранній стадії виявляти небезпечні та аварійні ситуації з формулюванням відповідних рекомендацій судноводієві по їх запобіганню.

За результатами проведеного аналізу було визначено концептуальні засади до створення СППР судноводія з управління маневруванням судном та її основні функції.

Виходячи з необхідності зниження впливу людського фактору на процеси управління судном, було визначено основні вимоги до СППР судноводія, які регламентуються Міжнародними правилами попередження зіткнень суден 1972 року (МППЗС-72):

- робота СППР в режимі реального часу та її інтеграція з наявними на судні системами управління рухом;
- необхідність врахування всіх вимог МППЗС-72;
- необхідність графічного подання навігаційної ситуації, що склалася, з зазначенням меж зони безпеки власного судна і динаміки їх змін;
- необхідність аналізу під час прийняття рішень декількох можливих сценаріїв розходження, обумовлених цілеспрямованою поведінкою суден-цілей під час їх руху;
- необхідність врахування впливу зовнішніх впливів у зоні маневрування, зокрема гідрометеорологічних, гідрографічних факторів і навігаційних небезпек;
- врахування попереднього досвіду управління рухом судна в аналогічних умовах, якщо він мав місце.

З метою практичної апробації розроблених моделей, методів та інформаційних процедур управління рухом суден було проведено наукові експерименти з управління судном в складних навігаційних ситуаціях з використанням навігаційного тренажера NTPRO 5000 для ділянки протоки Босфор та ділянки акваторії порту Гонконг від району Lamma Patch до району Ma Wan Bridge.

Проведений аналіз результатів наукового експерименту з проходження 23 траєкторій в акваторії порту Гонконг та 16 траєкторій в протоці Босфор показав, що застосування СППР судноводія при виконанні навігаційних задач на тренажерах дозволяє знизити кількість помилкових дій судноводіїв на 25-30% та скоротити витрати часу на прийняття рішень при управлінні рухом судна.

Висновки. На основі розроблених моделей, методів та алгоритмів створено прототип СППР судноводія, який дозволяє вирішити низку важливих науково-прикладних завдань в галузі застосування інформаційних технологій в судноводінні – підвищення безпеки управління судном, рівня економічності морських перевезень, та зниження впливу людського фактору на процеси управління судном. Практичне застосування створеного прототипу СППР судноводія дозволяє підвищити якість тренажерної підготовки плавскладу в закладах освіти та тренажерних центрах. Створені програмні засоби також можуть бути використані в кріюінгових компаніях для перевірки рівня знань морських фахівців.

Одержані результати наукових досліджень впроваджені у ТОВ «Південне річкове пароплавство» для управління процесом маневрування судном в складних навігаційних умовах. Наукові результати та розробки використовуються в освітньому процесі на кафедрі судноводіння Херсонської державної морської академії при викладанні дисциплін: «Навігація і лоція», «Навігаційні інформаційні системи», а також при курсовому та дипломному проектуванні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бень А.П., Паламарчук И.В. Принципы построения систем поддержки принятия решения судоводителя в рамках концепции e-Navigation. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*. 2015. № 2 (13). С. 19-24.
2. Бень А.П., Паламарчук И.В. Особенности побудови сучасних високоточних інтелектуальних систем управління рухом морських суден. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*. 2016. № 1 (14). С. 4-10.
3. Паламарчук И.В., Радін В.К. Застосування МППЗС-72 в системах підтримки прийняття рішень судноводія. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*. 2016. № 2 (15). С. 48-56.

4. Nosov P.S., Palamarchuk I.V., Safonov M.S., Novikov V.I. Modeling the manifestations of the human factor of the maritime crew. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2018. № 5 (77). С. 82-92.

5. Бень А.П., Паламарчук І.В. Оцінка навігаційної ситуації в системі підтримки прийняття рішень судноводія. Международный журнал об инновациях в судостроении «Судостроение и морская инфраструктура». 2019. № 1 (11). С. 105-109.

6. Паламарчук І.В. Моделювання розходження суден в системі підтримки прийняття рішень судноводія. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2020. № 1 (22). С. 45-53.

PREVENTION OF SHIP FIRES IN ENGINE ROOM

Lykhoglyad K., Musorina M., Mazur T.

*Danube Institute of the National University «Odessa Maritime Academy»
(Ukraine)*

Introduction. Every year, fires on ships lead to loss of life and damage to ships. Most ship fires start in engine rooms as a result of breakdowns in pipelines that carry flammable liquids onto hot surfaces. In addition, many fires in engine rooms are electrical in nature (short circuits or overheating of switchboard elements).

The identification and protection (isolation) of high temperature surfaces in the engine room is considered a very effective preventive measure against possible fires in the engine room and can be relatively easily accomplished by the ship's forces and means. In this regard, there is a need to raise awareness of the potential risk associated with exposed, high-temperature surfaces in engine rooms.

The core requirements of the current regulatory framework are for companies to ensure that engine room systems are maintained in a safe and compliant manner. Current requirements throughout their operation [1].

The safety of life at sea convention (SOLAS-74) provides the main regulatory framework for fire safety on board ships, and regulation 4 of section II-2 contains a list of measures to reduce the likelihood of ignition of spill products in the engine room. SOLAS-74 recognizes that in the presence of a leak of fuel oil, lubricating oil or other flammable liquids, the chances of preventing a fire will increase significantly, provided that all possible sources of ignition are identified and eliminated or they are properly isolated. Accordingly, the following basic safety measures have become mandatory by SOLAS for all ships:

- lined (double) fuel supply pipelines under high pressure;
- insulation of all high-temperature (+2200 C and above) surfaces, which can get flammable substances in case of rupture or cracks in the pipelines along which they move;
- equipped with splash guards or pipe guards that carry flammable liquids (fuel, lubricating oil, hydraulic oil) directly above or near potential ignition sources.

Potential ignition sources are sources of sufficient energy to cause ignition. These include surfaces with high temperatures; sparks and flames escaping from leaks in flanges or joints; electrical discharges in a static-laden atmosphere or faulty electrical contacts. such sources can be, for example, pipes of exhaust manifolds of internal combustion engines, passing through the joints of the boiler furnace and electrical equipment inside the premises of fuel pretreatment units [2].

Compliance with rules and regulations is usually monitored by Classification Societies, the flag state administration and port authorities. At the same time, the issues of fire safety, of course, are perhaps the most basic in the process of their visits to ships. However, the time available to them is usually not enough to carry out a full inspection and when it comes to checking the health and functionality of mechanisms and systems, it happens that the survey is limited to “spot” checks of known risk areas and increased danger in the engine room. Class surveyors and port state inspectors typically visit a ship while docked in port when the ship's engines are not running at full load. High-temperature surfaces in the engine room are not always recognizable under these conditions, even with the use of the most modern temperature measuring instruments – for example, thermal imagers, which in some cases are used for inspections [3].

Many companies are making tremendous efforts to ensure a safe environment in the engine rooms of their ships, and some are investing heavily in the use of thermal imaging cameras to detect exposed high-temperature surfaces. At the same time, the effect of the

provisions of SOLAS-74 is not as positive as expected, and the initial focus on the required preventive measures has somewhat eroded. The fire hazard reaches its maximum level during the performance of work on routine maintenance or immediately after their completion [4]. The risk associated with performing a certain range of repairs or routine maintenance operations is not always amenable to precise definition and is sometimes underestimated due to the seeming simplicity and familiarity of the planned work. As a result, additional precautions may not be taken either during or after such work. Typical examples are unofficial permits for hot work and the absence of a fire watch. After performing routine maintenance work, the time to prepare the vessel for returning it to service may not be sufficient for installation in the regular places, dismantled splash guards or heat-insulating lining, and this work is often postponed to be performed by the crew already during the voyage.

Engine room fire safety is the result of both good design and construction, as well as the constant attention that the company and the crew put on fire prevention measures on board. Therefore, company administrations should not forget that while compliance with fire safety requirements is monitored by Classification Societies and public administration authorities, the company is responsible for developing and implementing procedures on ships to ensure that the vessel is maintained in accordance with the relevant rules and regulations (Section 10 of the ISM Code), as well as the education and training of crews and providing them with the appropriate means and tools to carry out their tasks in accordance with the established standards (Sections 6 and 3 of the ISM Code, respectively). Particular attention should be paid to the following individual fire prevention measures:

- increased standards of cleanliness in the engine room are essential to prevent fires, and any leaks in fuel lines, lubrication systems or hydraulic drive systems must be properly repaired. The location and condition of splash guards on high and low pressure flammable fluid lines should be inspected regularly, as should the drains on lined fuel lines.

- the materials used to insulate heating surfaces may deteriorate over time. They should be inspected periodically, both visually and using temperature gauges. A very useful measure in this case can be taking measurements using thermal imagers, which make it possible to recognize the surfaces of engine parts, exhaust pipelines and electrical equipment, the temperature of which reaches + 2200c. As part of the standard maintenance and inspection work, it is recommended that regular (for example, annual) measurements be carried out, either with the involvement of specialized company employees or by a trained crew.

- particular attention should be paid to the risk of fire during repair work or routine maintenance work. Before carrying out any operation, the associated risks should be determined and additional precautions should be taken. Particular attention should be paid to re-installing the splash guards and insulating cladding after work is completed.

- for the definition of SOLAS 74 leak tightness and impermeability standards, IMO Maritime Safety Committee Msc.1 / Circ.1321 “Guidelines for Fire Prevention in Engine Rooms and Cargo Pump Rooms” published by the IMO Maritime Safety Committee should be consulted. It is also necessary to define standards for routine maintenance of electrical systems.

Conclusions. The most serious fires have arisen from an inability to determine the potential risk of a fire, and a well-trained crew is the best fire prevention method. Crew training and exchange of experience is aimed at creating a common understanding of all the hazards present in the engine room and their likely consequences.

LITERATURE:

1. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года (текст, измененный Протоколом 1988 года к ней, с поправками), Спб.: АО "ЦНИИМФ", 2021. 1184 с.

2. Резолюция ИМО MSC.1/circ.1321. GUIDELINES FOR MEASURES TO PREVENT FIRES IN ENGINE-ROOMS. AND CARGO PUMP-ROOMS

3. Fire safety in the engine room. URL: <https://www.gard.no/web/updates/content/53332/fire-safety-in-the-engine-room>

4. Taking into account the Correlated Errors of Measurements when Estimating Parameters of Object Trajectory at Mechanical Movement. Piskunov S., Iasechko M., Minko N. , Dolomakin Y., Palagin O., Musorina M. , Vol. 8. No. 9, September 2020 International Journal of Emerging Trends in Engineering. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/112892020>
URL:<http://www.warse.org/ijeter/static/pdf/file/ijeter112892020.pdf>

АНАЛІЗ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ НА СУДНАХ ТИПУ RO-RO ТА ЧИННИКІВ, ЩО ЇМ СПРИЯЮТЬ, НА ОСНОВІ ЗВІТІВ ПРО РОЗСЛІДУВАННЯ АВАРІЙ НА СУДНІ

Нестеренко В.Б., Якущенко С.В., Богомолова І.В.

Херсонська державна морська академія

(Україна)

Вступ. Щороку реєструється значна кількість нещасних випадків, пов'язаних з перевезенням вантажів морським транспортом. Впродовж останніх 6 років організаціями Європейського Союзу, які розслідують нещасні випадки (European Maritime Safety Agency, EMSA), було розпочато 923 розслідування, з них 74 у 2020 році, а 757 – було завершено [1]. Загальна кількість суден, які були задіяні в нещасних випадках за цей період сягає понад 21000 суден. Зважаючи на ситуацію з пандемією COVID-19 та її впливу на судноплавну галузь, загальна кількість жертв у 2020 році скоротилася на 18% у порівнянні з 2019 роком.

Впродовж 2014-2019 років 320 аварій призвели до загибелі 496 людей. Близько половини нещасних випадків з жертвами, що сталися на борту судна, були пов'язані з суднами типу Ro-Ro (Roll-on/Roll-off). Зважаючи на негативну статистику нещасних випадків, пов'язаних з ролкерами, особливу увагу слід звернути на встановлення причин нещасних випадків та формулювання рекомендацій щодо їх уникнення у майбутньому.

Актуальність дослідження. Аналізом та встановленням причин нещасних випадків займається широке коло дослідників [4-6] та офіційних організацій, таких як EMSA, Marine Accident Investigation Branch (MAIB) [2], National Transportation Safety Board (NTSB) [3] та інші. Розслідування проводяться за різними методологіями, які дозволяють виявити причини та наслідки аварій. Зокрема, у роботі [4] запропоновано двоетапну методологію дослідження. На першому етапі проводять стандартизацію необхідної факторної інформації, яка міститься у звітах про розслідування аварій на судні. На другому етапі виконують статистичний аналіз за трьома методами, використовуючи τ -коефіцієнт Кендалла, V-аналіз Кремера та тест Крускала–Уолліса, для з'ясування факторів, що впливають на причини аварії на судні. Дослідники [5] використовують аналітичну систему аналізу та класифікації людських факторів (Human Factors Analysis and Classification System, HFACS), засновану на нечіткому аналітичному ієрархічному процесі для виявлення ролі людських помилок у аваріях на судні. Аналіз першопричин (Root cause analysis, RCA) – це ще один метод дослідження факторів, що призводять до аварії. Цей метод був використаний для аналізу аварій у Босфорі [6]. Автори [7] розробили аналітичну модель для кількісної оцінки пошкоджень пасажирських суден Ro-Ro, коли відомі характеристики суден – «ударного» та пошкодженого. Звіти про розслідування містять велику кількість детальної інформації про судові аварії, як на етапі аварії так і після неї. Ці звіти є обов'язковими у багатьох країнах і їх документують слідчі, дотримуючись вказівок ІМО. Деякі дослідники використовували справжні звіти про розслідування аварій на судні для проведення їх причинно-наслідкових аналізів.

Отже, дослідження причин аварій на судні, розуміння їх наслідків, вивчення частоти виникнення та кількісна оцінка зв'язку між наслідками аварії та чинниками, що сприяють цьому є важливими складовими підвищення безпеки судноплавства.

Постановка задачі. Внесок цього дослідження подвійний. По-перше, провести системний аналіз наслідків нещасних випадків на суднах типу Ro-Ro, встановити їх частоту та чинники, що сприяють цьому. Емпірично дослідити реальні звіти про розслідування аварій на суднах та з'ясувати чинники, які призвели до аварій. По-друге, сформулювати рекомендації щодо зниження виникнення аварійних ситуацій у випадках, які пов'язані з ролкерами на етапі підготовки майбутніх судоводіїв.

Результати досліджень. У роботі проаналізовано звіти про розслідування аварій (нешасних випадків) на судах за період з січня 2011 по вересень 2021 року. Відібрано 25 інцидентів за участі ролкерів, які віднесені до серйозних, відповідно до циркуляру ІМО MSC-MEPC.3/Circ.4 «Casualty-related matters. Reports on marine casualties and incidents» (Табл. 1). У дослідженні було розглянуто судна, які належать до одного з нижче наведених класів:

- **ROPAX, RoPax** (RORO + passenger) – здатні приймати крім вантажів значну кількість пасажирів; часто мають car-deck.
- **ConRO** (container ship + RORO) – гібрид контейнеровоза і RORO; на внутрішніх палубах перевозять автомобілі, а на верхній – ISO-контейнери.
- **RoLo** (roll-on/lift-off) – частина вантажів доступна через апарель, а решта – за допомогою крана.

На основі звітів про розслідування нещасних випадків NTSB, MAIB, EMSA встановлено, у відсотках (Рис. 1), причини аварій, а саме:

- 36 % – порушення правил навігації: зіткнення (20%), посадка на міліну (16%);
- 36 % – пожежі (вибухи) на судні;
- 16 % – втрата остійності через недотримання вимог ІМО до початкової остійності судна;
- 12 % – інші причини.

Також, слід зазначити, що аварії з причин порушення правил навігації, недотримання правил безпеки та вимог ІМО мають і найбільше людських втрат (mv Sewol), і економічних втрат та шкоди для довкілля (mv Høegh Osaka, mv Golden Ray, mv Modern Express) (табл. 1).

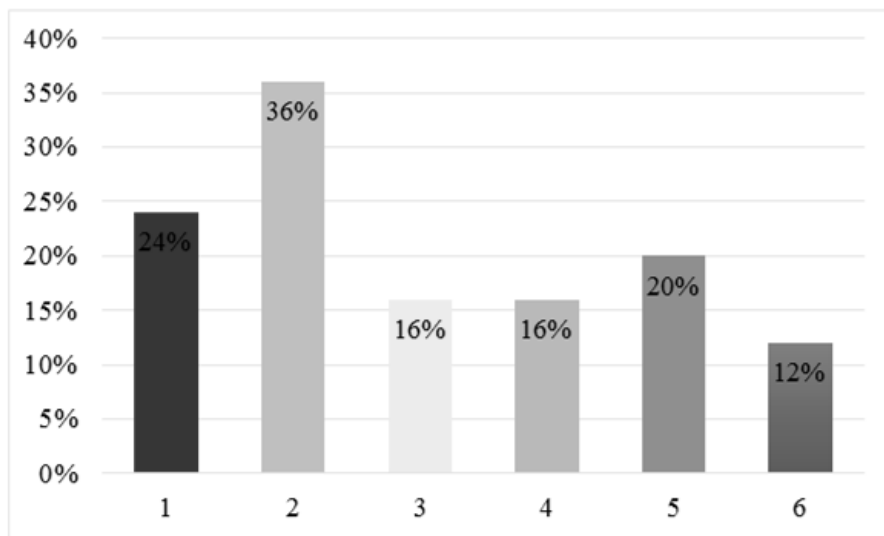


Рисунок 1 – Класифікація нещасних випадків: 1. З людськими жертвами; 2. Пожежа на судні; 3. Посадка судна на міліну; 4. Недотримання вимог ІМО до початкової остійності судна; 5. Зіткнення. 6. Інші.

Таким чином вищезазначений аналіз нещасних випадків спонукає приділити особливу увагу саме аваріям з втратою початкової остійності (неналежним розподілом баластних вод, розміщенням і закріпленням вантажів при плануванні переходу). З офіційних звітів встановлено, що головним фактором, який став причиною аварії mv Sewol і, як наслідок, 304 людських жертв, є зменшення баластних вод з рекомендованих 2030 т до 280 т, для збільшення кількості корисних вантажів (дедвейту судна) до 3,608 т, що в 3 перевищує допустимі 987 т. Проведені маніпуляції з баластом та вантажем призвели до зменшення початкової метацентричної висоти (GM_0) до недопустимої величини, що зробило судно більш схильним до крену та перекидання. Судно було

перевантажене і, відповідно до «The International Code on Intact Stability 2008» [8], не повинно було виходити з порту Інчхон.

У випадку з *mv Höegh Osaka* судно вийшло з порту Саутгемптон в 20:06 (5 січня, 2015), лоцман був на борту та керував рухом. Додатковий вантаж було взято на борт судна безпосередньо перед відправленням та завантажено на 6 палубу. Через 20 хв після відшвартування судна помічник капітана разом з палубним кадетом почали перевірку остійності судна «на відхід». Через 30 хв (використовуючи програму розподілення вантажів на судні) помічник капітана встановив, що судно має значно меншу GM_0 , ніж було при попередньому розрахунку. В 21:15 судно сіло на мілину та мало крен 40° .

З причини недотримання вимог ІМО до початкової остійності судна у 2019 році сталася катастрофа з ролкером *Golden Ray*. Судно мало меншу остійність, ніж порахував помічник капітана. Тому, що він допустив помилки з введенням даних про рівень баластного танка в комп'ютерний розрахунок остійності судна. Це призвело до неправильного визначення остійності судна, а саме: судно набуло від'ємної метацентричної висоти, що спричинило його перевертання.

У більшості випадків економічні втрати, або людські жертви були спричинені неналежним дотриманням рекомендацій ІМО щодо перевезення, розміщення, закріплення вантажів, несправністю обладнання або систем, недостатньою кваліфікацією особи, відповідальної за навантаження, кріплення та перевезення (понад 55% нещасних випадків пов'язані з помилками офіцерів палубної команди). Тобто, людський фактор продовжує мати великий вплив на виникнення небезпечних ситуацій на судні.

Отже, за результатами аналізу звітів можна сформулювати наступні рекомендації щодо зменшення нещасних випадків на судах типу Ro-Ro:

1. Перегляд системи управління безпекою судноплавних компаній; встановлення процедури перевірки розрахунків остійності та впровадження процедури аудиту, щоб переконатися, що судна відповідають вимогам остійності, перш ніж почати їх завантаження;
2. Перегляд системи управління безпекою для перевірки дотримання екіпажем Arrival/Departure Checklist щодо закриття водонепроникних дверей;
3. Вчасне та належне ознайомлення з International Safety Management System береговим менеджментом та судовим керівництвом, щоб переконатися, що вони повністю обізнані з політикою та процедурами в системі управління безпекою;
4. Залучення капітана та помічника капітана якомога раніше до підготовки вантажного плану, а також до затвердження будь-яких запропонованих оновлень в результаті змін маршруту або до прийняття додаткового вантажу на судно;
5. Точний розрахунок остійності має бути проведений після завершення завантаження, але до того, як судно відпливе, щоб переконатися, що остійність достатня для запланованого рейсу;
6. Дотримуватися резолюції ІМО А.581(14) щодо вимог мінімального кріплення вантажів на судах типу Roll-on/Roll-off;
7. Перевірка рятувального обладнання на судні, включаючи процедури ведення обліку, та знання бортових систем членами екіпажу для зменшення людських втрат під час нещасних випадків.

А з метою підвищення якості підготовки здобувачів вищої освіти з відповідних фахових дисциплін доцільно:

1. В навчальному процесі акцентувати увагу здобувачів освіти на нормативних документах (STCW, The International Code on Intact Stability 2008, SOLAS, та інші) та необхідності їх неухильного дотримання у професійній діяльності;
2. Включити в навчальний процес аналіз звітів розслідувань нещасних випадків на судах;

3. Залучати здобувачів освіти до участі у наукових гуртках, дискусійних майданчиках, наукових конференціях для представлення результатів аналізу звітів розслідувань аварій, обміну знаннями та набуття більшого досвіду.

Висновки. Ro-Ro судна є незамінною частиною морських вантажних та пасажирських перевезень. В результаті аналізу звітів нещасних випадків на ролкерах встановлено, що понад 55% випадків пов'язані з помилками офіцерів палубної команди. Визначено чинники, які призводять до виникнення небезпечних ситуацій на судні. На основі звітів надано рекомендації щодо зменшення нещасних випадків на судах типу Ro-Ro та підвищення якості підготовки здобувачів вищої освіти. Оскільки, у більшості нещасних випадків присутній людський фактор, тому розгляд і доведення до відома здобувачів вищої освіти причин та наслідків неправильних дій дозволить комплексно підготувати їх до роботи в морі.

У наступних дослідженнях планується більш детально розглянути випадки з недотриманням вимог ІМО до початкової остійності судна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Annual Overview of Marine Casualties and Incidents. URL: <http://www.emsa.europa.eu/damage-stability-study/items.html?cid=77&id=4266> (дата звернення: 18.10.2021).
2. MAIB. Current investigations Investigation reports and safety bulletins. URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/marine-accident-investigation-branch> (дата звернення: 18.10.2021).
3. The National Transportation Safety Board. URL: <https://www.nts.gov/Pages/home.aspx> (дата звернення: 18.10.2021).
4. Weng J., Xue, S. Ship collision frequency estimation in port fairways: a case study. *The Journal of Navigation*. 2015. Vol. 68(3). pp. 602–618.
5. Celik M., Cebi S. Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents. *Accident Analysis & Prevention*. 2009. Vol. 41(1). Pp. 66-75.
6. Akten N. Analysis of shipping casualties in the Bosphorus. *The Journal of Navigation*. 2004. Vol. 57(3). pp. 345–356.
7. Zhang L., Wang H., Meng Q., Xie H. Ship accident consequences and contributing factors analyses using ship accident investigation reports. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of risk and reliability*. 2019. Vol. 233(1). pp.35-47.
8. The International Code on Intact Stability 2008. URL: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.267\(85\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.267(85).pdf) (дата звернення: 18.10.2021).

АНАЛІЗ АВАРІЙНОСТІ КОНТЕЙНЕРОВОЗІВ

Конон Н.М.

Національний університет «Одеська морська академія»

(Україна)

Вступ. Доповідь присвячена результатам досліджень стосовно аналізу аварійності контейнеровозів. В роботі були використані дані із 22 звітів про розслідування морських аварій за період з 2012 по 2019 роки. Розглянуті морські аварії класифікуються як дуже серйозні та серйозні (very serious and serious marine casualties) згідно з циркуляром ІМО MSC-МЕРС.3 / Circ .3 “Casualty-related matters. Reports on marine casualties and incidents”. Метою дослідження є визначення основних факторів, що сприяють підвищенню ризику аварійної ситуації на морі. З цією метою можливі причини аварій були розбиті у дві групи: первинні та вторинні. Базуючись на кореляції результатів, були визначені найбільш поширені причини аварій за участю контейнеровозів.

Актуальність досліджень. З кожним роком контейнерний флот затверджує власну значимість у міжнародних морських торговельних відносинах та в глобальній системі логістики. На сьогоднішній день, контейнерні перевезення в міжнародній торгівлі зберігають перше місце за кількістю транспортованих вантажів ненасипного типу [4]. З метою підвищення економічної ефективності, суднобудівна індустрія продовжує насичувати міжнародний флот контейнеровозами із все більшою місткістю. Одним із суден такого класу став теплохід “Ever Ace” спущений на воду у 2019 році в Південній Кореї, що став першим з 11 у серії ULCS (Ultra Large Container Carrier) місткістю близько 23 992 TEU, із довжиною 400 метрів, шириною 62 метри та осадкою 16,5 метрів.

Тим часом, не дивлячись на стрімкий розвиток сучасних технологій та їх упровадженням на судах торговельного флоту, морські аварії продовжують виникати. В попередньому дослідженні був розглянутий інцидент за участю т/х “Ever Given”, підкреслюючи актуальність проблеми безпеки судноплавства на сьогодні [10]. До факторів, що підвищують ризик аварійності можна віднести наступні:

- 1) розширення міжнародних морських транспортних потоків;
- 2) підвищення вантажообігу;
- 3) збільшення розмірів суден;
- 4) відсутність стабільності під час виконання певного рейсу;
- 5) людський фактор.

Постановка задачі. В представленому дослідженні був проведений аналіз серйозних морських аварій за участю контейнеровозів. Для аналізу були відібрані 22 звіти про розслідування морських аварій у період з 2012 по 2019 роки [7, 8]. Основною метою є визначення первинних та вторинних причин, виявлення переважного типу аварій, та виведення відповідних заходів безпеки.

Морські аварії за участю контейнеровозів, розглянуті у представленому аналізі, класифікуються як дуже серйозні та серйозні морські аварії. Класифікація згідно з ІМО Circular MSC-МЕРС.3/Circ.3: “Casualty-related matters. Reports on marine casualties and incidents” [6].

Наслідки розглянутих морських аварій можна згрупувати за наступними ознаками:

- 1) чотири випадки затоплення судна, три з яких включають людські жертви;
- 2) п'ятнадцять випадків, що призвели до серйозних структурних пошкоджень судна, забруднення навколишньої середовища, з яких чотири із людськими травмами та жертвами;
- 3) два випадки свідчать про структурні пошкодження судна та втрату контейнерів;
- 4) один випадок із людською жертвою.

Аналізуючи розподіл частоти виникнення морських аварій впродовж періоду з 2012 по 2019 роки (рис.1), можна зазначити тенденцію до збільшення аварійності починаючи з 2016 року. Згідно аналізу UNTCAD від 2017 року [9], у 2016 році загальний попит на морські перевезення підвищився й обсяги світової морської торгівлі зросли на 2,6 відсотка (порівняно з 1,8 у 2015 році). Контракти перевезення вантажу у контейнерах збільшилися до 3,1 відсотка у 2016 році (порівняно з 1,5 у 2015 році). Таким чином, обсяги досягли приблизно 140 мільйонів TEU. З іншого боку, деяке зменшення аварійності у 2019 році (рис. 1), можливе за рахунок економічних наслідків, спричиненими глобальною пандемією COVID-19.

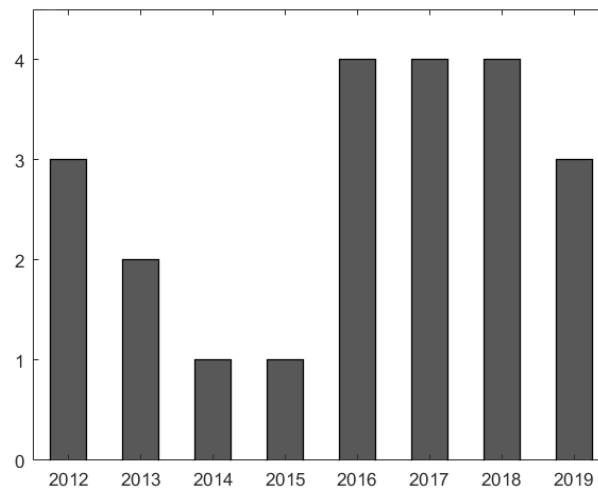


Рисунок 1 – Розподіл морських аварій за участю контейнеровозів 2012-2019 рр.

Результати досліджень. Вивчаючи звіти про розслідування, морські аварії були розділені на категорії відповідно до типу: зіткнення, втрата життя або травма людини, втрата контейнерів, посадка на мілину. На рисунку 2 приведений процентний розподіл аварій за типом. В рамках даного дослідження морських аварій за участю контейнеровозів переважаючий тип аварійної ситуації є зіткнення (63,6 %). Зіткнення судна можна трактувати як фізичну взаємодію між двома (або більше) суднами або спорудами, що призводить до аварії та пошкоджень.

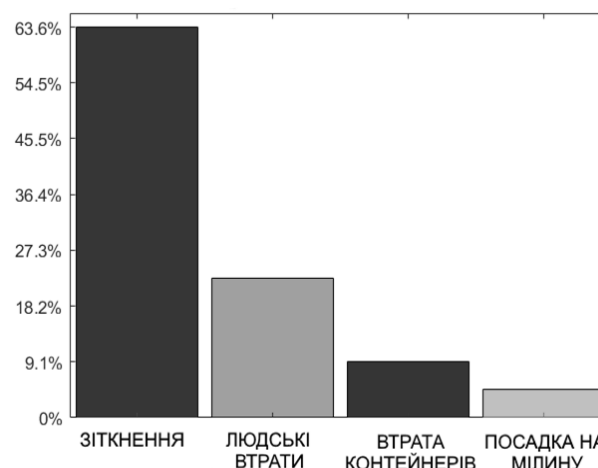


Рисунок 2 – Розподіл морських аварій за типом

Під час проведення аналізу, були вивчені фактори, що призвели до аварійних ситуацій. Основні з них були виділені, та використані для подальшого дослідження. Нижче зазначені 9 основних груп цих факторів:

- 1) неусвідомленість ситуації (Lack of situational awareness);

- 2) надмірна довіра діям лоцмана (Over-reliance on Pilot);
- 3) недостатньо ефективне управління ресурсами містка та роботою команди (Poor Bridge Resource Management (BRM) performance);
- 4) відсутність належних заходів безпеки при плануванні та виконанні певних робіт (Lack of safety precautions);
- 5) нехтування процедурами передачі вахтової служби (Poor changeover watch procedure);
- 6) використання радіозв'язку VHF для уникнення зіткнень (Use of VHF radio communication for collision avoidance);
- 7) некомпетентне використання навігаційного обладнання (Improper use of navigation equipment);
- 8) порушення вимог щодо плану розміщення та кріплення вантажу (Inadequate stowage and lashing plan);
- 9) невідповідне обслуговування суднового обладнання та систем (Inappropriate maintenance).

Важливим є той факт, що у всіх 22 обраних випадках морських аварій, причини виникнення пов'язані із людським фактором.

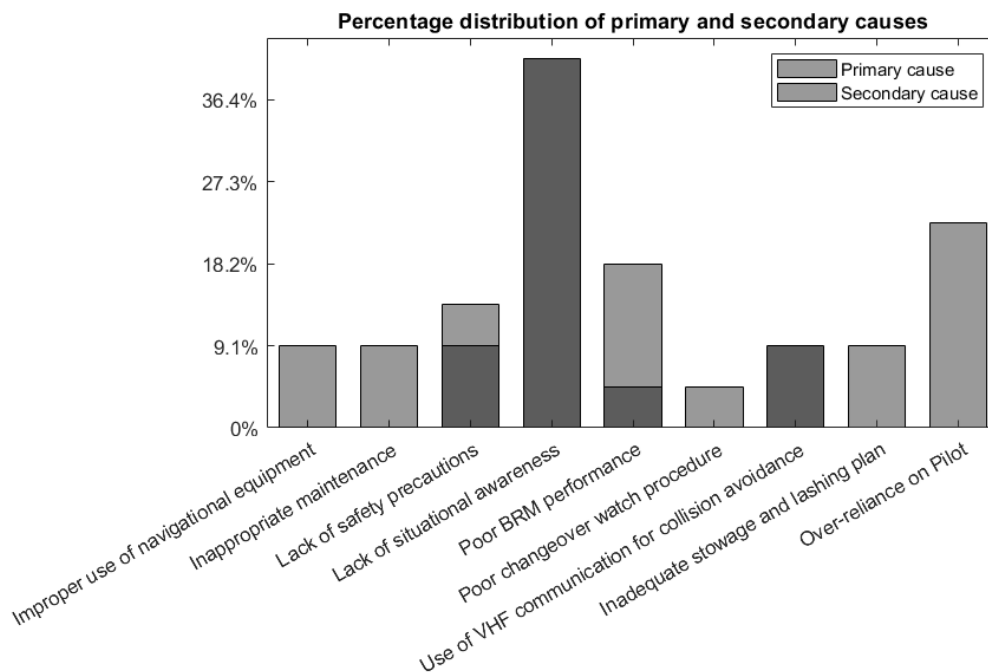


Рисунок 3 – Розподіл первинних та вторинних причин морських аварій

З метою вивчення тенденції частоти виникнення причин, що приводять до морських аварій на контейнерному флоті, вони були розділені на первинні та вторинні. Процентний розподіл представлений на рисунку 3, з якого видно, що саме фактор недостатньої, або повної неусвідомленості ситуації (Lack of situational awareness) в цьому аналізі переважає як первинна, так і вторинна причина в більшості випадків. Необхідно також зауважити, що в цьому документі термін “ситуаційна усвідомленість” додатково включає:

1) дотримання правил МППЗС, щодо оцінки ризику зіткнення; наприклад “припущення не слід робити на підставі недостатньої інформації, особливо недостатньої радіолокаційної інформації” [1]

2) підтримання належного спостереження (lookout);

3) компетентність в обробці навігаційної інформації та її оцінці та ін.

Висновки. Контейнерні судна відіграють важливу роль у міжнародних морських торговельних відносинах. Такі фактори як збільшення розмірів контейнерних суден, а

також зростання контейнерного флоту мають значний вплив на безпеку судноплавства. Через скорочення екіпажу робота моряка вимагає ще більшої концентрації відповідальності від меншої кількості людей, і це може призводити до підвищення ризику розвитку аварійної ситуації.

В результаті дослідження аварійності контейнеровозів за період з 2012 по 2019 роки, було визначено, що найбільш поширеною морською аварією в межах аналізу постає зіткнення суден. Крім того, зазначено, що неусвідомленість ситуації при цьому переважає як первинна і вторинна причини в більшості випадків. Вивчивши рекомендації, надані у звітах про розслідування аварій, слід підкреслити, що вони переважно стосуються навчання, підготовки та перевірки компетентності екіпажу залученого у морську аварію.

Виходячи з результатів поточного аналізу, можна підсумувати, що основні першопричини представлених морських аварій пов'язані з операціями, які виконує людина. Негативні складові людського фактору пов'язані з недбалістю відповідальних осіб щодо належного спостереження, обробки навігаційної інформації, дотримання МПЗС, обміну інформацією між судновою командою на містку та лоцманом, ситуаційної усвідомленості тощо. У подальших дослідженнях планується більш детально вивчити саме проблему зіткнень контейнеровозів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972 (COLREGs).
2. European Maritime Safety Agency (EMSA): Annual overview of marine casualties and incidents 2020, Lisbon, 2020.
3. European Maritime Safety Agency (EMSA): Preliminary annual overview of marine casualties and incidents 2014-2020, Lisbon, 2021.
4. European Maritime Safety Agency (EMSA): Safety Analysis of Data Reported in EMCIP - Analysis on Marine Casualties and Incidents involving Container Vessels, 2020.
5. IMO, Casualty Investigation Code, London, 2008.
6. IMO Circular MSC-MEPC.3/Circ.3, 2008.
7. Japan Transport Safety Board Marine Accident and Incident Reports, 2012-2019. URL:<https://www.mlit.go.jp/jtsb/marrep.html>
8. Marine Accident Investigation Branch Reports, 2012-2019. URL:<https://www.gov.uk/maib-reports>
9. UNCTAD/RMT/2017
10. Конон Н.М. Контроль навігаційної безпеки при проходженні Суецького каналу на прикладі аварії т/х «Ever given». *Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2021)*: збірник матеріалів XIII Міжнародної науково-практичної конференції, 25-27 травня 2021 р. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. С. 118-121.

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОСТІЙНОСТІ ОДНОЯРУСНОГО КОНТЕЙНЕРНОГО ХАУСБОТУ

Коновалова Г.В., Щедролосєв О.В., Терлич С.В.

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(Україна)*

Вступ. У зв'язку із збільшенням популярності будівництва плавучих будинків (хаусботів) виникає необхідність розроблення методик забезпечення їх безпечної експлуатації [1, 2]. Хаусботи, згідно із класифікацією Регістру судноплавства України [3], відносяться до стоїчних суден навіть при наявності енергетичної установки. Для безаварійної експлуатації таких плавучих споруд необхідним є забезпечення остійності, враховуючи їх малу осадку при відносно великій вітрильності та, як правило, недостатній надійності якірного та/або швартовного пристроїв [2]. Згідно термінології теорії корабля, остійність – це здатність судна зберігати статичну рівновагу як при наявності, так і при відсутності будь-якої зовнішньої дії (порив вітру, скупчення людей з одного борту, наявність хвиль тощо) [4]. Остійність хаусботу, експлуатація якого передбачена у прибережних водах, оцінено за критеріями вітростійкості. В якості прикладу прийнято одноярусний контейнерний хаусбот, ескізний проект якого розроблено авторами; його характеристики та 3D зображення наведено у роботі [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Теоретичною базою є наукові роботи в галузі проектування та конструювання хаусботів, дебаркадерів, понтонів, нормативно-правова база Регістру судноплавства України, а також дослідження щодо модульного формування та конструктивно-технологічних рішень плавучих та берегових споруд. У дослідженні прийнято до уваги розробки М.В. Савицького та С.Є. Шехоркіної, які відображають конструктивні задачі позиціонування хаусботів за допомогою якірних стійок, які водночас контролюють посадку плавучого будинку під час значних приливів та відливів, характерні для нижньої течії Дніпра та Дунаю. Архітектурі та конструюванню плавучих річкових вокзалів та павільйонів присвячено праці М.С. Єленського, Б.В. Іонова, Р.Я. Хігера. Архітектурі малоповерхових будівель на воді присвячено наукові праці І.С. Еконномова, А.В. Панфілової, В.Є. Барішева. В них розглянуті актуальні питання технологій формування плавучих споруд в різних умовах. Питання залізобетонного суднобудування освітлені у працях М.Г. Слуцького, О.С. Рашковського, В.М. Коннова, О.М. Поступальського. Також, у дослідженні використано результати авторських розробок [1].

Постановка задачі. Критерій вітростійкості характеризується оцінюванням потенційної можливості судна протидіяти зовнішнім вітровим навантаженням, тобто:

$$M_{KP} \leq [M] = \nabla \cdot \gamma \cdot l_{\max}, \quad (1)$$

де M_{KP} – момент, що кренить від вітрового навантаження, т·м (розраховується за методиками теорії корабля); $[M]$ – максимально допустимий момент, що кренить, т·м (визначається за методиками [3]); ∇ – об'ємна водотоннажність, м³; γ – питома вага заборотної води, т/м³; l_{\max} – максимальне плече діаграми Ріда, м.

Максимально допустимий момент $[M]$ визначається за діаграмою динамічної остійності (графік залежності плеча відновлюючого моменту при динамічному крені) за методикою, описано у роботі [4]. Плече ж статичної остійності може бути розраховане, як [4]:

$$l_0 = x_c \cdot \cos \theta + (y_c - y_{c_0}) \cdot \sin \theta - a_0 \sin \theta, \quad (2)$$

де значення залежності (2) представлено графічно на рис. 1.

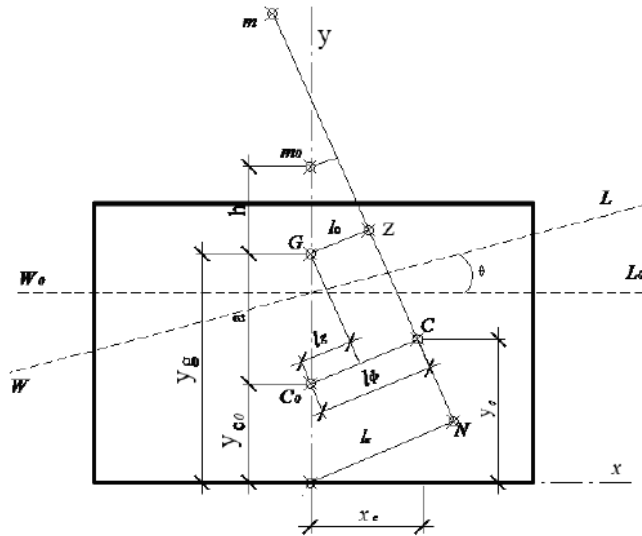


Рисунок 1 – Схема визначення плеча статичної остійності

Методи дослідження. Для розрахунку плечей статичної остійності використано два основних метода теорії корабля: рівнооб’ємних нахилень та обертання відносно нерухомої вісі [4], [5, с. 542-543].

Спосіб рівнооб’ємних нахилень передбачає проведення допоміжних ватерліній, які наближено відсікають постійний об’єм підводної частини понтону. Недоліком даного методу є необхідність дублюючих обчислень для діючої та допоміжної ватерлінії, у зв’язку із чим виникає можливість накопичення похибок.

Метод обертання навколо нерухомої вісі розглядає нерівнооб’ємні нахилення, за допомогою яких визначається залежність величини плеча статичної остійності від водотоннажності та куту крену, тобто $l_{\theta} = f(\nabla, \theta)$. При цьому для визначення l_{θ} , яке відповідає заданій водотоннажності, необхідно виконувати додаткові обчислення.

Математична модель. Поперечний перетин підводної частини понтону уявляє собою багатокутник, який створено сімейством графіків прямих у координатній площині ХОУ (площина мідель-шпангоуту) $x = -\frac{B}{2}$ (поз. 1, рис. 1), $y = H$ (поз. 2, рис. 2), $y = 0$ (поз. 3, рис. 2), $x = \frac{B}{2}$ (поз. 4, рис. 2).

Графік ватерліній можна представити у вигляді рівнянь прямої із кутовим коефіцієнтом, які проходять через задану точку (поз. 5, рис. 2):

$$y = T + \tan \theta (x - Y_f), \quad (3)$$

де $\tan \theta$ – кутовий коефіцієнт, який дорівнює тангенсу крену хаусбота; T – осадка понтону, м; Y_f – ордината центру тяжіння ватерлінії (вісі обертання), м.

Центр тяжіння площинної фігури, яка обмежена графіками прямих, можна визначити за залежностями:

$$x_c = \frac{M_y}{S}; \quad y_c = \frac{M_x}{S}, \quad (4)$$

де M_x та M_y – статичні моменти відносно вісей x та y , т·м; S – площа зануреної частини мідель-шпангоута, м².

В свою чергу, статичні моменти та площу поперечного перетину (мідель-шпангоуту) можна визначити методами інтегрального обчислення [6]:

$$\begin{cases} M_x = \frac{1}{2} \int_a^b [f_2(x)^2 - f_1(x)^2] dx; \\ M_y = \int_a^b x[f_2(x) - f_1(x)] dx; \\ S = \int_a^b [f_2(x) - f_1(x)] dx. \end{cases} \quad (5)$$

де $f_1(x)$ та $f_2(x)$ – прямі, які обмежують площинну фігуру; a та b – межі інтегрування.

Точка перетину ватерлінії із верхньою та нижньою межами поперечного перетину понтону можна визначити через тангенс кута крену хаусботу виходячи із схем, наведених на рис. 2

$$\tan \theta = \frac{H - T}{\frac{B}{2} + Y_f}, \quad \tan \theta = \frac{T}{\frac{B}{2} + Y_f}. \quad (6)$$

Отримані залежності для визначення статичних моментів та площ поперечного перетину мідель-шпангоуту представлено у табл. 1.

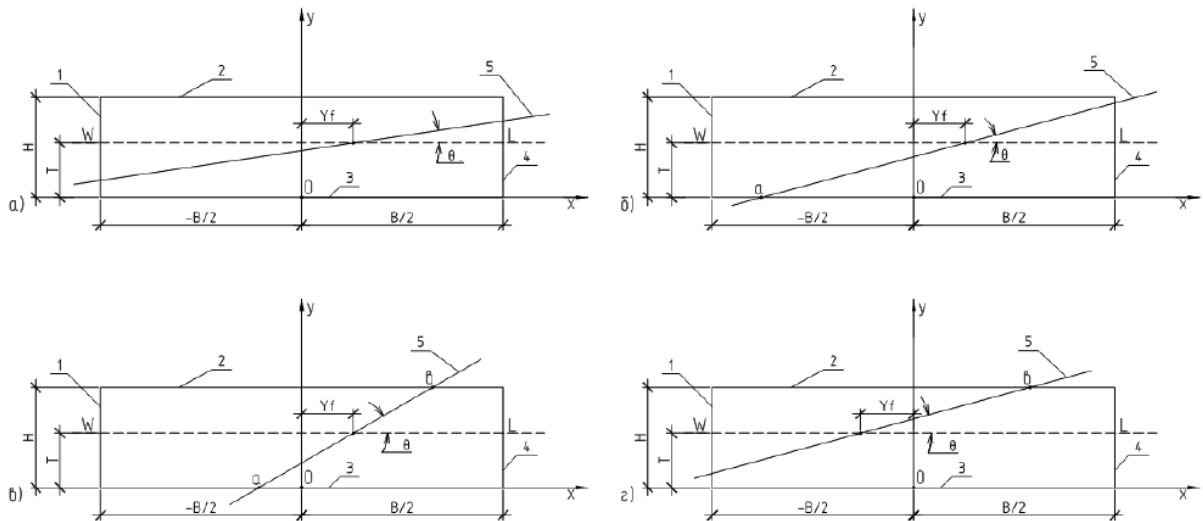


Рисунок 2 – Розрахункові випадки визначення параметрів остійності хаусботу

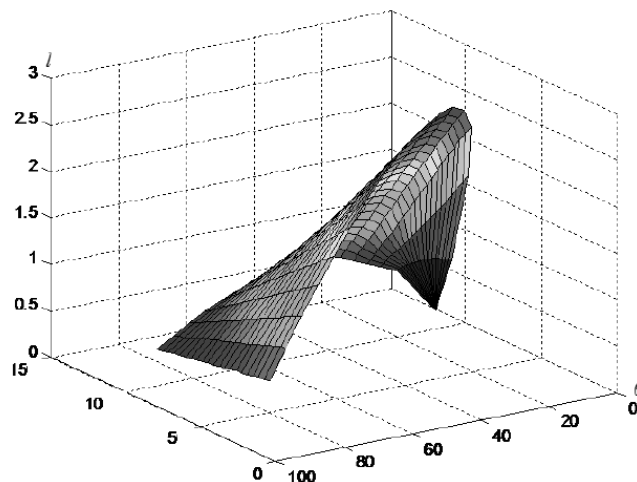


Рисунок 3 – Полярна діаграма остійності

Таблиця 1 – Значення статичних моментів та площі мідель-шпангоуту в залежності від розташування ватерлінії

Умова	Статичні моменти	Площа перетину
Схема а)		
$\tan \theta \leq \frac{H - T}{\frac{B}{2} + Y_f},$ $\tan \theta \leq \frac{T}{\frac{B}{2} + Y_f}$	$M_x = \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} x \cdot [T + \tan \theta (x - Y_f)] dx;$ $M_y = \frac{1}{2} \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} [T + \tan \theta (x - Y_f)]^2 dx.$	$S = \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} [T + \tan \theta (x - Y_f)] dx.$
Схема б)		
$\tan \theta \leq \frac{H - T}{\frac{B}{2} + Y_f},$ $\tan \theta > \frac{T}{\frac{B}{2} + Y_f}$	$M_x = \int_a^{\frac{B}{2}} x \cdot [T + \tan \theta (x - Y_f)] dx;$ $M_y = \frac{1}{2} \int_a^{\frac{B}{2}} [T + \tan \theta (x - Y_f)]^2 dx.$	$S = \int_a^{\frac{B}{2}} [T + \tan \theta (x - Y_f)] dx.$
Схема в)		
$\tan \theta > \frac{H - T}{\frac{B}{2} + Y_f},$ $\tan \theta > \frac{T}{\frac{B}{2} + Y_f}$	$M_x = \frac{1}{2} \left(\int_a^{\frac{B}{2}} [T + \tan \theta (x - Y_f)]^2 dx + \int_b^{\frac{B}{2}} H^2 dx \right);$ $M_y = \int_a^b x \cdot [T + \tan \theta (x - Y_f)] dx + \int_b^{\frac{B}{2}} x \cdot H dx.$	$S = \int_a^b [T + \tan \theta (x - Y_f)] dx + \int_b^{\frac{B}{2}} H dx.$
Схема г)		
$\tan \theta \leq \frac{H - T}{\frac{B}{2} + Y_f},$ $\tan \theta > \frac{T}{\frac{B}{2} + Y_f}$	$M_x = \frac{1}{2} \left(\int_{-\frac{B}{2}}^b [T + \tan \theta (x - Y_f)]^2 dx + \int_b^{\frac{B}{2}} H^2 dx \right);$ $M_y = \int_{-\frac{B}{2}}^b x \cdot [T + \tan \theta (x - Y_f)] dx + \int_b^{\frac{B}{2}} x \cdot H dx.$	$S = \int_{-\frac{B}{2}}^b [T + \tan \theta (x - Y_f)] dx + \int_b^{\frac{B}{2}} H dx.$

За отриманими залежностями у режимі MathCAD виконано розрахунки параметрів статичної остійності для одноярусного хаусботу контейнерного типу [1], результати яких наведено на рис. 3.

Висновки. Розроблено методичні рекомендації розрахунку остійності плавучих будинків на прикладі одноярусного контейнерного хаусботу. Запропоновані математичні залежності та графічні пояснення до них дозволяють визначити параметри діаграми Ріда для різних розмірів понтону, його осадки та значень статей навантаження при мінімальній кількості вихідних даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Shchedrolosiev O.V., Terlych S.V., Konovalova H.V. The current status and prospects of modular houseboats construction and technical exploitation // Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy. № 2 (26). Baki. 2021. pp. 46-55.
2. Щедролосоєв О.В., Терлич С.В., Щедролосоєв М.О., Коновалова Г.В. Визначення положення центру плавучості хаусботу на композитному трьохпоплавковому понтоні // Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. Publishing House "ACCENT". Sofia, Bulgaria. 2020. pp. 1024-1032. URL: <http://sci-conf.com.ua>
3. Правила класифікації суден внутрішнього плавання. Том 3. Київ : РСУ, 2019. 535 с.
4. Сизов В.Г. Теория корабля: Учебн. пособ. Одесск. национальн. морская акад. Одесса: ФЕНЖС, 2003. 284 с.
5. Шехоркина С.Е. Рациональное проектирование конструкций малоэтажных жилых зданий на воде : дис... канд. техн. наук : 05.23.01. Днепропетровск. 2013. 168 с.
6. Ляшенко Б.М., Кривонос О.М., Вакалюк Т.А. Методи обчислень: навчально-методичний посібник. Житомир : Видавництво ДЖУ. 2014. 228 с.

ПРОБЛЕМА КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ НА СОВРЕМЕННЫХ СУДАХ

Каплина А.А., Бараненко Г.О.

*Херсонская государственная морская академия
(Украина)*

Вступление. Судходная отрасль играет важную роль в мировой логистической инфраструктуре, любое нарушение работы оказывает большое влияние на общество и мировую торговлю. Несмотря на тяжелую обстановку, связанную с коронавирусной инфекцией [1], инциденты связанные с кибербезопасностью все больше влияют на работу судов. Рассмотрим риски кибербезопасности на судах и определим возможные будущие проблемы, опираясь на знаниях о кибербезопасности на суше. [2]

В последние годы часто суда называют как «судно IoT (Internet of Things)» и «умные суда (smart ship)» [3]. Судовой IoT – это механизм для анализа данных путем передачи таких данных, как информация о местоположении [4], скорости и данных от двигателей и генераторов, на наземный сервер посредством спутниковой связи с судов во время рейса.

По результатам анализа можно выявить признаки отказа, предотвратить крупномасштабные отказы и аварийные ситуации [5], выбрать эффективные курсы и снизить затраты на топливо [6]. Чтобы использовать такое судно IoT, в настоящее время проводится стандартизация спецификаций сервера сбора данных и разработка методов анализа данных с использованием ИИ.

Актуальность. Рост популярности судового IoT где существуют высокие скорости и постоянное подключение услуг спутниковой связи, и судно приближается к той же цифровой среде, что и суша. В результате на судах также увеличился риск угроз в интернете, таких как вредоносное ПО [7].

Вопрос актуальности тематики еще осложняется тем, что, по данным Reuters, далеко не вся информация об успешно проведенных атаках получает широкую огласку: часто компании могут умалчивать ее, опасаясь таких последствий, как потеря имиджа, претензий со стороны клиентов и страховых компаний, начало расследований, проводимых сторонними организациями и государственными органами [8].

Постановка задачи. Определить кибер-злоумышленников и их мотивы атаки на судовой сектор. Найти различия между мерами безопасности на суше и мерами безопасности на судне.

Результат исследования. Атаки начались примерно в 90-х годах, когда Интернет был повсеместным, в основном совершались людьми, обладающими навыками работы с компьютером, и их цель заключалась в проверке их технических навыков и удовлетворении самовыражения. Кроме того, увеличилось количество «скрипачей», которые из любопытства имитируют хакеров. С другой стороны, организации и отдельные лица, которые осуществляют фальсификацию веб-сайтов и DDoS-атаки, чтобы настаивать и навязывать особые политические идеи, называются «хактивистами», и «Anonymous» – всемирно известная группа хактивистов.

Организационные кибератаки, нацеленные на финансовые цели, разведывательную деятельность и деструктивные действия, с каждым годом увеличиваются. В денежно-кредитных целях существуют программы-вымогатели, мошеннические банковские переводы через интернет и целевые атаки, направленные на мошеннический отток виртуальных валют. С другой стороны, кибервойны между народами также становятся реальностью. Киберпространство незря называют «пятым полем битвы» после земли, моря, воздуха и космоса, и за кулисами против правительственных агентств и компаний в других странах проводятся разведывательные и разрушительные действия. Наверняка некоторые страны занимаются промышленным шпионажем как нация, чтобы дать своим

компаніям конкурентне перевагу. В країнах організуються хакерські отряди, і хакерів навчають. Кібератаки ускладнюють виявлення реальних злоумисленників, а вартість атаки для ІТ-середовища низька, тому країни, у яких немає економічної сили, можуть без яких-небудь труднощів почати атаку. Виходячи з цієї інформації можна побудувати таблицю залежності особистості кібератакуючих і цілей їх атаки (рис. 1).

	Личности	Организации	Нации
Интерес / Самовыражение	Скрипт-кидди		
Развитие / Самоутверждение	Хактивист		
Деньги	Программы-вымогатели / Интернет-банкинг Мошеннический Перевод	Выкуп / Взлом валютных счетов/ Мошенничество с эл.письмами бизнеса	
		Шпионаж (Национальный шпион / Корпоративный шпион)	
Национальный интерес / Оборона	Кибер терроризм		
			Кибер война

Рисунок 1 – Кібератаки на судна і мотиви їх здійснення

При наближенні ІТ-середовища на судах до ІТ-середовища на суші ризик підвергнутися тим же загрозам на суші збільшується навіть на судах. Є три основні фактори. Перший – це еволюція комунікаційної інфраструктури судів. Комунікаційна інфраструктура судів відстає від наземної на 10-15 років. Однак почалося надання послуг, які завжди можна підключити до інтернету через супутникову зв'язь, і послуг, які забезпечують зв'язь з великою пропускну здатністю, так що мережа на судах більше не ізолювана від інтернету. Во-других, системи на судах продовжують використовуватися ще довгий час. Життєвий цикл загального ІТ-оборудування становить приблизно 5-6 років. По закінченні терміну підтримки обладнання, програмного забезпечення, ОС і т.д. припиниться. З іншого боку, системи на судах часто використовуються неперервно більше 10 років. В результаті ОС морського обладнання більше не підтримується і вразливості пристроїв залишаються, збільшується ризик зараження «вредоносним ПО». В-третьє, проблема управління ІТ-оборудуванням на судах. Навіть зараз інциденти зараження вредоносним ПО відбуваються з комп'ютерів, інтелектуальних пристроїв, USB-накопичувачів і т.д., які беруть на борт екіпажі. Ми можемо уникнути інцидентів, встановивши правила і попросивши екіпажі захистити себе, але важко забезпечити уважність, оскільки екіпажі часто міняються в кожному рейсі.

Які різниці між заходами безпеки на суші і заходами безпеки на судах. Во-перше, різниця в тому, з якою метою роблять акцент на заходи безпеки. Існує три елементи інформаційної безпеки: конфіденційність, цілісність і доступність. В цілому, заходи протидії витоку інформації цінуються в сфері інформаційної безпеки, тому існує тенденція до більш серйозного сприйняття в разі порушення «конфіденційності». З іншого боку, «цілісність» і «доступність» більш важливі, оскільки основна мета судів – забезпечення безпеки мореплавства. При реалізації заходів безпеки необхідно

выбрать меры, соответствующие этой цели. Второе отличие – это особая среда на судах. Коммуникационная среда практически ограничена спутниковой связью. Несмотря на то, что услуги постоянного подключения становятся популярными, невозможно поддерживать такой объем связи, как на суше. Кроме того, даже если в океане произойдет сбой оборудования или инцидент, то невозможно сразу же отремонтировать его с суши. Такой вид ремонтпригодности следует учитывать при введении мер кибербезопасности.

К кибербезопасности судна есть три основных вопроса.

Первая проблема – это особенности окружающей среды на судне. Что касается мер безопасности на суше, с момента распространения интернета были предоставлены различные продукты и услуги. Однако не все продукты и услуги безопасности могут быть установлены на судне. Бывают случаи, когда среда установки, среда связи, ремонтпригодность, операционная система и т.д. не подходят. Поскольку на судне нет системных администраторов, сложно справиться со сложными операциями. Кроме того, как особенность существующих продуктов безопасности, многие из них требуются для обновления файлов шаблонов, а спутниковая связь является дорогостоящей и непрактичной. Кроме того, поскольку само судно имеет длительный срок службы, установленное на нем судовое оборудование может использоваться по истечении нескольких лет эксплуатации.

Второй вопрос – это человеческие ресурсы. Хотя это не ограничивается судоходной отраслью, немногие компании могут обеспечить достаточно человеческих ресурсов для обеспечения кибербезопасности. Другой фактор заключается в том, что привить ИТ-грамотность на объекте сложно, потому что бригады, работающие на объекте, регулярно меняются, а требуемые знания сильно различаются. Для этого необходимо создать механизм и проводить постоянные мероприятия по повышению осведомленности о безопасности в сотрудничестве с экспертами по кибербезопасности.

Третий вопрос – инвестиционные затраты. Меры безопасности для судна требуют быстрого внедрения, и во многих случаях требуются новые инвестиции. Кроме того, цель атак – не только новые суда, но и уже существующие. Поэтому меры безопасности требуются не только для судостроения, но и для судов, находящихся в эксплуатации.

Выводы. Мы рассмотрели состояние и проблемы кибербезопасности на судах. Определили кто может осуществлять кибератаки, но также и с какой целью они производятся. Для развития судоходной отрасли, необходимо работать над мерами кибербезопасности для обеспечения безопасности параллельно с продвижением эффективного использования программного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беседін А., Бараненко Г., Капліна А. Особливості надання першої допомоги фахівцям морської галузі з ознаками захворювання на COVID-19. Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет - конф., 22 грудня 2020 р. Переяслав-Хмельницький, 2020. Вип. 66. С. 320-323.
2. IPA (2014), IPA Technical Watch “Inappropriate Information Disclosure of Increasing Internet Devices and Countermeasures”, February 27, 2014.
3. Бараненко Г.О. Сучасний стан і шляхи вдосконалення організації забезпечення безпеки мореплавання контейнеровозів. Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства: матеріали VIII Всеукраїнської студентської наукової конференції в 2-х т., 22 листопада 2018 р. Херсон, 2018. Том. 1. С. 12-14.
4. Takeyasu Sakai (2018), “GPS Security: Vulnerability and Countermeasures”, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE Technical Report), SANE2018-33, August 2018.

5. Капліна А., Кущенко Ю., Бараненко Г. Виникнення пожежі на судні та шляхи усунення небезпечних факторів. Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 30 квітня 2021, Переяслав, 2021. Вип. 70. С. 390-394.

6. Капліна А., Бараненко Г., Кущенко Ю. Альтернативні види палива та джерела енергії на морському транспорті. Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 31 травня 2021 р. Переяслав, 2021. Вип. 71. С. 399-402.

7. Бараненко Г.О., Капліна А.А. Сучасні та майбутні проблеми морської галузі. Сучасні підходи до вискоєфективного використання засобів транспорту: зб. тез XI Міжн. наук.-практ. конф., м Ізмаїл, 3-4 грудня 2020 р. Запоріжжя, 2020. С. 507-511. DOI: 10.13140/RG.2.2.36681.98401

8. All at sea: global shipping fleet exposed to hacking threat, J. Wagstaff, Reuters, 23.04.2014.

СЕКЦІЯ:

***ЕКОНОМІКА МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ
РОЗВИТКУ***

ОТКРЫТЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Прокопчук Ю.А.

*Институт технической механики НАН Украины
(Украина)*

Введение, актуальность исследований. Переход к автономным транспортным системам – это устойчивый технологический тренд в XXI веке, затрагивающий и морскую область. Актуальным является выделение общих методологических проблем для разных сфер (морской, автомобильной, авиакосмической, логистической / сервисной – «летающее / плавающее такси», индустриальной) и перенос решений из одной сферы в другую [1-11]. Одной из наиболее трудных проблем является развитие «математики автономии», так как автономная система – это, прежде всего, когнитивная техническая система [4, 5, 7, 8]. Следовательно, на первый план выходят вопросы познания, быстрых (интуитивных) решений (прототип экстренных вычислений в критических ситуациях), гибкости, адаптивности, живучести, критичности, экономии всех видов ресурсов в условиях радикальной неопределенности и высокой динамики среды [9]. Решающее значение приобретают коллективные распределенные вычисления (коллективный интеллект, когнитивный Интернет) с когнитивным ядром, который может быть частью Центра оперативного контроля экстренных ситуаций / катастроф (морских, авиакосмических, автомобильных, индустриальных и т.д.). Все большую актуальность приобретают Симбиотические Автономные Системы (Symbiotic Autonomous Systems – SAS) [10], включая ассистивные технологии на транспорте (Assistive technology). Считается, что именно сочетание когнитивного и симбиотического подходов позволит справиться с все возрастающей сложностью управления, в том числе, автономными системами [7, 10]. Одно из объяснений на уровне экипажа состоит в том, что мы достигли сложности системы, которая, хотя и приемлема в нормальных условиях, вряд ли совместима с когнитивными способностями человека в ухудшенных условиях.

Как и в любой компьютеризированной системе, существует риск выхода из строя используемых компонентов, что может повлиять на высокоточное и стабильное позиционирование судна. В таких условиях решением могут стать когнитивные (мягкие) измерения, основанные на тотальном прогнозе и аудите всех информационных потоков, включая оценку достоверности всех первичных сигналов (подходы «Cyber-Physical-Cognitive Systems», «Cognitive Technical Systems») [1, 4, 7]. Исследования в авиации показали, что такой подход способен предотвратить большую часть авиакатастроф (совместные разработки Airbus и IBM в рамках программы «Умный флот»). Примером ассистивных и симбиотических технологий может служить разработанный для МКС автономный летающий интеллектуальный помощник CIMON (Crew Interactive Mobile Companion; Intelligent Flying Assistant Drone; Cimon's 'flying brain' was provided by IBM), который будет помогать космонавтам в процессе их работы. Устройство оснащено системой искусственного интеллекта на основе наработок проекта IBM Watson, способной понимать вопросы на естественном языке и генерировать ответы. В качестве операционной системы применяется Ubuntu Linux. CIMON был отправлен на МКС 6 июня 2018 года в рамках миссии "Горизонты". CIMON может оценивать окружающую обстановку, воспринимать команды и поддерживать диалог на естественном языке. В БД CIMON заложены сведения о проводимых на станции экспериментах, разнообразная справочная информация и инструкции по действию в нештатных ситуациях. В CIMON также заложены функции для снижения стресса в команде и он может применяться, например, для воспроизведения музыки, показа видео или установки канала связи по

просьбе космонавтов. Подобных помощников Airbus и IBM разрабатывают, прежде всего, для авиации. Аналогичные помощники (AI assistant), включая Intelligent (Flying) Assistant Drone, должны быть разработаны для морских судов, что обеспечит реализацию концепции SAS, повысит комфорт экипажа и минимизирует риск морских катастроф. IBM Watson может рассматриваться как пример-прототип универсальной вычислительной платформы для когнитивного ядра Центра оперативного контроля катастроф.

Лучшее управление когнитивными ресурсами – один из ключей к повышению уровня безопасности работы. Чтобы поддержать операторов транспортных систем в их деятельности, обязательно нужно помочь им лучше предвидеть (Changing the Paradigm for Higher Safety: Operator Cognitive Resources Management; Anticipation Support for Planning; Aggregative Model of Anticipation [7]). Такая поддержка значительно выиграет от дизайна, ориентированного на пользователя (результат сотрудничества исследователей в области когнитивной психологии, управления знаниями, компьютерных наук, промышленной автоматизации) [11]. Данные вопросы тесно связаны с моделированием и развитием экспертной и/или искусственной интуиции [7].

Космическая отрасль может служить примером системного подхода к разработке автономных систем. Так, NASA активно разрабатывает «NASA Platform for Autonomous Systems (NPAS)». Программное обеспечение, разработанное Центром NASA Goddard, обеспечивает самоуправление и безопасность для распределенной системы, такой как рой спутников, в которой корабли активно коммуницируют и взаимодействуют (Autonomous and Autonomic Systems: A Paradigm for Future Space Exploration Missions). Первоначально разработанная для космических миссий, эта возможность теперь расширена для использования в наземных приложениях, включая облачные и сетевые системы, а также другие приложения, требующие высокораспределенной работы (Adapts autonomic and aprototic functions developed for space to cloud, grid, and other distributed systems). Такой подход целесообразно использовать и в морской отрасли для флота автономных кораблей.

Постановка задач. Целью исследования является разработка следующих концептуальных и методологических вопросов-задач (на основе биоинспирированного подхода в рамках парадигмы предельных обобщений – ППО [7]):

- обеспечение системно-информационной безопасности, перманентного аудита и глубокой диверсификации всех информационных потоков; функциональной, отказо-и-катастрофоустойчивости, антихрупкости транспортных средств и технологий [2, 5, 7];

- минимизация риска чрезвычайных ситуаций на транспорте с использованием концепций когнитивных измерений, экстренных и когнитивных вычислений, симбиотических и автономных систем, ассистивных и агентных технологий (community of autonomous software agents) [1, 3, 7, 10]; управление риском чрезвычайных ситуаций на основе прогнозирования и минимизации влияния человеческого фактора на (навигационную) безопасность плавания судна [2, 11];

- создание унифицированных платформ автономных систем (пример «NASA Platform for Autonomous Systems»);

- создание Центра оперативного контроля (морских) катастроф: структура и функциональные элементы центра экстренных вычислений при оперативном контроле морских катастроф судов на основе интеграции интеллектуальных систем новых поколений (Принципы формирования универсального бесшовно программируемого и кибербезопасного вычислительно-алгоритмического пространства; Единое вычислительное пространство по технологии интеллектуального GRID; системы смыслопорождения; математически однородное алгоритмическое пространство – mathematical homogeneous algorithmic space; универсальный сетевой компьютер с «телом: исполнительными/программными агентами» – universal network computer with "body":

community of autonomous software agents; IBM Watson как прототип универсальной вычислительной платформы) [1, 3];

- системная интеграция информационного, алгоритмического и программного обеспечения на базе данных распределенных динамических измерений и структурированной многоцелевой базы знаний [7, 9];

- развитие «интеллектуальной математики» (Мозг и новые основания математики) или «математики автономии» [4, 7, 8] (The Framework for Designing Autonomous Cyber-Physical Multi-agent Systems; Cyber-Physical-Cognitive Systems, Fault/Disaster-Tolerance Systems; Mathematics of Autonomy under Uncertainty; Intelligent Mathematics);

- моделирование нелинейных систем в сложных динамических средах [9]; исследование Глобальной структуры динамической системы на основе многомасштабного фазового пространства, включая скрытые аттракторы и «скачки» (с использованием методов самоорганизации, обобщенного символического анализа динамических систем, трансдисциплинарной области наук о сложности, современной теории катастроф) [2, 6, 7].

Результаты исследований. Решение задач экспресс-анализа текущей ситуации и оперативного доступа к контролируемому судну ведется на основе математически однородного алгоритмического пространства независимо от места нахождения судна, времени развития ситуации и состояния внешней среды. При этом обеспечивается конкурентоспособность решений и управляющих воздействий [7]. Банк математических моделей и алгоритмов в рамках банка тестов $\{G(\tau)\}$ представим в виде [7]:

$$k = \{f/\mu: \{J_a a/A\}, J_e e/E \rightarrow \{J_b b/B\}, \mu \in \{\mu\}_f\} \cup P_k,$$

где J – оператор оценки истинности; P_k – правила композиции и обобщения системопаттернов.

При исследовании «грубого» поведения динамических систем численными способами удобно применять методы (обобщенной) символической динамики. Обобщенная символическая динамика – это набор методов и численных алгоритмов исследования глобальной структуры динамической системы [7]. Применение этих методов не требует какой-либо предварительной информации о системе. Общая схема исследования следующая. Предположим, что фазовое пространство M покрыто конечным числом ячеек и имеется "прибор", который показывает номер или индекс r ячейки, когда точка x лежит в ячейке $M(r)$. Ячейки могут пересекаться. Таким образом, траектория системы кодируется последовательностью индексов. Индексами могут быть символы любой природы: номера, буквы, координаты и так далее. Часто говорят о буквах алфавита. В этом случае число букв совпадает с числом ячеек, и траектории кодируются (на каждом уровне общности) последовательностью букв, которые называются допустимыми словами. Важно, что, изменяя размеры ячеек, можно управлять степенью точности описания поведения (траектории) динамической системы. Таким образом, ППО формирует многомасштабное фазовое пространство, а траектории существуют одновременно на всех масштабах, позволяя гибко переходить с одного масштаба на другой. Пример системы координат многомасштабного фазового пространства приведен в [7].

Выводы. Рассмотрены проблемы и принципы формирования универсально и бесшовно программируемой среды распределённых вычислений в мультиагентной среде с когнитивным ядром (примером К-Ядра может служить IBM Watson). К-Ядро может брать на себя некоторые функции «Центра оперативного контроля (морских) катастроф», прежде всего, экстренные/ургентные вычисления (имитация интуиции). Для перехода к универсальному бесшовно программируемому и кибербезопасному вычислительно-алгоритмическому пространству распределённых вычислений предложена математически замкнутая форма представления данных и программ: Банк тестов, задач различения и Банк вычислительных паттернов в рамках парадигмы предельных обобщений. Важную роль играет концепция «когнитивных чисел». Вычислительная система может базироваться на

любой совокупности агентов-компьютеров и агентов-исполнителей, связанных сетями (концепция универсального сетевого компьютера с «телом»). Все агенты (автономные системы, суда, летательные аппараты) снабжены «белым ящиком» для сбора и передачи в К-Ядро всей информации, на основе которой производятся когнитивные (мягкие) измерения. Вся информация проходит аудит с использованием концепции «искусственного коннектома». Обработка и прогноз потоков данных осуществляется с использованием инструментов искусственной интуиции (аналог человеческой интуиции) [7]. Данный подход позволяет уловить слабые сигналы приближающихся угрожающих состояний или катастроф и принять стратегические решения по их предотвращению. Спектр возможных стратегических решений содержится в «тонком срезе» каждой задачи различения (эвристики-решения формируются на основе коллективного «опыта» решения подобных задач агентной средой).

Сегодняшнее снижение риска (морских) катастроф основывается на обучении управлению чрезвычайно редкими (нестандартными) ситуациями, объясняемыми потенциальной комбинацией отказов очень сложных систем с изменчивой окружающей средой и с изменчивым человеком. Когнитивный подход на основе ППО позволяет сделать следующий общий вывод [7, 11].

Изучая ограничения и сильные стороны операторов, мы можем найти (с некоторыми очень базовыми знаниями о когнитивных стратегиях человека) способы пересмотреть наши принципы проектирования, чтобы вернуть операторам возможность оставаться в курсе: не через управление все более сложными системами, а помогая им делать то, что у них получается лучше всего – управлять своими собственными ресурсами для принятия адекватных решений. Другими словами, при проектировании должны учитываться когнитивные стратегии, чтобы экономить ресурсы операторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокопчук Ю.А. Концепция когнитивных измерений в интеллектуальных системах // Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем» (1-2 листопада 2018 р., Дніпро, Україна). – Дніпро : Баланс-клуб, 2018. С. 296-299.
2. 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. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239093>
3. Прокопчук Ю.О. Автономні Системи: Когнітивні Обчислення на Засадах Парадигми Граничних Узагальнень. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційні Технології в Металургії та Машинобудуванні» (м. Дніпро, 16 – 18 березня 2021 року). – Дніпро, Україна: НМетАУ, 2021. С. 263-267. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2021.01.032>
4. Прокопчук Ю.О., Носов П.С. Шляхи розвитку «інтелектуальної математики». Матеріали VII міжнародної конференції «Адаптивні технології управління навчанням». (Одеса, 28–30 вересня 2021 р.). – Одеса: ПНПУ імені К. Д. Ушинського, 2021. – С. 11 – 13.
5. Прокопчук Ю.О., Носов П.С., Зінченко С.М. Концепція «когнітивних технічних систем» як методична основа забезпечення відмовостійкості, катастрофостійкості та антихрупкості // Праці Міжнародного симпозіуму «Інтелектуальні рішення - С» (Київ - Ужгород, Україна, 29 вересня 2021 р.). Київ : КНУ ім. Т.Г. Шевченка, 2021. С. 135-136.
6. Прокопчук Ю.А. Скрытые аттракторы и «скачки» когнитивных динамических систем // Тезисы XIX Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 30 марта 2021 года). – М: МГППУ, 2021. С.202-207.

7. Прокопчук Ю.А. (2021). Интуиция: опыт формального исследования. Монография. - Днепр: ГВУЗ ПГАСА. (в печати)
8. Ivancevic V.G., Reid D.J., Pilling M.J. (2017). Mathematics of autonomy: Mathematical methods for cyber-physical-cognitive systems. World Scientific Publishing.
9. Бухановский А.В., Иванов С.В., Нечаев Ю.И. Моделирование нелинейных систем в сложных динамических средах. СПб.: Изд-во Центр НИУ ИТМО, 2013
10. Kaynak O, He W, Flammini F, Liu Z. (2021). Towards symbiotic autonomous systems. Phil. Trans. R. Soc. A 379: 20200359. <https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0359>
11. Nosov P.S., Zinchenko S.M., Prokopchuk Yu.O. Development of a informational model of influence the «human factor» to ergatic maritime system // Праці II Міжнародного симпозіуму «Інтелектуальні рішення – С: Теорія прийняття рішень» (Київ - Ужгород, Україна, 29 вересня 2021 р.). Київ : КНУ ім. Т.Г. Шевченка, 2021. - С. 95 – 96.

STUDY OF THE DEVELOPMENT PROSPECTS OF FERRY SERVICES IN GEORGIA AND ITS IMPORTANCE IN THE MARITIME, LOGISTICS AND TOURISM INDUSTRIES

*Baramidze M., Tukvadze V., Dzneladze T., Tavberidze I., Metreveli M., Makharadze A.,
Sharabidze I.*

*Batumi State Maritime Academy
(Georgia)*

Since ancient times, the maritime industry has been an important factor in the country's rapid and sustainable development. The Black Sea has always determined the strategic geopolitical position of Georgia, but in fact, the development of the maritime industry begins from 19th century. With regard to passenger traffic, which is associated with the development of ferry traffic in this region, began in the 20th century. As a result of certain economic and political events, the development of the ferry industry in Georgia was characterized by less intensity and, ultimately, became dependent on the actions of a monopoly company.

It should be noted that Georgia's strategic development plan provides for the development of the maritime industry, which, in turn, includes the development of ferry traffic. This article explores the prospects for the development of ferry transportation in Georgia and their impact on tourism and logistics. It is noteworthy that ferry services are presented on the Georgian market only in the form of foreign companies, whose services are incomplete, which is the basis for the creation of competitive Georgian shipping companies. Today, the monopoly of one or another company in the ferry market on the Black Sea determines the pace of development of this sector.

The article provides an overview of foreign and domestic literature on ferry services, as well as the prospects for the development of tourism and trade at sea; also, The challenges and problems of the development of ferry transportation (freight and tourist transportation) have been assessed; The related industries of the ferry industry in the Adjara region, as well as the activities of leading international ferry companies, were studied. Based on the results of this study, it is possible to assess the prospects for the creation of Georgian maritime companies (providing ferry services). In addition, according to the results presented in the article, it is possible to optimize the loading at the Sarpi checkpoint and propose alternative directions of passenger traffic; It will also simplify the process of finding ways to reduce the cost of passenger / tourist travel. According to the results of the study, it should be noted that the strategic location of the country in terms of logistics and high tourism potential creates a favorable environment for the development of the ferry sector and its auxiliary territories.

Key words: Ferry Industry, Ferry Services Development, Marine Tourism, Logistics, Black Sea Region.

Introduction. Recognized as a logistics center in the Caucasus region, the port of Batumi has been a popular cruise and ferry destination since the second half of the 20 th century. In general, the tourism sector in Georgia has been recognized a priority sector of economic development for more than 20 years. Since the 90's, much has been done in the area to rehabilitate and rebuild the sector, resulting in an increase in the number of tourists arriving in the country and the income generated from them.

According to statistics, in 2019, the tourism industry in Georgia continued to grow. The number of visits made by international travelers this year increased by 678,420 and for the first time exceeded nine million. International and domestic tourism play a big role in the country's economy. Expenditures of foreign travelers have a significant impact on Georgia's balance of payments.

Tourism accounts for about 71% of the country's export earnings from services. International travel revenues grew and surpassed \$ 3.3 billion in 2019. The share in GDP reached

8.1%. The achievement of this indicator became possible due to an increase in the added value created in the tourism sector by 511 million lari. [1]

The results obtained from the development of tourism are of great importance for the economic development of the country's regions. A region like Adjara ranks second in Georgia in terms of the number of foreign tourists and the income received from them. Consequently, it occupies a special place in the development of tourism in the country, not only in recent years, but also historically. In general, Adjara is distinguished by traditions, a variety of tourist resources and uniqueness.

The main Adjarian tourist resources are: favorable climate, mountain-bar and different valleys, covered with forests and endemic vegetation, wildlife, unique natural monuments, centuries-old archeological, historical and architectural monuments, rich folklore, varied cuisine, hospitality, Museums, theaters, mountain-ski resorts and the most important factor for the development of tourism in Georgia today - the Black Sea. [1]

The ferry industry is still relevant in the world market, as for a number of countries, such as Norway, Finland, Estonia, Great Britain, etc., it is one of the main means of transporting passengers and various types of goods. As for the Black Sea region, the market monopoly hinders the development of the sector, however, according to the Strategic Development Plan of Georgia, there are prospects for the development of ferry traffic, which is also confirmed by the EU-Georgia Association Agreement for Georgia Maritime Strategy Document, According to which: "The most important strategy for the maritime sector is to attract private sector investment in cruise ships and associated terminals through financial and other incentives:

The study also describes the international experience of the ferry industry, which includes the study of the ferry operations of one of the Estonian companies, the Tallink Grupp, using a comparative analysis method. Tallink Group is a pioneering company that has transformed ferry traffic into a mini-cruise tourism industry. It is considered the leading European company offering high quality glass cruise services to its passengers. In the framework of qualitative and quantitative research were studied: Company routes, passenger segments, passenger flow volume, revenue received level, cargo volume, freight revenue and cost structure of the company.

The subject of the research is to reflect the reality of the ferry industry and determine its future prospects in Georgia. The main methodological foundations of the research are qualitative and quantitative research methods, which include Interviews with representatives of leading companies in the field , surveys on the research issue, as well as processing and analysis of statistical information obtained.

Challenges and Problems of Development of Ferry Services (Cargo and Tourist Transportation Service).

Georgia has long been a transit corridor between Europe and Asia, through which is transported strategic cargo. That is why the development of the transport sector is a strategic task of the country. The geopolitical location allows the country to develop a maritime logistics industry. Therefore, it is important to implement projects that will help to attract cargo flows and passengers to Georgia and increase the efficiency of the country's transport systems. Today there are two seaports and three port terminals in Georgia. Today there are two seaports and three port terminals in Georgia. Let's look at each port to clarify the problem.

The Poti Sea Port is the largest port in Georgia, handling container, liquids, dry bulk cargo and passenger ferries. The multi-purpose facility has 15 berths, a total quay length of 2,900 meters, more than 20 quay cranes and 17 km of rail track. [1]

The port serves as a European gateway for international trade in Georgia, Armenia and Azerbaijan, and is ideally located to become a hub for Central Asia trade. It offers direct ferry traffic with the Black Sea ports of Ukraine, Russia and Bulgaria and is connected to the nation's railway network, with connection to all key cities in Georgia. [3]

The Batumi seaport is the second largest port, it has a long history, was distinguished and is still distinguished by its geostrategic and natural advantages. The main factor in the development of the port of Batumi was the transportation of petrol by rail from Baku to Batumi. The Batumi port has an oil loading terminal, a container terminal, a mooring complex for ferry transportation and a dry cargo terminal. Throughput efficiency of the oil terminal is – up to 15 million tons annually. The terminal specializes in refining raw oil and almost all types of oil products: diesel fuel, petrol, reduced cruel and so on. The maximum capacity of the dry cargo terminal is 2.0 million tons per year.

The economic development of Georgia largely depends on the efficient use of the country's transit potential. For the implementation of the transit function, it is important to ensure effective cargo throughput by simplifying customs checkpoints. Over the years, the throughput of the Sarpı customs checkpoint has been hampered, due in part to an increase in the flow rate and, on the other hand, to the relief conditions. This is in some ways of a seasonal problem, especially in the summer when the already busy traffic is exacerbated by the influx of tourists in buses and private cars. [2] Based on the above, it is necessary to unload the Sarpı customs post. Since maritime transport is considered a cheap means of transportation, it can be considered an alternative. The development of ferry routes will facilitate the redirection of cargo flows from land to sea transport.

The agenda of the research project included the need to survey companies operating in the tourism and logistics sectors, as it was clear that they were in the mood for more ferry traffic. The interviewed companies have some experience of ferry cargo transportation to the following countries Turkey-Ukraine-Georgia, which once again emphasizes the strategic directions of ferry transportation. The same companies mainly transport various types of cargo by ferry: cars, containers, etc.

It should be noted that the logistics sector in Georgia faces a number of problems with the ferry sector. For example, the infrastructure required for optimal cargo handling with minimal time and financial costs; You should also take into account the lack of personnel in this area, which can become a big problem in the case of an excessive flow of passengers and heavy traffic development. That is why it is important to anticipate the appropriate personnel policy and structure for the sector in order for the labor market to respond to the personnel demand in a timely. Again, the port fee in the ports of Georgia, which is considered to be the most expensive among the Black Sea regions, remains a significant challenge. It is important to develop an appropriate system and set a fee that will help expand the sector and arouse the interest of foreign companies.

And furthermore, it should be noted that under Covid-19, the process of integration of the ferry sector with the tourism sector will begin to intensify rapidly, as travelers are refraining from large-scale tours, instead choosing the planned so-called. "Slow tourism", during which the emphasis is not on the volume / quantity of leisure but on its quality. In the post-pandemic period, factors such as safe travel and leisure became important for the tourism sector. Therefore, ferry transport is a safe and relatively inexpensive transportation alternative for tourist flow movement.

Georgia has a very promising tourism potential, which is very attractive to the global tourism market, as evidenced by tourism statistics.

As part of the study, it was important to establish the attitudes of passenger and cruise ship owners regarding the intensification of ferry traffic in the region. Their attitude is positive, the overwhelming majority of respondents agree that the ferry service as a new tourism product will be attractive for tourists, moreover, it will help develop their activities, since the ferry service will increase the flow of tourists to its target segment.

Thus, as a result of the study, we can conclude that the yacht industry in the region is developing, the pricing policy and conditions of the yacht club are flexible for business,

including for foreign representative organizations. The demand for this service is growing, but it needs to be expanded, which requires additional investment in this area.

In order to share the international experience of the ferry industry, the ferry operations of one of the Estonian companies "Tallink Grupp" were studied. "Tallink Grupp is a leading provider of mini-cruise and passenger transport services in the northern Baltic region.

The cruise ferry industry has gained a foothold in the Baltic region, where ferries are now a major means of transportation. About 10 million passengers travel by ferry on the Baltic Sea between Finland and Sweden. The region is dominated by high quality liners that are considered an alternative to cruise ships. [1]

Ferry transport remains competitive in a number of countries. According to the main indicators, the advantage of the ferry is in the low price and the possibility of transporting a private car, and the advantage of air transport - in the speed of travel. [2]

The development of ferry services will contribute to the revitalization of the tourism sector in post-pandemic conditions, the expansion of the tourist flow and the formation of a new tourist product. The model of the ferry service as a tourist product can be represented in the form of a diagram showing the main industries that will be comprehensively involved in the formation of the product:

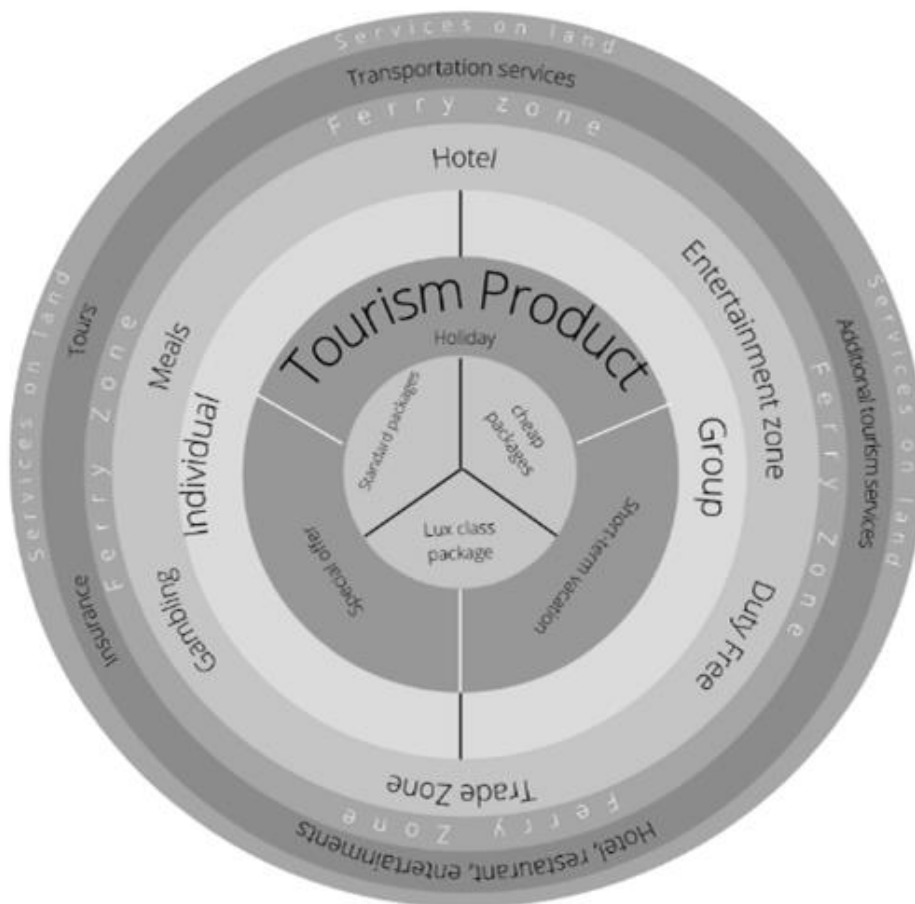


Diagram 1 – Ferry as a model for tourism products

Companies on modern ferries have the opportunity to offer passengers a variety of services, which together create a new tourism product of an integrated nature. While traveling by ferry, tourists will be able to use the restaurant, hotel services (special cabins), entertainment zones, casinos and etc. Also, to buy the desired products in Duty Free and shopping zones, all

this will be placed on board and tourists will use this service only on the ferry. In addition, the company that provides ferry services can offer additional tourism services on land, which will combine different destinations in the tourism sector: Hotel, restaurant services, entertainment, various excursions, etc. All this will activate and develop the tourism potential of the region and facilitate the process of opening new destinations.

Although ferry traffic as a tourism product has great potential for development, it still faces a number of challenges in the Georgian market. Although ferry services are provided in Georgia, the sector is still focused on logistics services, which has hampered the development of passenger transportation services. In addition, one of the key problems for the development of the sector is the lack of appropriate infrastructure, in fact, there is no terminal for servicing passengers, which is less attractive for the tourism market. Attraction of investments in infrastructure is also provided for by Georgia's tourism strategy for 2025. The ferry service is an additional channel for the tourist flow, which will contribute to the expansion and development of the tourism industry in the region.

Apart from infrastructural problems, due to the obstacles to the development of the sector, in the region it lacks human resources that can offer a high quality ferry tourism service. Despite these challenges, they create other additional opportunities in the region, in particular additional jobs and new professions. In case of demand in the labor market, the educational programs operating in the region are noteworthy, in particular, the Batumi State Maritime Academy has a cruise tourism management educational program, which prepares direct specialists in this field.

Conclusion.

The study confirmed the hypothesis of the research group about the prospects for the revitalization of the ferry service:

1. Demand for cruise tourism will increase demand for port facilities (ports and passenger terminals), as well as port and maritime transportation services;
2. An increase in the flow of tourists crossing the land border from Turkey and Russia could increase the ability of passenger ships to serve along the coastline (for example, connecting Batumi with Trabzon, Sochi, etc.).

The study shows the following tendency: the strategic location of the country in terms of logistics and high tourism potential create a favorable environment for the development of the ferry sector and its ancillary areas. The same circumstances put on the agenda a number of needs that necessary to be developed and improved, such as the relevant terminal infrastructure, qualified staff and a coordinated system that will integrate the logistics and tourism sectors.

The study also confirms that the ferry sector is an untapped market with strong demand. The increase in demand stems from both the need for alternative vehicles and a number of logistical constraints created by the Covid-19 pandemic.

The study also shows the economic benefits of the development of the ferry sector, which contributes to the revitalization and sustainable development of related transport, tourism and other socio-economic sectors, as evidenced by international experience.

You can see a detailed overview and results of this research in the full article: "Study of the development prospects of ferry services in Georgia and its importance in the maritime, logistics and tourism industries".

REFERENCES

1. Government of autonomous republic of Adjara citizen's portal, Statistics of international travelers 2020, (Last view 17.01.2021)
2. <http://adjara.gov.ge/branches/description.aspx?gtid=700040&gid=7#.YC0b5egzbDc>
3. Statistical Review of Tourism of Georgia, 2020

4. Link:<https://gnta.ge/ge/%e1%83%a1%e1%83%a2%e1%83%90%e1%83%a2%e1%83%98%e1%83%a1%e1%83%a2%e1%83%98%e1%83%99%e1%83%90/>
5. Arnaud Serry, “Organization and development of cruise shipping in the Baltic sea” Conference: Devport International Conference At: Le Havre, June 2014
6. Link:https://www.researchgate.net/publication/263655756_Organization_and_development_of_cruise_shipping_in_the_Baltic_Sea
7. Mańkowska M, Tłoczyński D, “The competitiveness of ferry and air transport in the Baltic Sea Region: infrastructure approach” SHS Web of Conferences, January 2018
8. Link:https://www.researchgate.net/publication/329382694_The_competitiveness_of_ferry_and_air_transport_in_the_Baltic_Sea_Region_infrastructure_approach
9. APM Terminals Link: <https://www.apmterminals.com/ka/poti/our-port/our-port>
10. B. Gitolendia “Case Analysis of the Georgian Transport Sector, Interoperability and Intermodality with the European Systems” 2018, 22-27pg.
11. Batumi Sea Port
https://www.batumiport.com/ge/generaluri_direqtoris_mimartva/navmisadgoembi_da_terminale_bi/
12. Baramidze M. Sharabidze I, Dolidze N. “Perspectives of development of sea transport in the region of Ajara 2015” 2nd International Conference “Innovation Challenges Of The Maritime Industry: Maritime Transport, Engineering Technologies, Logistics, Tourism”

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ПОСЛУГ ВІТЧИЗНЯНИХ ПОРТІВ

Безбах О. М., Безуглова І. В.

*Херсонська державна морська академія
(Україна)*

Вступ. Сучасні умови ведення портового бізнесу характеризуються стрімким розвитком інтеграційних та глобалізаційних процесів, що вимагають переходу до становлення і розвитку нового постіндустріального суспільства, орієнтованого на інноваційні інформаційні технології, знання, посилення впливу споживачів послуг, домінування ролі партнерських відносин, практичні реалізації концепцій сучасного маркетингу тощо. Істотно змінилися й вимоги споживачів: велику увагу вони зараз приділяють не тільки якості продукції, але й рівню до- та після-продажного обслуговування, виконанню індивідуальних побажань, що робить необхідним для постачальника послуг та / або продавця персоніфікацію і розвиток тривалих, взаємовигідних відносин.

У зв'язку з цим, з метою завоювання стійких конкурентних переваг сьогодні багато підприємств різних галузей утворюють альянси, ділові мережі, а також обирають інші форми співпраці, що дозволяє їм досягати синергетичного ефекту з мінімальними витратами. Разом з тим, виконанні авторами попередні дослідження показали, що у теперішній момент конкурентоспроможність вітчизняних морських портів й портових послуг досліджуються виключно в рамках логістичного та виробничого підходів, орієнтуючись, в першу чергу, на технічний, технологічний та інформаційний аспекти [1-3].

Актуальність дослідження. У зв'язку з цим, а також враховуючи конкурентні умови, що трансформувалися, на думку авторів, бачиться об'єктивна необхідність в розробці нового підходу до формування конкурентоспроможності портових послуг, що посилить ринкові позиції вітчизняних підприємств галузі морського транспорту. Узагальнюючи викладене, дійшли до висновку про те, що сьогодні вітчизняні морські порти змушені працювати в досить непростих умовах, що вимагає пошуку нових шляхів підвищення їх конкурентоспроможності та, в першу чергу, через забезпечення адаптивної до ситуації, що склалася, конкурентоспроможності послуг, що надаються.

У зв'язку з цим, а також на підставі результатів досліджень особливостей обслуговування споживачів портових послуг, виконаних на основі даних щодо портів Херсон та Южний, автори прийшли до висновку, що з позиції підходу, який досліджує взаємодії споживачів та постачальників, а також маркетингу взаємодії, сучасний вітчизняний морський порт представляє собою сукупність різноманітних підприємств, таких як експедиторські, агентські, сюрвейерські, стивідорні тощо, та державних структур, таких як митниця, адміністрація порту тощо. Беручи до уваги викладене, а також враховуючи, що сьогодні морські порти – це пункти стикування різних видів транспорту, а більшість великих портів є транспортно-логістичними центрами, що входять в склад логістичних ланцюгів доставки вантажів морем, їх діяльність необхідно досліджувати комплексно, акцентуючи увагу не тільки на внутрішніх процесах, а й на зовнішніх ділових зв'язках.

Результати дослідження. У Кодексі торговельного мореплавства України морський порт трактується як сукупність об'єктів інфраструктури, розташованих на спеціально відведених територіях та акваторіях та призначених для обслуговування суден, що використовуються в цілях торгового мореплавства, комплексного обслуговування суден рибпромислового флоту, обслуговування пасажирів, здійснення операцій з

вантажами, в тому числі для їх перевалки, і інших послуг, зазвичай, що надаються в такому порту, а також для взаємодії з іншими видами транспорту [3].

Під об'єктами інфраструктури морського порту розуміються портові гідротехнічні споруди, внутрішні рейди, якірні стоянки, доки, буксири, криголами і інші судна портового флоту, засоби навігаційного обладнання та інші об'єкти навігаційного та гідрографічного забезпечення морських шляхів, системи управління рухом суден, інформаційні системи, перевантажувальне обладнання, залізничні та автомобільні під'їзні шляхи, лінії зв'язку, пристрою тепло-, газо-, водо- та електропостачання, інші пристрої, обладнання, інженерні комунікації, склади, та інші будівлі. А також, будівлі / споруди, розташовані на території та / або акваторії морського порту й призначені для забезпечення безпеки мореплавання, надання послуг у даному порту, забезпечення державного контролю і нагляду в даному порту [2-3].

Таким чином, якщо розглядати порт виключно в рамках трактувань, запропонованих на законодавчому рівні, стає очевидним, що необхідно перш за все, підвищувати конкурентоспроможність об'єктів інфраструктури, тобто портових гідротехнічних споруд, інженерних комунікацій, складів тощо, що належать, як правило, абсолютно різним власникам. Подібне трактування морського порту абсолютно не зачіпає соціальний аспект його діяльності, тобто обслуговування покупців портових послуг, мета якого полягає не тільки в тому, щоб грамотним чином виконати вантажно-розвантажувальні операції, але і в тому, щоб залучити й утримати споживачів, що в результаті збільшить вантажообіг.

Практика показує, що основна мета функціонування підприємств, розташованих на території морського порту, зосереджена на наданні портових послуг, під якими, в рамках даних тез, розуміються послуги із забезпечення перевалки вантажів (основні), а також супутні і допоміжні послуги, що надаються судновласникам, власникам вантажу, їх законним представникам та іншим особам компаніями, організаціями та структурами, які здійснюють свою діяльність на території транспортного хабу. Специфіка портових послуг полягає в наступному. По-перше, вони мають властивості, характерні для послуг як товару, такі як невідчутність, неможливість створення великих запасів тощо. По-друге, одна компанія не може надати споживачеві увесь спектр необхідних послуг. Отже, при визначенні факторів конкурентоспроможності портових послуг необхідно розглядати не тільки виробничий аспект (перевалку вантажів), але і соціальний (партнерські відносини, що виникають при обслуговуванні споживача).

Доцільність акцентування уваги на соціальному аспекті також обґрунтовується і принципами менеджменту якості, що є складовими бази стандарту ISO 9001:2015, згідно з якими велика увага повинна бути приділена споживачеві, мотивації та залученню вищого керівництва до обслуговування споживачів. Особливу роль цей стандарт відводить процесному підходу і постійному вдосконаленню. Зокрема, використання ISO 9001:2015 гарантує, що споживачі отримають продукцію і послуги стабільно високої якості, що, в свою чергу, дасть багато переваг самому бізнесу [4-5].

У зв'язку з цим, а також на підставі результатів вивчення факторів, під впливом яких формується конкурентоспроможність вітчизняних портових послуг, встановлено, що їх можна поділити на наступні групи:

- макрорівень, до якого можна віднести тенденції розвитку морських портів світу, рівень науково-технічного прогресу, інновації в сфері галузі морського транспорту, політичні, соціальні та економічні фактори на рівні світової економіки та держави;
- мезорівень, до якого можна віднести політичні, соціальні та економічні особливості розвитку галузі морського транспорту, а також регіону, в якому розташований даний морський порт, тенденції конкурентного середовища в галузі, державне регулювання;

– мікрорівень, до якого можна віднести вартість, якість, час обслуговування, фінансовий стан компаній порту, здатність адаптації до динамічних мінливих умов, рівень розвитку портової логістики і портового маркетингу, персонал, рівень організації праці тощо.

З огляду на те, що в сучасних умовах, внаслідок високого ступеня орієнтованості економіки на кінцевих споживачів, особлива увага приділяється якості послуг, під яким, як правило, розуміють сукупність характеристик, за допомогою яких послуга має здатність задовольняти заявлені або передбачувані потреби споживачів, є необхідність розглянути фактор «якість» більш детально. Гарна морська практика демонструє, що якість портової послуги містить наступні ключові аспекти: технічний, технологічний, економічний, правовий, інформаційний.

На підставі отриманих результатів досліджень сутності якості транспортно-експедиційного обслуговування вантажів у вітчизняних морських портах пропонується класифікація якості, яка містить такі показники, як стійкість зв'язку з постачальниками, репутація (імідж) компанії на ринку, загальний обсяг клієнтської бази, кількість залучених в угоду суб'єктів, дотримання встановлених правил роботи, система стимулювання, взаємовідносини між підрозділами порту тощо. При цьому, основною метою системи менеджменту якості стає не забезпечення якості продукції, а задоволення потреб усіх зацікавлених сторін та збільшення цінності для кожної із зацікавлених сторін [5].

Висновки. У зв'язку з наведеною інформацією, а також орієнтуючись на такі принципи менеджменту якості як орієнтація на споживачів, залучення персоналу, взаємовигідні відносини з постачальниками, при визначенні рівня якості вітчизняних портових послуг, автори вважають за необхідне виділити соціальний аспект, під яким автори розуміють цінність відносин, що виникають при наданні послуг. В даному випадку мова йде про ті вигоди, які отримують споживачі послуг в результаті взаємовигідного, плідного співробітництва упродовж процесів обслуговування у вітчизняних портах.

Дослідження практичної діяльності стивідорних, експедиторських, агентських компаній, а також інших підприємств галузі морського транспорту, які виступають в ролі продавців портових послуг дозволяють констатувати, що упродовж всіх транзакцій покупці і постачальники постійно контактують, причому навіть після фактичного надання послуг, наприклад завершують фінансові та інші операції упродовж періоду, тривалість якого становить іноді більше шести місяців. Більш того, необхідно підкреслити, що в силу зазначеної раніше специфіки портових послуг в обслуговуванні споживачів бере участь декілька незалежних компаній, наприклад, стивідорна, агентська, експедиторська, сюрвейерська тощо, партнерські відносини яких також впливають на якість послуг.

Це виражається в тому, що внаслідок слабкої координації дій можуть бути порушені терміни надання послуг, тобто знизиться надійність роботи транспортної системи, що негативно відіб'ється на рівні обслуговування клієнтів. У зв'язку з цим, на думку авторів, при дослідженні чинників конкурентоспроможності вітчизняних портових послуг, партнерські відносини, що виникають при їх наданні, необхідно розглядати як окрему групу чинників мікрорівня:

- партнерські відносини з клієнтами;
- партнерські відносини між учасниками обслуговування споживачів послуг.

Також необхідно підкреслити, що в сучасних умовах не слід залишати без уваги значимість при обслуговуванні споживачів ролі персоналу компанії-продавця, що вимагає виокремлення ще одного фактору – фактору відносин персоналу і роботодавця. Це дозволить підприємствам, які надають портові послуги, знайти додаткові джерела конкурентних переваг, що, безумовно, є актуальним, оскільки аналітиками прогнозується стійке зростання обсягів портової потужності, що вимагає залучення додаткових вантажопотоків і, відповідно, розширення клієнтської бази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Безуглова І. В., Богданов О. С. Дослідження напрямків розвитку сухих портів як частини транспортної інфраструктури та їх впливу на економічну ефективність сучасних підприємств галузі України. *Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства*: матеріали X Всеукраїнської студентської наук. конф., 19 листопада 2020 р. Херсон: ХДМА, 2020. С. 13-15.
2. Безуглова І. В., Молдован Є. В. Дослідження особливостей функціонування і розвитку підприємств водного транспорту України, що визначають їх інвестиційну привабливість. *Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства*: матеріали X Всеукраїнської студентської наук. конф., 19 листопада 2020 р. Херсон: ХДМА, 2020. С. 97-99.
3. Лимонов Э.Л. Внешнеторговые операции морского транспорта и мультимодальные перевозки. Изд. 5-е, перераб. и дополненное. Санкт-Петербург: Модуль, 2016. 592 с.
4. Жихарева В. В. Экономические основы деятельности судоходных компаний: учебное пособие. Одесса: Латстар, 2003. 218 с.
5. Боняр С. М. Судоходство река – море (проблемы развития судовладельческих компаний): монография. Одесса: ИПРЭИ НАН Украины, 2009. 288 с.

СЕКЦІЯ:

ЛЮДСЬКІ РЕСУРСИ МОРСЬКОЇ ІНДУСТРІЇ ТА ЛЮДСЬКИЙ ЧИННИК

ВСТАНОВЛЕННЯ «ЕТАЛОННОЇ» СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ НА СПЕКТРІ ХАРАКТЕРНИХ ПОМИЛОК

Рева О.М., Завгородній С.О.
Національний авіаційний університет
(Україна)

Борсук С.П., Засанська С.В.
Український інститут науково-технічної експертизи та інформації
(Україна)

Сагановська Л.А.
Льотна академія Національного авіаційного університету
(Україна)

Насіров Ш.Ш.
Головний центр єдиної системи управління повітряним рухом AZANS
(Азербайджан)

Вступ. На сьогодні загально визнано, що у будь-якій транспортній галузі саме людський чинник (ЛЧ) є першопричиною абсолютної більшості аварій та катастроф. Причому, не зважаючи на суттєву автоматизацію відповідних процесів, особливо в частині безпосереднього операторського керування транспортними засобами та збільшення їх експлуатаційної надійності, роль ЛЧ фактично не змінюється, а отже його дослідження є важливою і науковою, і практичною задачею.

Актуальність досліджень. В авіації роль ЛЧ є провідною у поясненні взаємозв'язку складників поточної парадигми безпеки польотів (БП) ІКАО [1] і проявляється через «ставлення персоналу до небезпечних дій або умов», що наочно ілюструє рис. 1 [2-4 та ін.]. Як можна побачити з цього рисунку, зазначене «ставлення» визначається через показники впливу ЛЧ на прийняття рішень (ПР). Оскільки, з одного боку, саме цей вид інтелектуальної діяльності людини повторюється більш часто. З іншого ж боку, професійна діяльність авіаційних операторів (АО) «переднього краю» (диспетчерів управління повітряним рухом (УПР), членів льотної екіпажу), що полягає саме у безпосередньому забезпеченні належного рівня БП, зазвичай уявляється як безперервний ланцюг рішень, що виробляються і реалізуються у явних / неявних формах та під впливом різноманітних чинників (об'єктивних/суб'єктивних, внутрішніх/зовнішніх), особливо ризиків стохастичної і нестохастичної природи.

Враховуючи зауваження провідних авіаційних адміністрацій, відомих науковців та фахівців щодо недостатнього розвитку в АО «переднього краю» «навичок ментального передбачення небезпек», особливо проактивних, вважаємо актуальним дослідження складників блоку «е» на рис. 1.

Постановка задачі. В контексті цієї публікації йдеться про дослідження проактивного ставлення диспетчерів УПР (ДУПР) до небезпек характерних помилок, яких вони можуть припуститися у професійній діяльності (табл. 1), а отже, - їх систем переваг (СП). Причому під індивідуальними СП (ІСП) і груповими СП (ГСП) розумітимемо упорядкований ряд перелічених в табл. 1 характерних помилок ДУПР: від найбільш небезпечних – до менш небезпечних.

Виявлення ІСП і ГСП на множині характерних помилок є важливим. Адже, по-перше, йдеться про дійсне проактивне визначення вже сформованого ментального передбачення небезпеки кожної помилки в порівнянні з іншими. По-друге, формування навичок розрізнення, запам'ятовування, а отже – і запобігання помилок в професійній діяльності. По-третє, виявлене суттєве розходження ІСП з статистично-узгодженою ГСП

свідчитиме або про унікальний особистий досвід розв'язання потенційно-конфліктних, конфліктних і аварійних ситуацій, що можуть виникнути в процесі УПР, або про певні вади професійної підготовки чи системи управління БП (УБП). По-четверте, можливість виявлення вад групового мислення, зокрема групових деформацій і зрушення ризику, що сформувалося в конкретному диспетчерському соціумі і може негативно вплинути на загальний рівень БП.

Усе наведене має бути обов'язково враховано в системах УБП (СУБП), що відповідно до вимог ІКАО [1] мають бути розроблені і реалізовані в авіаційних установах.

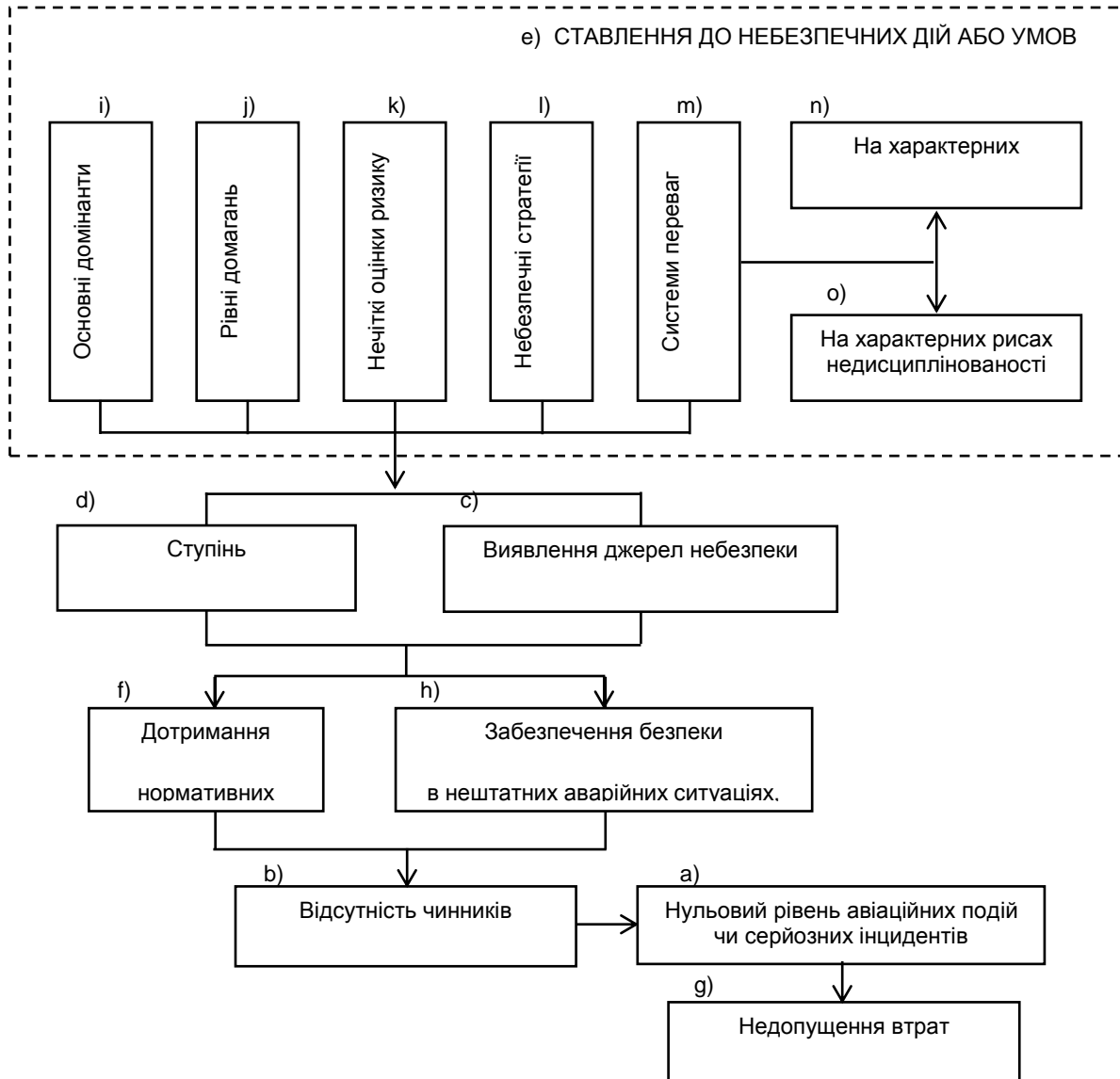


Рисунок 1 – Ілюстрація взаємодії складових концепції безпеки ІКАО з позицій прояву людського чинника

Вкажемо також на ефективність такого роду проактивних досліджень СП. Встановлено, що ДУПР, що визначали свої думки щодо ставлення до небезпек помилок перед проходженням тренажерної підготовки, припускалися в її процесі на третину менше помилок, ніж ті з них, які не були охоплені такого роду опитуванням [5].

До досліджень було залучено $m=102$ професійних ДУПР, з яких 65 – співробітники аеронавігаційної системи Азербайджану, а 37 – співробітники державного підприємства «Украерорух». Спільний розгляд ставлення цих випробуваних до небезпек помилок є прийнятним, оскільки дослідження, що були проведені відповідно до вимог ІКАО [6], не виявили впливу кроскультурних чинників на їх ставлення до небезпек [7].

Застосовуючи багатокрокову технологію виявлення і відсіювання маргінальних

думок, з вихідної групи випробуваних було виокремлено 5 підгруп з внутрішньо груповою узгодженістю думок, встановленою на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha=1\%$: $m_B=52$ осіб, $m_G=14$ осіб, $m_M=7$ осіб, $m_P=15$ осіб, $m_S=5$ осіб. Що за суттю, є усуненням так званої «статистичної похибки того, хто вижив» [8]. Причому ГСП підгрупи m_S нами в контексті цієї публікації далі розглядатися не буде, оскільки вона не збігається з жодною ГСП перших чотирьох з перелічених підгруп.

Таким чином, в подальшому будемо орієнтуватися на ГСП підгрупи m_B , оскільки вона є більш чисельною, а отже й результати її опрацювання будуть більш надійними.

Таблиця 1 – Перелік характерних помилок, яких припускаються диспетчери управління повітряним рухом в професійній діяльності

P_i	Зміст помилки
P_1	Порушення фразеології радіообміну
P_2	Неузгодженість входу повітряного судна в зону суміжного управління повітряним рухом
P_3	Порушення побіжних часових інтервалів
P_4	Порушення зустрічних часових інтервалів
P_5	Порушення інтервалів між повітряними суднами, що знаходяться на курсах, що перетинаються
P_6	Безадресна передача повідомлень диспетчером
P_7	Помилка у визначенні позивного повітряного судна
P_8	Помилка в ідентифікації повітряного судна
P_9	Помилкове використання диспетчерського графіку
P_{10}	Відсутність на стрипі позначки диспетчера про передачу управління суміжному диспетчерському пункту
P_{11}	Відсутність на стрипі позначки диспетчера щодо узгодження входу повітряного судна в зону управління повітряним рухом суміжного диспетчерського пункту
P_{12}	Порушення диспетчером узгодженого географічного рубежу передачі управління повітряним рухом
P_{13}	Порушення диспетчером узгодженого часового рубежу передачі управління повітряним рухом
P_{14}	Недбалість в нанесенні на стрип літерно-цифрової інформації (можливість двоякої інтерпретації)
P_{15}	Неекономічне управління повітряним рухом
P_{16}	Порушення процедури прийому і здачі чергування
P_{17}	Не відображення на стрипі виданих команд щодо зміни висоти або напрямку польоту
P_{18}	Спроба керувати повітряним судном після спрацьовування на ньому системи TCAS режимі resolution advice
P_{19}	Помилки вводу інформації про повітряне судно в автоматизовану систему
P_{20}	Порушення технології праці в особливих випадках у польоті
P_{21}	Порушення в використанні повітряного простору

Наведена теза переконливо підтверджується середніми показниками міжгрупового збігу думок щодо небезпек помилок, що були отримані за допомогою коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена:

$$\bar{R}_S^{m_B} = 0,8449 > \bar{R}_S^{m_P} = 0,7681 > \bar{R}_S^{m_M} = 0,7090 > \bar{R}_S^{m_G} = 0,6995.$$

Таким чином, в результаті попередніх досліджень було отримано таку статистично-узгоджену ГСП для членів підгрупи m_B :

$$\begin{aligned} & P_{18} \succ_{m_B} P_4 \succ_{m_B} P_5 \succ_{m_B} P_{20} \succ_{m_B} P_3 \succ_{m_B} P_{21} \succ_{m_B} P_2 \succ_{m_B} P_8 \succ_{m_B} P_{13} \succ_{m_B} P_7 \succ_{m_B} P_{17} \succ_{m_B} \\ & \succ_{m_B} P_{12} \succ_{m_B} P_{16} \succ_{m_B} P_{19} \succ_{m_B} P_1 \succ_{m_B} P_6 \succ_{m_B} P_{14} \succ_{m_B} P_{11} \succ_{m_B} P_9 \succ_{m_B} P_{10} \succ_{m_B} P_{15} \end{aligned} \quad (1)$$

де \succ_{m_B} - позначка переваги за небезпекою однієї помилки перед іншою в ГСП

ДУПР-членів підгрупи m_B .

Обчислене для підгрупи m_B , а отже і ГСП (1) емпіричне значення коефіцієнта конкордації (згоди) Кендалла має високе значення $W_{m_B} = 0,7416$, статистично-вірогідне на високому для досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha = 1\%$, однак, не є абсолютним. Тому мають безумовний практичний і науковий інтерес дослідження з з'ясування питання щодо її оптимізації. Оскільки у праці [8] обґрунтовано широкий спектр застосування ГСП, якщо буде доведено, що вона є «еталонною» (оптимальною). Що й є метою цієї публікації.

Результати оптимізації узгодженої групової системи переваг авіадиспетчерів на небезпеках характерних помилок.

Отже, оптимізації ГСП виду (1), враховуючи досвід відповідних досліджень, попередньо узагальнених у праці [5], може здійснюватися двома шляхами:

- застосування класичного критерію ПР Севиджа, що дозволяє мінімізувати відхилення в думках щодо небезпек характерних помилок як більшості, так і меншості членів підгрупи m_B ;
- застосування медіани Кемені, яка спеціально призначена саме для оптимізації статистично узгодженої ГСП.

Реалізація першого шляху призвела до отримання такої ГСП:

$$\begin{aligned} & P_4 \succ_{Sav.} P_5 \succ_{Sav.} P_{20} \succ_{Sav.} P_{18} \succ_{Sav.} P_{21} \succ_{Sav.} P_2 \succ_{Sav.} P_7 \succ_{Sav.} P_{12} \succ_{Sav.} P_{13} \succ_{Sav.} P_8 \succ_{Sav.} \\ & \succ_{Sav.} P_3 \succ_{Sav.} P_{10} \succ_{Sav.} P_{17} \succ_{Sav.} P_1 \succ_{Sav.} P_6 \succ_{Sav.} P_9 \succ_{Sav.} P_{11} \succ_{Sav.} P_{14} \succ_{Sav.} P_{15} \succ_{Sav.} P_{16} \succ_{Sav.} P_{19} \end{aligned} \quad (2)$$

де $\succ_{Sav.}$, $\succ_{Sav.}$ - позначки відповідно переваги та адекватності помилок за небезпекою у ГСП членів підгрупи m_B , побудованою за допомогою критерію Севиджа.

Як бачимо, в порівняння з ГСП (1) отримана нова ГСП виду (2) є більш обережною, оскільки містить пов'язані (міддл) ранги. Тому обчислений згідно з рекомендаціями праці [5] нерозрізненості небезпек помилок відрізняється від 0 і дорівнює величині $R^* = 0,6034$.

Реалізація другого шляху оптимізації ГСП (1) призвела до отримання такого формального виду медіани Кемені:

$$\begin{aligned} & P_{18} \succ_{m_B} P_4 \succ_{m_B} P_5 \succ_{m_B} P_{20} \succ_{m_B} P_3 \succ_{m_B} P_{21} \succ_{m_B} P_2 \succ_{m_B} P_{13} \succ_{m_B} P_8 \succ_{m_B} P_7 \succ_{m_B} P_{17} \succ_{m_B} \\ & \succ_{m_B} P_{12} \succ_{m_B} P_{16} \succ_{m_B} P_{19} \succ_{m_B} P_1 \succ_{m_B} P_{14} \succ_{m_B} P_6 \succ_{m_B} P_{11} \succ_{m_B} P_9 \succ_{m_B} P_{10} \succ_{m_B} P_{15} \end{aligned} \quad (3)$$

де $\gamma_{m_B}^{med}$ - позначка переваги за безпекою однієї помилки перед іншою в ГСП

ДУПР-членів підгрупи m_B , побудованої у вигляді медіани Кемені.

Як бачимо, отримана медіана Кемені має суворе упорядкування помилок за безпекою, а отже, як і ГСП (1), демонструє абсолютну розпізнаваність цієї безпеки.

Порівняння ГСП виду (1)-(3) за допомогою коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена призвело до таких результатів: $R_S^{GCP_{m_B} - GCP_{Sav.}} = 0,8640$,
 $R_S^{GCP_{m_B} - GCP_{med.}} = 0,9974$. $R_S^{GCP_{med.} - GCP_{Sav.}} = 0,8666$.

Таким чином, у якості «еталонної» слід прийняти ГСП ДУПР виду (3).

Висновки. Виходячи з отриманих і представлених нових наукових результатів, слід вказати на такі більш важливі положення.

1. Застосовуючи класичний критерій ПР Севиджа та медіану Кемені, проведено оптимізацію ГСП, отриманої шляхом застосування багатокрокової технології виявлення і відсіювання маргінальних думок ДУПР щодо небезпек характерних помилок, яких вони можуть припуститися в професійній діяльності. Обґрунтовано, що оптимальною («еталонною») слід вважати ГСП, отриману у виді медіани Кемені.

2. Подальші дослідження із застосуванням отриманої «еталонної» ГСП ДУПР на небезпеках спектру характерних помилок слід проводити в таких напрямках:

– застосування методу послідовних поступок (послідовного пред'явлення критеріїв) для встановлення можливого «компромісу» у оцінюванні ступеня небезпеки досліджуваних помилок;

– застосування методу розстановки пріоритетів для визначення зважених коефіцієнтів небезпек характерних помилок. Що у сукупності з показниками частоти помилок, встановленими відповідно до критеріїв ІКАО, дасть змогу отримати інтегральні показники значущості помилок;

– застосування методології теорії ефективності для встановлення показників компетентності ДУПР у ставленні до небезпек помилок тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Safety Management Manual (SMM) : Doc ICAO 9859 – AN/460. – Fourth Edition (advance unedited). – Montreal, Canada, 2018.

2. Ставлення авіаційних операторів «переднього краю» до небезпечних дій або умов професійної діяльності – головний чинник забезпечення безпеки польотів / О.М. Рева, С.П. Борсук, В. А. Шульгін, Б.М. Мірзоев, П. Ш. Мухтаров, Ш.Ш. Насіров // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2015) : м-ли VII Міжнар. наук.-практ. конф., Херсон, 24-26 травня 2016 р. Херсон : ХДМА, 2016. С. 90-97.

3. Ergonomic Assessment of Instructors' Capability to Conduct Personality-Oriented Training for Air Traffic Control (ATC) Personnel / Oleksii Reva (&), Sergii Borsuk, Valeriy Shulgin, and Serhiy Nedbay // Advances in Human Factors of Transportation Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Human Factors in Transportation, July 24–28, 2019, Washington D.C., USA. - P. 783-793.

4. Oleksii Reva, Andrii Nevynitsyn, Serhii Borsuk, Valerii Shulgin and Volodymyr Kamyshyn (December 23rd 2020). Air Traffic Controllers' Attitude to the Mistakes Hazards during Their Professional Experience // Safety and Risk Assessment of Civil Aircraft during Operation, Longbiao Li, IntechOpen, - P.113-127. DOI: 10.5772/intechopen.91937.

5. Людський чинник: Методологія проактивної кваліметрії загроз помилок авіадиспетчерів : монографія / О.М. Рева, В. В. Камишин, С.П. Борсук, А.М. Невиніцин,

В.А. Шульгін ; за ред. О.М. Реви. – Київ. : УкрІНТЕІ, 2020, - 126 с.

6. Кроскультурные факторы и безопасность полетов // Человеческий фактор : Сборник материалов №16. – Cir. ICAO 302-AN/175. - Монреаль, Канада, 2004. - 52 с.

7. Перевірка гіпотези щодо впливу кроскультурних чинників на ставлення авіадиспетчерів до небезпек помилок / О.М. Рева, В.В. Камишин, А.М. Невиніцин, В.А. Шульгін, Ш.Ш. Насіров // Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика : тези допов. VII Міжнар. наук.-практ. конф. Херсон, 9-12 вересня 2020 р. Херсон : ХДМА, 2020. С. 165-174.

8. Технологія усунення статистичної похибки «того, хто вижив», у визначенні ставленні авіадиспетчерів до небезпек помилок / О.М. Рева, С.П. Борсук, В.В. Камишин // Актуальні проблеми безпеки на транспорті, в енергетиці, інфраструктурі : зб. матеріалів I Міжнар. наук.-практ. конф. с.м.т. Лазурне, 8-11 вересня 2021 року. Херсон : Морський інститут імені контр-адмірала Ф.Ф. Ушакова, 2021. С. 112-116.

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF MULTIFACTORITY OF EVENTS ON THE PERFORMANCE OF COMPLEX NAVIGATION MANEUVERS BY NAVIGATORS

*Haponov B.E., Koretsky O.A., Nosov P.S., Khramtsovsky V.A.
Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)*

Introduction. One of the priority areas of Ukraine's transport strategy is to increase the level of navigation safety on waterways. It remains up-to-date, as the negative tendency in the number of maritime accidents remains almost unchanged. To ensure the steadfast safety of navigation, a set of measures is currently being developed, one of the current areas of which is to correct the weaknesses of ship management due to the human factor of the navigator [1-4]. Much attention is paid to modeling situations of interaction between navigators and the conditions of their readiness to make management decisions during complex maneuvers.

After numerous investigations, the European Maritime Safety Agency (EMSA) reported that most navigation accidents (hereinafter referred to as NAs) occurred in waterways with limited navigational conditions - port waters, inner anchorages, and approaching canals, mainly at night and in the morning. At the same time, according to EMSA, the main cause of 75% of NAs that occurred at sea were results of improper human actions, which led to violations of the rules of COLREG-72 and the rules of technical operation of ships. Their analysis showed that they occurred as a result of unsatisfactory observation and inaction, which contributed to incorrect decisions. In addition to the human factor, other causes of incidents on water transport invariably remain dangerous or unknown circumstances, the impact on the actions from the navigator of another vessel and the failure of systems or equipment. In addition, the difficulty of determining the causes of influence on management decision-making processes depends on the psychological factors of the operator-navigator [5]. Thus, the agency has formed the main factors of NA, which require the development of an effective mechanism to assist ship-owners in making decisions in difficult navigational conditions.

Main part. Assessment of the effect of multifactority on the development of situations makes it clear that the contribution of the "human factor" to the NA is very significant. Therefore, it is necessary to focus on correcting the wrong decisions of navigators, which can be the initiating factors for accidents or contribute to the development of the existing emergency in the sea. To reduce the risk of its occurrence, it is proposed to create an algorithm for such a computer program - an organizer, with which it will be easier to choose and perform the correct maneuver for drivers. Whereas there could be countless number of situations of ship's passing the procedure under different circumstances: locations, weather conditions, technical capabilities of ships, at the beginning of programming the algorithm only situations that are most common in practice and fall under some rules COLREG-72 can be considered. Such as rule 13 - "Overtaking", rule 14 - "head-on situations", rule 15 - "crossing situations", rule 16 - "actions to be taken by the give-way vessel", rule 18 - "responsibilities between vessels", And only after that the necessary additions will be made to the program. It is proposed to develop three possible scenarios. The first is the so-called "green scenario", which is safe when two ships are passing. It requires conditions when they won't have to change the trajectory of their movement. It will be enough for drivers to coordinate their actions on VHF radio communication or follow the recommendations of the traffic coordinator. The second is the "yellow scenario", with an average level of decision-making difficulty. A similar situation of crossing the courses of two vessels is considered, in which the correct solution is the maneuver to avoid the danger by one of them. In this case, the organizer will help them to disperse safely, according to the initial data of the movement. The third is the "red scenario", which forms a rather complex situation, close to

critical when the distinction must be made simultaneously by three or more vessels (Fig. 1, 2). The correct solution for the program algorithm will be the passing of ships according to the rules above. In this scenario, the program's purpose will be to reduce the risk of NA from "red to yellow". Several experiments using simulators in the form of navigation bridges were provided to study the proposed approach [6-11].

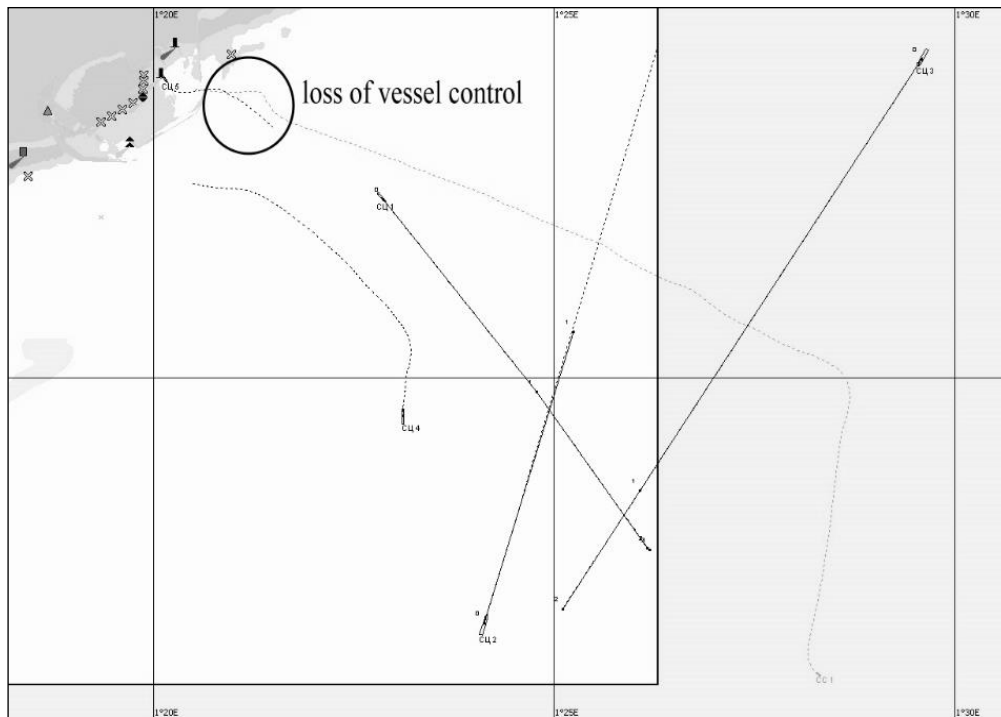


Figure 1 – The situation of "red" color with four target vessels

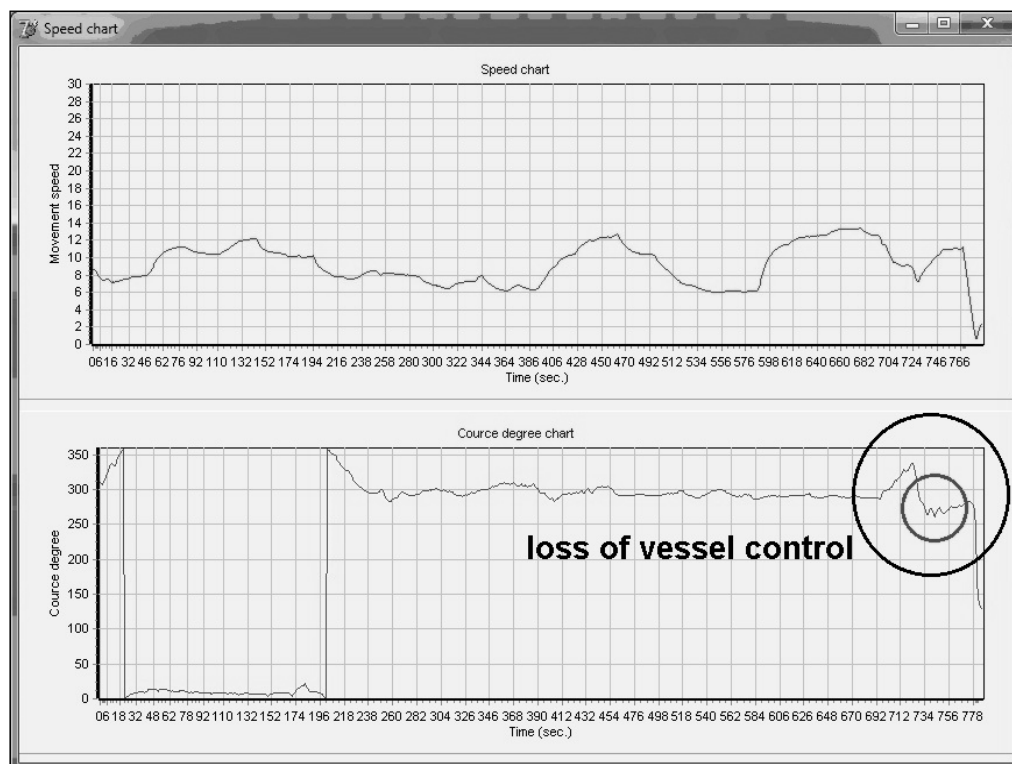


Figure 2 – Determining the moment of loss of control over the vessel

The experiment conducted in the framework of the research laboratory "Development of decision support systems, ergatic and automated traffic control systems", indicated the need to

use the above organizer. This statement is marked by the fact that the captain, who performed a maneuver of passing with the three target vessels, did not expect that the fourth vessel would leave the port and the simultaneous deterioration of weather conditions (Fig. 1, 2). As a result, the ship and crew were rescued, but the critical situation showed us the possibility of a catastrophe. The qualification of the captain and his experience in this location became a decisive factor. In case of insufficient experience in this navigation area, incorrect maneuvering of the vessel would inevitably lead to catastrophic consequences.

Thus, based on ECDIS and navigation simulator Navi Trainer 5000 data, it can be stated that the use of the organizer as an assistant during the watch significantly reduces the impact of the human factor on the appearance of an emergency and critical situations. This approach can be applied for educational purposes in terms of individualization of learning [12]. Further research will be aimed at developing the algorithm for coding situations and their recognition in offline and online modes.

REFERENCES

1. 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>.
2. 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.
3. Nosov, P., Zinchenko, S., Ben, A., Prokopchuk, Y., Mamenko, P., Popovych, I., Moiseienko, V., Kruglyj, D. (2021). Navigation safety control system development through navigator action prediction by Data mining means. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (9 (110)), 55–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229237>.
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. Zinchenko S.M., Nosov P.S., Mateichuk V.M., Mamenko P.P., Grosheva O.O. Use of navigation simulator for development and testing ship control systems. МНІК пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS - 2019), 24 – 28 квітня 2019, Одеса – Стамбул – Одеса. Pages 350-355.
7. Serhii Zinchenko, Oleh Tovstokoryi, Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Vitaliy Kobets, Gennadii Abramov. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // CEUR Workshop Proceedings, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>.
8. Zinchenko S., Ben A., Nosov P., Popovych I., Mateichuk V., Grosheva O. The vessel movement optimisation with excessive control // Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics, 2020. - № 3(99). P. 86-96. DOI: 10.31489/2020Ph3/86-96.
9. Serhii Zinchenko, Vadym Mateichuk, Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Oleksandr Solovey, Pavlo Mamenko, Olga Grosheva. Use of simulator Equipment for the development and testing of vessel control system // Electrical, Control and Communication Engineering. Sciendo. Riga technical university. 2021. Vol. 16, Nom. 2, P. 58-64. DOI:10.2478/ece-2020-0009.
10. Zinchenko S.M., Ben A.P., Nosov P.S., Mamenko P.P., Mateichuk V.M. Improving the accuracy and reability of automatic vessel moution control system // Materials of the XII

International Scientific and Practical Conference "Advanced Information and Innovative Technologies for Transport (MINTT - 2020), May 27-29, 2020, Kherson p. 54-58.

11. Zinchenko S., Moiseienko V., Tovstokoryi O., Nosov P., Popovych I. (2021) Automatic Beam Aiming of the Laser Optical Reference System at the Center of Reflector to Improve the Accuracy and Reliability of Dynamic Positioning. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education IV. ICCSEEA 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 83. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80472-5_1.

12. 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: 10.31489/2020Ph4/57-70i

ANALYSIS TO APPROACHES TO SOLVING THE ADEQUATE PERCEPTION PROBLEM OF NAVIGATIONAL SITUATIONS

Makarchuk D.V., Yermolenko V.V., Yermolenko Ya.V., Nosov P.S.

Kherson State Maritime Academy

(Ukraine)

The development of modern information navigation systems is aimed at the maximum possible coverage of data coming from navigation devices and displayed on captain's bridge information panels [1-5]. As a result of these trends, a whole class of basic and auxiliary navigation devices and sensors emerged, such as:

- electronic navigation and information systems (ECDIS);
- automatic identification systems (AIS);
- integrated navigation systems (INS);
- radar stations (RADAR);
- automatic radar plotting aids (ARPA);
- global navigation satellite systems (GNSS, GPS);
- global maritime communications system (GMDSS);
- vessel traffic control systems (VTS);
- aids to navigation (AtoN).

Also, developments are underway within an integrated management of these information means as part of modern e-navigation strategies: SafeSeaNet, Monalisa, Efficient Sea, etc. (Australia, Sweden, Norway, Canada, Japan, USA).

It should be noted that the introduction of a wide class of these systems can affect the operation of polar navigators. The studies have shown that despite the significant expansion of the information field of data forming the navigator's perception of the navigation situation, the opposite effect is also possible [6]. The reason for this is the large volume of simultaneously perceived heterogeneous navigation data [7-8]. At the same time, the complexity of data perception affects decision-making processes in the form of both atomic reactions and chains of complex actions-strategies.

Thus, the task of complex human-computer interaction of the navigator with computerized vessel control systems is determined based on the results of navigation situation perception. The beginning of this problem can come from learning processes [23-26]. Considering that at present, autopilot systems and artificial intelligence modules do not allow making effective decisions in complex navigation and critical situations, specialized control systems are needed. It is also important to note that the relevance of the indicated scientific problems directly depends on the approaches to structuring the navigator information model, which has a complex psychological organization. Nevertheless, the number of accidents on marine vessels due to the human factor is growing every year. Thus, there is a need to create automated means for analyzing responses during vessel control in order to prevent catastrophic consequences.

The work [9] describes the development of a software and hardware tool for determining the response time of human operator when performing simple actions. It is shown that the resolution of response time reaches $p < 0.05$. The tool also distinguishes between color signals by spectrum and intensity. However, the issue of the operator's complex perception of the situation involving several dynamically changing external sources remains unresolved.

The work [10] examines the influence of stress on decision-making processes. The main factors influencing the operator's behavior in stressful situations are indicated. However, the issue of identifying the threshold of changes in the operator's behavior by automation means remains unresolved, which significantly complicates its application in maritime transport.

The paper [11] shows the results of developing a pattern recognition system, which is 15

times faster than human recognition. However, this development is focused on recognizing simple unit forms, but not their combinations. This fact does not allow encoding the image of the navigation situation to be efficiently and quickly recognized by artificial systems.

In [12], researchers proposed an approach to entropy classification of individual response in time. The approach was based on the Maxwell-Boltzmann model and tested on 24,192 responses, with a coefficient of determination $R^2=0.88$. However, this approach cannot be used due to the heterogeneity of navigation tasks performed by navigators.

Analyzes the influence of the human fatigue factor on information perception and decision-making processes. The tests found that the delay in human response increases by 40–87 % due to a high level of fatigue. However, this fact does not allow preventing the likelihood of critical situations since an individual analysis of response to specific situations is needed.

Indicating that the most significant influence of the operator human factor on the occurrence of catastrophes is the inability to eliminate the problem and the state of the operator. These factors can be derived from the navigation situation. However, the issue of practical instructions for leveling the indicated factors during vessel control in difficult situations remains unresolved. The dependence of situation perception processes on the presence of a conflict of operators' interests is considered, a model is built on the basis of game theory with an analysis of 1,615 situations. Effective combinations of operators' interactions at the moments of collective situation perception were identified. However, the approaches considered are most effective in systems where subjects have the same rank and the same set of functions and capabilities, which does not fully meet maritime transport conditions. The indicated studies, it can be stated that there is a problem associated with the need to analyze the processes of navigator's perception of difficult situations. Solving problems aimed at managing situation perception processes requires the development of specialized mathematical and simulation models.

The results of the studies indicate that interest determines forms of activity that affect perception of information by ergatic system subject. As a consequence, navigator, performing his functions, chooses the methods of obtaining information from surrounding sources. At the same time, priority is formed in choice and prevalence of certain systems, devices and sensors that affect the process of perception of navigation situation. However, this approach requires development within the framework of building individually-oriented decision-making models by navigators in difficult navigation conditions.

REFERENCES

1. Nosov P., Ben A., Safonova A., Palamarchuk I. Approaches going to determination periods of the human factor of navigators during supernumerary situations // Radio Electronics, Computer Science, Control № 2(49). - 2019. Pages 140-150. Web of Science. doi: 10.15588/1607-3274-2019-2-15.
2. 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>.
3. 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.
4. Nosov, P., Zinchenko, S., Ben, A., Prokopchuk, Y., Mamenko, P., Popovych, I., Moiseienko, V., Kruglyj, D. (2021). Navigation safety control system development through navigator action prediction by Data mining means. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (9 (110)), 55–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229237>.

5. 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.
6. 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.
7. Zinchenko S.M., Nosov P.S., Mateichuk V.M., Mamenko P.P., Grosheva O.O. Use of navigation simulator for development and testing ship control systems. МНПК пам'яті професорів Фомина Ю. Я. і Семенова В. С. (FS - 2019), 24 – 28 квітня 2019, Одеса – Стамбул – Одеса. Pages 350-355.
8. Serhii Zinchenko, Oleh Tovstokoryi, Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Vitaliy Kobets, Gennadii Abramov. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // CEUR Workshop Proceedings, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>
9. Rudolf, DI & Triyanti, Vivi. (2020). Designing a Device for Measuring Human Reaction Time. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 847. 012051. 10.1088/1757-899X/847/1/012051.
10. Blom, Tonja. (2018). Organisational wellness: Human reaction to change. *South African Journal of Business Management*. 49. 10.4102/sajbm.v49i1.2.
11. Kumbhar, Omkar & Sizikova, Elena & Majaj, Najib & Pelli, Denis. (2020). Anytime Prediction as a Model of Human Reaction Time.
12. Castro Palacio, Juan & Fernández de Córdoba Castellá, Pedro & Isidro, J & Sahu, Sarira & Navarro-Pardo, Esperanza. (2021). Human Reaction Times: Linking Individual and Collective Behaviour Through Physics Modeling. *Symmetry*. 13. 451. 10.3390/sym13030451.

РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ ГОТОВНОСТІ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ СУДНОВОДІЇВ

Позднякова В.В.

Азовський морський інститут

Національного університету «Одеська морська академія»

(Україна)

Вступ. Необхідність оновлення системи вищої освіти з метою формування екологічної відповідальності у фахівців різного профілю, зокрема у майбутніх судноводіїв, нині є актуальною. При цьому акцент повинен бути зроблений на якісні зміни в екологічній освіті, його ціннісно-світоглядних засадах, в оновленні структури і змісту екологічного знання як основного чинника формування екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв.

Актуальність досліджень. Проблема формування екологічної відповідальності знаходиться в полі зору науковців і педагогів-практиків. Однак формування екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв нині в педагогічній науці не приділено належної уваги. Отже, мають місце суперечності, що існують в професійній підготовці майбутніх судноводіїв: між зростанням рівнем вимог до екологічної відповідальності майбутнього судноводія і недостатньо нерозробленістю теоретичного і методологічного забезпечення її формування в процесі професійної підготовки.

Постановка задачі – теоретично обґрунтувати технологію формування готовності до екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв.

Результати досліджень. Проведений аналіз наукової літератури [1; 3; 8] надає підстави стверджувати, що суть поняття «відповідальність», як якісна характеристика особистості, розглядається з точки зору філософії, психології, педагогіки, юриспруденції.

Провідні вчені (Ю. Бойчук, А. Кмець, О. Набочук) підкреслюють, що необхідна концентрація зусиль вчених щодо розробки умов формування екологічної відповідальності в учнів: гуманізація освіти передбачає формування загальнолюдського пріоритету збереження середовища життя; активізація екологічного руху; застосування знань в практичній діяльності як елемента екологічної культури; подолання розриву між знаннями, свідомістю, емоціями, ставленням і діяльністю; створення варіантів змісту і форм екологічної освіти в умовах, що змінюються.

У процесі дослідження встановлено, що структура екологічної відповідальності містить мотиваційний, змістовно-операційний і оцінно-результативний компоненти.

Викладене вище, дозволяє розглядати «екологічну відповідальність» як моральну якість особистості майбутнього судноводія, яка формується в процесі професійної підготовки, що виявляється в гуманному і раціональному відношенні особистості до природного середовища і реалізуються в повсякденній професійній діяльності.

Професійна підготовка майбутніх судноводіїв – це система цілеспрямованої навчальної та виховної діяльності спрямована на формування професійної компетентності та програмних результатів. Одним з результатів цієї діяльності має бути формування екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв.

Професійна підготовка майбутніх судноводіїв відрізняється від підготовки фахівців в інших ЗВО наявністю специфічних особливостей і спрямованістю.

Таким чином, професійна підготовка майбутніх судноводіїв дозволяє формувати у них екологічну відповідальність. Разом з тим організованої, цілеспрямованої роботи по формування екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв в процесі професійної підготовки не здійснюється. Формуванню такої якості сприятиме розроблена технологія.

Надамо коротку характеристику складовим розробленої нами технології. Цільова складова містить в собі сукупність цілей формування екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв:

- *соціальний компонент* – формувати активну громадянську позицію щодо збереження та поліпшення навколишнього природного середовища;
- *психологічний компонент* – вироблення особистісного емоційно-ціннісного ставлення до сучасних екологічних проблем;
- *дидактичний компонент* – формувати необхідні екологічні знання і прагнення отримувати необхідну екологічну інформацію, застосовувати отримані знання і інформацію в практичній діяльності;
- *виховний компонент* – формувати переконання в необхідності охорони і поліпшення навколишнього середовища, прагнення особистої участі в цій діяльності, екологічну відповідальність.

До педагогічних умов формування екологічної відповідальності нами віднесено: застосування міждисциплінарного принципу інтеграції екологічних модулів дисциплін природничо-наукових, гуманітарних, юридичних і професійних циклів; використання системи еколого-прикладних задач і завдань; включення в освітній процес дисципліни вільного вибору «Екологічна безпека в морській діяльності»; морально-психологічне забезпечення освітнього процесу.

До основних форм формування екологічної відповідальності відносяться: проблемні лекції, візуальні лекції, лекція-бесіда, лекція-діалог, лекція-дискусія, ігрові ситуації, семінар з аналізом конкретних ситуацій, проблемний семінар, прийоми управління пізнавальної діяльності здобувачів освіти, практичні заняття, консультації.

До методів формування екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв нами віднесено: розповідь, пояснення, бесіда, метод ілюстрації і показу при усному викладі матеріалу, аналіз конкретних ситуацій, мозковий штурм, ділова гра. Основними засобами, використовуваними в процесі реалізації технології були: мультимедійні презентації, відео- та кінофільми, комп'ютерні класи, організаційно-педагогічні засоби (навчальні посібники, дидактичні картки тощо).

Таким чином, технологія формування екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв є складовою процесу їхньої професійної підготовки, містить комплекс спеціально розроблених та обґрунтованих умов, форм, методів і засобів навчання.

Висновки. Під екологічною відповідальністю розуміємо моральну якість особистості майбутнього судноводія, що формується в процесі його професійної підготовки, що виявляється в гуманному і раціональному відношенні особистості до морського та річкового середовища і реалізуються в повсякденній професійній діяльності. Процес формування екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв передбачає цілеспрямовану, організовану роботу, що здійснюється в межах спеціально створеної для цього технології. Технологія формування екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв в освітньому процесі є складовою процесу професійної підготовки. У процесі її функціонування здійснюється цілеспрямована і спеціально організована робота щодо формування екологічної відповідальності майбутніх судноводіїв.

В подальших дослідженнях вбачаємо реалізацію розробленої та теоретично обґрунтованої технології в освітній процес підготовки майбутніх судноводіїв.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабишена М. І. Формування професійно значущих якостей майбутніх судових офіцерів у процесі вивчення суспільно-гуманітарних дисциплін : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Тернопіль, 2015. 23 с.

2. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища: навчальний посібник – 4-те вид. Суми : ВТД «Університетська книга», 2007. 316 с.
3. Васюкова Г. Т., Ярошева О. І. Екологія: підручник. Кондор, 2009. 524 с.
4. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / Уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. К. : Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005. 1728 с.
5. Гончаренко С. Український педагогічний словник. К. : Либідь, 1997, 375 с.
6. Кисельов М. М. Екологічна свідомість як феномен освітянського процесу. Філософська думка. 2005. № 2. С. 130-149.
7. Кмець А.М. Екологічна свідомість майбутніх учителів : проблеми, зміст, типологія. Вища освіта України. 2001. № 2. С. 96-99.
8. Набочук О.Ю. Екологічна свідомість як механізм формування універсальної загальнолюдської екологічної культури. Освітній простір. Глобальні, регіональні та інформаційні аспекти. Вип. 15. Чернівці : Наші книги, 2014. С. 177-180.

APPROACHES FOR FORMALIZING THE BEHAVIOR OF NAVIGATOR IN CRITICAL SITUATIONS DURING WATCHKEEPING

*Cherniavskiy V.V., Ben A.P., Prokopchuk Yu.A., Nosov P.S.
Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)*

Many studies draw parallels between the training of marine specialists and the manifestations of the “human factor” during vessel control [1-2]. The level of qualification is primarily easy to identify during training. The use of navigation simulators enables the dynamics of these processes in the preparatory stages [3].

The study is based on an approach of extraction of navigator's response data and their transformation in order to obtain the most effective models of vessel control processes. The proposed approach is based on theoretical methods of identification of primary information P , Q by the navigator at the moment of fast focusing on the object W . In this context, experienced navigators, within the experiment, form a scenario by the software and hardware of the navigation simulator in advance. The points of vessel trajectory corresponding to a certain navigation situation are highlighted. This approach is based on the applied aspects of the theory of risks caused by the human factor [4-6] and takes into account the psychological patterns of critical situation perception, as well as psychological mechanisms of expected behavior [7-12]. In this case, the navigator, depending on the position F_k on the captain's bridge, focuses attention A on visual and sound images: $AP = Q \Leftrightarrow P \rightarrow_A Q$ within the discrete scale N . The time of information perception depends on the navigator's previous experience $G_S(W)$ in view of natural processes of data filtering H and subsequent intelligent convolution D :

$$\forall P \in G_S(W) \quad A_k P = DHF_k P \quad k = 1, \dots, N. \quad (1)$$

The complexity of the task and the danger of processes lie in the fact that in critical situations, the navigator has extremely little time, so makes a decision based on the simplest and most understandable images of navigational situations. In this case, the navigator operates with a variety of possible responses $G_S(\alpha)$ to the observed situation $\alpha \in \Omega$, $\Omega = \{G_S(\alpha)\}$.

In precisely identifiable situations, where the functional entropy does not reach the “non-distinguishing” threshold, the response rate can be maximum. However, with high entropy of situation perception processes, there can be an alternative β response $P_\alpha \in G_S(\alpha, \beta)$:

$$P_\alpha = \left\{ \begin{array}{l} P \in G_S(\alpha) | (\forall \beta \in \Omega \quad \alpha \neq \beta \quad \forall Q \in G_S(\beta) \quad P \neq Q) \& \\ (\forall P \in O \uparrow (P) \quad \exists \beta \in \Omega \quad \alpha \neq \beta \quad \exists Q \in G_S(\beta) \quad P = Q) \end{array} \right\}. \quad (2)$$

In the entropy approach, from conscious P_Ω to fully intuitive Q_Ω actions, the navigator's response will be within the following conditions:

1. $P_\Omega = \{P_\alpha, P_\beta, \dots\}: \forall \alpha, \beta \in \Omega \quad z_\alpha \neq z_\beta \Rightarrow P_\alpha \neq P_\beta;$
2. $Q_\Omega = \{Q_\alpha, Q_\beta, \dots\}: \exists \alpha, \beta \in \Omega \quad z_\alpha \neq z_\beta \quad Q_\alpha = Q_\beta.$

Thus, to determine how accurately the navigator perceives the navigation situation z , it is necessary to determine a point on the set $\{P^*\}_\Omega$ such that:

$$\{P^*\}_\Omega = \left\{ P_\Omega \in G_s(\Omega) \mid (\forall \alpha, \beta \in \Omega \ z_\alpha \neq z_\beta \Rightarrow P_\alpha \neq P_\beta) \& \right. \\ \left. \left(\forall Q_\Omega \in O \uparrow (P_\Omega) \ \exists \alpha, \beta \in \Omega \ z_\alpha \neq z_\beta \ Q_\alpha = Q_\beta \right) \right\}. \quad (3)$$

To determine such a point, it is necessary to determine the state y associated with the response $y_r=f(x)$. Considering the occurrence of situations I_r , determining the images of their perception A , as well as a set of probable responses B , the p -adic number theory can be used [9]. In this case, $B = f(A) = \{y = f(x) : x \in A\}$ and subsequent perception images are defined as $A_{n+1} = f(A_n)$

The emerging response-forming ideas are synchronized with images within the dynamic system $J_{n+1} = f(J_n)$:

$$J' = \{B^\tau = f(A) : A \in J\}, \quad (4)$$

where τ is the order of system organization.

Then the space of the navigator's response can be described by a graph in the p -adic system (2, 3, 4 ... n), depending on response complexity. At the same time, depending on the navigator's behavior entropy, the formation of a trajectory of actions on the graph can have a polar orientation (Fig. 1). This is because the closer the initial point of the trajectory to point A , the more accurately the navigator perceives the situation and his initial actions P_Ω are more strictly defined and reasoned. In a situation where the navigator's actions are unconscious Q_Ω , the behavior entropy includes a random set of initial trajectory points, which leads to a critical situation.

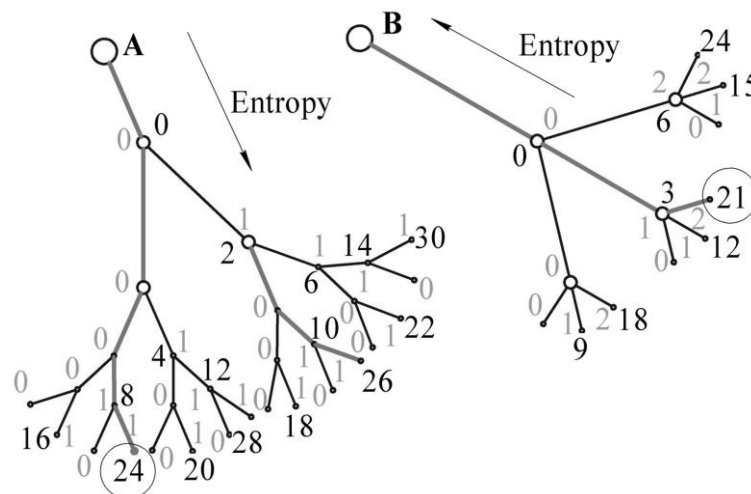


Figure 1 – Direction of the vessel control trajectory with the entropy approach to situation perception

Thus, there is a geometric structure, represented as a kind of pseudometric feature space. As can be seen from Fig. 1, the structure of response trees is subject to the principle of concentricity of its nodes with respect to the circle radii U_r in 2D dimension and, accordingly, spheres in 3D dimension:

$$A_{s_0 \dots s_{l-1}} = U_r(a), \quad r = 1/p^l, \quad a = s_0 + \dots + s_{l-1}m^{l-1}. \quad (5)$$

At the moment of perception of the navigation situation, the dynamics of the transition from one radial order to another is subject to formal dependencies:

$$f(U_r(a)) = U_{r'}(a'), \quad a' = f(a). \quad (6)$$

In the case displaying the dynamics of transient dynamic processes of perception, it is possible to unify the coding of the navigator's response time intervals. Testing navigators in the corresponding situations will allow determining an individual-based classification of response behavior on a whole range of navigation problems.

REFERENCES

1. Nosov P., Ben A., Safonova A., Palamarchuk I. Approaches going to determination periods of the human factor of navigators during supernumerary situations // *Radio Electronics, Computer Science, Control* № 2(49). - 2019. Pages 140-150. Web of Science. doi: 10.15588/1607-3274-2019-2-15.
2. 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>.
3. Serhii Zinchenko, Oleh Tovstokoryi, Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Vitaliy Kobets, Gennadii Abramov. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // *CEUR Workshop Proceedings*, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>.
4. 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.
5. Nosov, P., Zinchenko, S., Ben, A., Prokopchuk, Y., Mamenko, P., Popovych, I., Moiseienko, V., Kruglyj, D. (2021). Navigation safety control system development through navigator action prediction by Data mining means. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (110)), 55–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229237>
6. 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.
7. 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.
8. Prokopchuk Y.A. *Sketch of the Formal Theory of Creativity*. Dnepr: PSACEA Press, 2017, 452.
9. Khrennikov A., Nilson M. *Theory of P-Adic Valued Probability*. In: *P-adic Deterministic and Random Dynamics, Mathematics and Its Applications*, 2004, Vol. 574.
10. Nosov P.S., Ben A.P., Mateichuk V.N., Safonov M.S. Identification of “Human error” negative manifestation in maritime transport // *Radio Electronics, Computer Science, Control*. Zaporizhzhia National Technical University. № 4(47). - 2018. Pages 204-213. Web of Science. doi: 10.15588/1607-3274-2018-4-20.
11. Nosov P. S., Palamarchuk I.V., Safonov M.S., Novikov V.I. Modeling the manifestation of the human factor of the maritime crew // *Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan (Dnipro)* № 5 (77). – 2018. Pages 82-92. doi:10.15802/stp2018/147937.
12. Zinchenko S.M., Nosov P.S., Mateichuk V.M., Mamenko P.P., Grosheva O.O. Use of navigation simulator for development and testing ship control systems. МНПК пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS - 2019), 24 – 28 квітня 2019, Одеса – Стамбул – Одеса. Pages 350-355.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ – КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Ходаков В.Е.

*Херсонский морской институт последипломного образования
имени контр-адмирала Ф.Ф. Ушакова
(Украина)*

Соколов А.Е., Соколова О.В.

*Уманский национальный университет садоводства
(Украина)*

Введение. Автоматизированные системы управления в любой отрасли науки и экономики: промышленности, сельского хозяйства содержат, в качестве важнейшего элемента, человеческий трудовой ресурс. По мере развития общества развивались и совершенствовались технологии, техника, а также повышался уровень знаний и квалификации человеческого трудового ресурса и его роль в экономике [1,2]. Самый развитый вид человеческого трудового ресурса превратился в главный фактор развития экономики и получил название «человеческого капитала» как вид ресурса, при использовании которого может формироваться прибыль [2,3,4].

Капитал – это часть финансовых ресурсов, задействованных предприятием в оборот и приносящих доходы от этого оборота. В таком смысле капитал выступает как превращенная форма финансовых ресурсов.

Выделим виды капитала:

- предпринимательский капитал – это денежные средства, вложенные в различные предприятия путем прямых и портфельных инвестиций (приобретение ценных бумаг);
- ссудный капитал – денежные средства взятые в долг;
- собственный капитал – это стоимость средств предприятия, принадлежащих ему на правах собственности и используемых для формирования части активов;
- основной капитал – часть капитала предприятия, инвестированная во все виды его внеоборотных активов;
- оборотный капитал – инвестирован во все виды оборотных активов;

Функционирование капитала предприятия характеризуется процессом постоянного кругооборота, который состоит из трех основных стадий:

- на первой стадии капитал в денежной форме инвестируется в операционные активы, преобразуясь в производственную форму;
- на второй стадии производственный капитал в процессе производства продукции преобразуется в товарную форму;
- на третьей стадии товарный капитал по мере реализации товаров и услуг превращается в денежный капитал.

Превращение капитала из денежной формы в производственную называется финансированием (инвестированием).

Важным фактором развития общества и экономики является образование, а через образование и человеческий трудовой ресурс. Характерным является повышение уровня квалификации и нравственности трудового персонала в связи с развитием науки, образования, экономики, техники [4,5].

Уровень квалификации человеческого трудового ресурса определяется длительностью образования, которое получает человек в системе образования. В качестве критерия оценки, в последние годы, используется длительность обучения в годах. По мере развития общества появляются новые технологии, образцы производств, достижения науки, что обеспечивается как развитием общества, так и развитием науки, техники, появлением новых технологий, новых образцов, развитием образования. По мере развития

общества, в связи с накоплением знаний, растет длительность обучения в системе образования, причем это характерно для всех стран. С развитием образования растет и квалификация рабочей силы. Развивается и само общество [1,2].

Целью исследования является выделение основных составляющих человеческого капитала и путей повышения эффективности человеческого капитала.

Развитие системы образования является важным фактором улучшения уровня и безопасности жизнедеятельности человека и общества. В тоже время нужно отметить, что в настоящее время в отечественной (украинской) системе образования наблюдается снижение качества образования. Количество ВУЗов в Украине, после получения независимости, стало больше. И это при более низком уровне развития экономики, при снижении количества заводов, фабрик, предприятий. Развитие науки и техники в мире приводит к появлению сложных новых средств, систем и технологий. Новый термин «человеческий капитал», включает в себя образование, основанное на достижениях науки и научных исследований, а также культуру, воспитание, нравственность и порядочность. Нужно отметить, что именно переход к подготовке и формированию «человеческого капитала» говорит о резком возрастании роли науки и нравственности, а это значит можно ожидать более широкое проникновение науки в нашу повседневность и более весомых научных достижений.

Основное содержание. Развитие экономики, науки, техники, появление новых технологий приводит к разработке новых, более совершенных образцов техники и технологий. Новые образцы техники и технологии прежде всего появляются благодаря более высокому уровню образования их творцов – создателей. В свою очередь новые образцы техники и технологии требуют более высокой квалификации их обслуживания, что и объясняет необходимость появления и подготовки в ВУЗах специалистов – трудового персонала более высокого уровня, с большим уровнем фундаментальности. Высшая школа должна переходить к подготовке специалистов более высокого уровня типа «человеческого капитала» на основе принципов фундаментальности.

Украина относится к странам Восточной Европы, где более суровый климат, более сложные условия жизни, где более дорогая жизнь, а для того, чтобы это понимать нужно еще и обладать знаниями о природной среде, чтобы уметь парировать их. Поэтому должно быть организовано просвещение общества в области особенностей природной среды и степени их парирования. Кроме того, необходимо учитывать и большие территории стран Восточной Европы, малую плотность населения, которые удлиняют и удорожают транспортные пути, а все это приводит к удорожанию жизни и хозяйственной деятельности и снижению уровня ВВП.

Развитие науки и техники, появление новых средств и новых технологий требует более высокого качества образования для их появления и их эксплуатации. Поэтому в связи с развитием науки, технологий в середине XX столетия появился термин «человеческий капитал». Таким образом, трудовые человеческие ресурсы высокого уровня качества были отнесены к классу капитала, как например предпринимательский капитал и т. п., которые способны приносить доход. Изначально человеческий капитал включал в себя совокупность знаний, умений, навыков используемых для получения результатов. Совокупность инвестиций в образование человека – способность человека к труду и увеличению результата труда. Сейчас это понятие расширено – добавлены затраты семьи на питание, одежду, жилье, культуру, здравоохранение и расходы государства на эти же цели.

Человеческий капитал включает в себя трудовые человеческие ресурсы самого высокого уровня качества. Подготовка человеческого капитала возлагается на высшую школу, но в тоже время высшее образование опирается на среднее как его продолжение, совершенствование и развитие. Важнейшую роль в формировании и развитии человеческого капитала играет наука. Сейчас представить высшую школу без науки невозможно.

Развитие науки, техники, экономики превратило человеческий капитал в главный фактор формирования экономики, экономики знаний. Сейчас выделяют три вида человеческого капитала:

- индивидуальный человеческий капитал;
- человеческий капитал фирмы, предприятия;
- национальный человеческий капитал.

Человеческий капитал – это мера воплощенной в человеке способности приносить доход. Высокий уровень и качество накопленного человеческого капитала необходимы для ускоренного осуществления институциональных реформ, технологического обновления производств, преобразования экономики, формирования элит общества. Из производимого в обществе совокупного продукта на накопление человеческого капитала используется $\frac{3}{4}$ его величины [2].

Образование для подготовки человеческого капитала является фактором увеличения доходов, как отдельных работников, так и государства в целом.

Получаемые знания в виде образования формируют конкурентные преимущества работников и фирм. Образование должно быть фундаментальным. Такое образование является фундаментом увеличения доходов государства и общества.

Образование в Украине уходит из под контроля государства. По количеству ВУЗов оно явно избыточно и пущено на самотек. Образование в Украине никак не связано и не определяется развитием экономики страны. Слабая материально техническая база, не контролируемость следования целям развития экономики и общества, низкая нравственность и низкий уровень элит – вот характерные черты нашего современного образования. Есть ВУЗы технического профиля, у которых на преподавание высшей математики отводится один семестр. О каком человеческом капитале здесь можно говорить?! Человеческий капитал – интеллект, здоровье, нравственность, качественный и производительный труд и хорошее качество жизни. Сейчас выигрывают страны с образованным, здоровым, воспитанным, оптимистичным населением, с высоким уровнем элит, высокой конкурентоспособностью и приспособляемостью во всех видах экономики, в образовании, науки и управлении. Не решение этих задач формирования человеческого капитала приводит к оттоку населения, а следовательно человеческого капитала в другие страны, что и наблюдается в Украине. Человеческий капитал это сложный пространственно распределенный фактор развития общества и экономики. К сожалению, в Украине он работает не эффективно, слабо развиты его такие составляющие как элиты общества, в силу чего не обеспечивается их эффективное функционирование и развитие. В состав человеческого капитала также входят инвестиции в создание среды жизни и обитания, обеспечивающие комфортность жизнедеятельности человека. Коррупционность, криминализация среда не могут обеспечивать оптимистичную жизнедеятельность человека. Мозги людей не работают эффективно при плохом качестве жизни, низкой безопасности, угнетающей среде проживания человека.

Развитие образовательной деятельности созданием человеческого капитала материализуется в стоимость через работу более высокого уровня качества и производительности, которую выполняет человеческий капитал как более образованный специалист на своем рабочем месте. По результатам Росстата в России доля стоимости национального дохода, приходящегося на граждан с высшим образованием выше. Повышение образованности общества на 1 год обеспечивает прирост экономики на 5%.

Производительность труда работников с высшим образованием приблизительно в 8 раз выше, чем у работников, не имеющих высшего образования.

Затраты на формирование человеческого капитала, с точки зрения прироста человеческого капитала, в 5 раз эффективнее затрат на формирование человеческого капитала без высшего образования.

Для развития человеческого капитала необходимы инвестиции в образование, науку, культуру, здоровье и воспитание.

«Человеческий капитал» сейчас отнесен к главным факторам развития экономики. Поэтому при высоком уровне развития науки страны, высококачественном образовании с высоким уровнем фундаментальности численность населения страны становится важным определяющим фактором уровня развитости. Приведем пример ведущих стран, играющих важнейшую роль и занимающих первые места в мире: Китай (население более 1,5 млрд.), Индия (население 1,3 млрд.), США (население 340 млн. человек). Эти страны – лидеры в мире по ВВП. Анализ и экспертный опрос показывает, что численность населения страны должно быть не менее 200,0 млн. человек чтобы попасть в число стран – лидеров.

Необходимо обратить внимание на повышение численности населения, снизить отток населения. Украина – страна, где 4% мировых сырьевых ресурсов, а число жителей не достигает и 0,5% населения Земли, это страна где еще не сильно упал уровень образованности населения. Украина способна выйти из этого состояния.

На начало Второй мировой войны продолжительность образования в СССР составляла 4 года, а в Германии 8 лет. Начальный период поражения в войне в большей степени объясняется и этой причиной. Не смотря на войну и разруху, уровень образованности повышался и к 1943 году разница в продолжительности обучения сократилась, что в определенной степени и привело к победе. После окончания войны немецкое общество пришло к выводу: «СССР выиграл войну благодаря учителю, который резко повысил образованность населения».

Заключение. Образование в настоящее время играет очень важную роль, и его целесообразно отнести к стратегическим отраслям, таким как оборона государства и здравоохранение. Образование позволяет формировать человеческий капитал, являющийся важнейшим фактором развития государства и экономики, и приводит к повышению эффективности экономики. Подготовка, использование и развитие человеческого капитала служит важнейшим фактором повышения эффективности развития автоматизированных систем обучения, и повышения жизнедеятельности человека и общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нестеров Л., Аширова Г. Национальное богатство и человеческий капитал //Вестник Экономики, 2003, №2
2. Ходаков В.Е. Высшее образование: взгляд со стороны и изнутри / В.Е. Ходаков – Херсон: Издательство ХНТУ, 2006 – 338 с.
3. Schultz T. Investing in people – University of California Press, 1981, P.173.
4. Becker G. Human Capital. NY. 1975, P.212.
5. Boiven H.R. Investment in Learning. San Francisco, 1978. P.362

THE CHALLENGES AND IMPACT OF COVID-19 ON SEAFARER RIGHTS AND FREEDOMS

Mgeladze M.

*Ankara University
(Turkey)*

Surmanidze G.

*Navigation Officer
(Georgia)*

Introduction. Prior to Covid-19, seafarers played a crucial role in the global economy and global trade, and it is no doubt that they are a precarious workforce. Due to the Covid-19 virus seafarers have been working on board of the vessel for significantly longer than they have originally been contracted. In order to avoid uncontrollable spread of the virus states enforces restriction and regulations under which seafarers were obliged to stay on board of the ship more than 11 month, and on the other hand few of them were absolutely prevented from returning to ships. Those restriction and bans seriously altered seafarer's situation and created concerns about the serious infringement of seafarer rights and freedoms, wellbeing, health and safety. Interestingly, the office of the un high commissioner for human rights (ohchr), the un global compact, and the un working group on business and human rights jointly stated that the seafarers are "collateral victims" of Covid-19 [1] and called decision makers, such as stakeholders and state governments to adopt and implement proper measures.

The rationale of the research: the protection of seafarers' rights and freedoms are complex issue, therefore there is high need to involve not only state organs but also international organizations [2], inclusive shipowners and maritime agencies. The protection and preservation of the basic human rights for seafarers relates to guarantee the fair treatment, fair investigation, to provide efficient and effortless legal advice, hassle-free interview, to undertake no discriminatory and retaliatory actions, to ensure the effective and efficient communication with flag and port state, different state agencies or organs, interested states, ship-owners, seafarer's legal representatives and family members.

It is important to underline that despite of the times which called for a desperate measure during Covid-19, the basic human rights shall be preserved at any cost because no measure is justified if it denies or terminates the basic rights and freedoms. It is crucial to preserve the rights and freedoms derived from the international law and legal instruments at the time of Covid-19 in order to avoid inhumane treatment of the seafarers. However, the enforcement, support and implementation of those rights are not enough if the seafarers are not appropriately treated, are not aware of their right, and if they are not acting respectfully.

The research objective: overall, this article discusses the importance of protection seafarer's rights and freedoms and enforcement of international protocols, which designates seafarers as key worker. It also learns challenges and experience from the Covid-19 as an important driver for improving international legal instruments, such as maritime labour convention (mlc), 2006 and human rights law, which have been severely dented by the Covid-19. The article also provides an overview of the impact of Covid-19 on seafarer's right and the response to the Covid-19 by the maritime industry – state governments, international organizations and stakeholders. The paper indicates the relevant international law instruments for protection and preservation of seafarers. [3]. For the purposes of the article, the best practice of states and national law of georgia will also be analyzed shortly. Additionally, the paper will provide some recommendations to improve the action plan regarding force- majeure situation, such as Covid-19.

The research results: it is without no doubts that the Covid-19 had a negative impact on the protection and preservation of seafarer's rights and freedoms. Beside of it, the virus affected

the mental health of the seafarers, not only on board the vessel, but also after their signoff. Therefore, it has a crucial importance to focus on seafarers' rights and develop tools, action plans and mechanism, which includes not only enforcement of the relevant international legal instruments, but also psychological tools that can help seafarers to sustain mental health as it generally is a part of human rights.

Therefore, the raise of the global awareness of human rights abuses at sea and deliver the positive changes through the legal and policy development, exchange of views and the best practices for protection seafarer's legal interests and rights are the prior step for further promotion of harmonization and standardization of international legal instruments, despite of the Covid-19 situations.

Conclusion. It is doubtless that the results of Covid-19 creates comprehensible and essential conditions to develop a new human rights code of conduct, the effective, goal-oriented action plan and due diligence guidance on seafarers' rights in order to fix the gap existed in labour and human rights policy and practice and to raise the bar of seafarers' working conditions, well-being, mental health and welfare. However, implementation and adoption of the international legal instruments is not enough, the shipowner and state shall take responsibility to improve, enforce and meet international standards and the best practice regarding seafarer's repatriation, working condition, medical assistance and mental health. It is considered that the positive impact and success of the maritime chain shall be interpreted in line with the protection, respect, preservation, enforcement and implementation of seafarers' rights into practice, which definitely goes beyond legal and regulatory compliance, but also requires proper engagement of relevant states, international organizations, decision makers, interested parties and maritime stakeholders.

LITERATURE

1. <https://www.un.org/en/>
2. International Maritime Organization Circular Letters relating to COVID-19, available at: <https://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/coronavirus.aspx>
3. International Labour Organization, Resolution concerning maritime labour issues and the COVID-19 pandemic, available: https://www.ilo.org/gb/gbsessions/gb340/ins/wcms_760649/lang--en/index.htm
4. BIMCO - <https://www.bimco.org/covid19>
5. EMSA - <http://emsa.europa.eu/news-a-press-centre/covid19.html>
6. European Commission - Guidelines concerning the exercise of the free movement of workers during COVID-19 outbreak (PDF download)
7. International Chamber of Shipping (ICS) - Coronavirus (COVID-19) Guidance for Ship Operators for the Protection of the Health of Seafarers
8. International Maritime Health Association (IMHA) - advice for shipping companies on the new type of coronavirus (2019-nCoV)
9. INTERTANKO - Intertanko Crew Change Management Plan (download PDF)
10. Intertanko - Outbreak Management Plan: Covid-19 (download PDF)
11. International Transport Workers Federation (ITF) - Covid-19 update for transport workers: <https://www.itfglobal.org/en/focus/covid-19>
12. UNCTAD - Port Responsiveness in the fight against COVID-19 - Technical note <https://tft.unctad.org/ports-covid-19/>
13. WaterFront - COVID-19 overview crew change impact - <https://www.waterfront-ms.com/crew-change-impact/2/>
14. Wilhelmsen COVID-19 Global Port Restrictions Map - <https://www.wilhelmsen.Com/ships-agency/campaigns/coronavirus/coronavirus-map/>
15. World Ports Covid-19 Information Portal - <https://sustainableworldports.Org/world-ports-covid19-information-portal/>

16. Maritime Labour Law Convention 2006, available: <https://www.ilo.org/global/standards/maritime-labour-convention/lang-en/index.htm>
17. Maritime Code of Georgia, www.matsne.gov.ge
18. The Neptune Declaration on Seafarer Wellbeing and Crew Change, available at: <https://www.ics-shipping.org/wp-content/uploads/2021/01/the-neptune-declaration-on-seafarer-wellbeing-and-crew-change.pdf>
19. World Health Organization, International medical guide for ships, 3rd edn, Geneva, 2007 available at: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43814/9789240682313_eng.pdf?sequence=1
20. Doumbia-Henry C., Shipping and Covid-19: protecting seafarers as frontline workers, *Wmu Journal of Maritime Affairs* (2020) 19:279–293
21. European Union Agency for Fundamental Rights (FRA) Fundamental Rights Report 2021 (Annual report), The Corona Virus Pandemic and Fundamental Rights: a year in review, available at: <https://fra.europa.eu/en/publication/2021/fundamental-rights-report-2021>
22. Hebbar A.A, Mukesh N. Covid-19 and seafarers' rights to shore leave, repatriation and medical assistance: a pilot study, *Int Marit Health*. 2020;71(4):217-228.
23. Higuchi E., The Problem of Seafarer Replacement Arising from the Covid-19 Pandemic and Japan's Response: From the Perspective of the 2006 Maritime Labour Convention, available at: https://www.spf.org/opri-intl/reports/perspectives/prsp_019_2021_higuchi_en.html
24. Klein, N. International Law Perspectives on Cruise Ships and covid-19, *Journal of International Humanitarian Legal Studies*, 11(2), 2020, 282-294.
25. Kjaerum M., Davis M.F., Lyons A. Covid-19 and Human Rights, June 30, 2021 by Routledge
26. Maritime Human Rights Risks and the Covid -19 crew change crisis: A tool to support human rights due diligence, available: <https://www.ohchr.org/documents/issues/business/maritime-risks-and-hrdd.pdf>
27. Nitin M., "A study of the impacts of Covid-19 on seafarer rights" (2020). World Maritime University Dissertations.1399. https://commons.wmu.se/all_dissertations/1399
28. Zhang P., Shan D, Zhao M., Pryce-Roberts N., Navigating seafarer's right to life across the shipping industry, *Marine Policy*, Volume 99, 2019, Pages 80-86

ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL ENTROPY INFLUENCE ON DECISION-MAKING BY A NAVIGATOR IN CRITICAL SITUATIONS

Nahrybelnyi Ya.A., Prokopchuk Yu.A., Mamenko P.P., Mateichuk V.M., Kyrychenko K.V.
Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

Vessel control innovations often face the need to identify human factors [1-3]. In many aspects, this direction is associated with psychological research [4]. In another case, it is important to keep track of the learning component. The use of navigation simulators made it possible to project complex navigation situations onto the behavior of a marine specialist [5-8]. One of the most important indicators of the manifestation of the human factor is the increase in the functional entropy of the navigator [9-10]. In such situations, spontaneous actions are observed that affect the trajectory of the vessel's movement [11,12].

This fact indicates that the entropy is very high and the response time also increases significantly. The criterion for determining such a fact can be an analysis of response appropriateness, which will give grounds to accept or not the entropy approach. Moreover, depending on the situation, the goal will be different. The goal identifier at the level of data coming from navigation systems can be encoded as a trajectory on the graph. The set of navigation information sources determined by the nodes, as well as speed indicators for these nodes, allows determining the navigator's goal at the metadata level.

$$U_{\varepsilon}(a_{\text{goal}}) = \{x : \rho_m(x, a_{\text{goal}}) \leq \varepsilon\}. \quad (1)$$

Therefore, deviation of the time of one response may not affect the goal loss, but indicate a change of the graph node. This approach provides the maximum variety of trajectories for possible combinations of goal achievement.

Based on this, the execution of a navigation task in difficult situations can be approximated in the form of several sequential trajectories – fragments of the graph of one or different p -adic orders, for example: 1001101 & 202110 & 13022. It can be seen that the navigator passed from simple actions to complex ones, p -adicity is 2, 3, 4.

Automated analysis of response dynamics can identify random fluctuations in the context of trajectories in time, but not in goal. In this case, there is no reason to make decisions to improve safety. Otherwise, a new situation will arise when $\rho_m(x_{n+1}, a_{\text{goal}}) > \varepsilon$. There is the problem of determining whether a new situation-state x'_{n+1} is emergency or critical by automated full search of previously formed trajectories and their fragments:

$$x'_{n+1}(\omega) = f_{z_{n+2}(\omega)}(x_n(\omega)), \quad z_{n+2}(\omega) = g(z_{n+1}(\omega), x_{n+1}(\omega), \mathcal{G}^n \omega). \quad (2)$$

However, taking into account the “last maneuver” effect, the increase in such vessel control characteristics as maneuverability and reliability determines the emergency navigator's decision support.

In this situation, strict categorical principles of p -adic systems may not have a sufficient level of identification, since there is an event different from those of the previous navigation experience.

Within the aim of the study, it is necessary to develop such analyzer functions that would allow not only identifying the risk of maneuverability and reliability loss. These factors carry important vessel characteristics, which implies the use of automation tools in order to level out catastrophic events.

For this purpose, situation management when identifying the loss of signs of the goal-oriented trajectory on the graph of the p -adic system, as well as when determining risk factors by analyzing physiological and temporal situational data, is considered. To this end, scenarios of switching to safe maneuvering or more cost-effective vessel control must be planned in advance.

In some cases, it is proposed to increase the bridge manning level, in others – switch to automated autonomous vessel control. In the first case, management has an organizational principle, the second assumes an automated mode of management. This means that some functions will be performed by software, limiting, for example, commands to the machine telegraph (vessel speed), the amplitude of rudder blade rotation; control of pumps and thrusters.

Thus, automated control determines the scope of maneuvering and operating modes of the main vessel speed-power units $\diamond \uparrow$ “increase” or $\diamond \downarrow$ “decrease”. This directly affects the vessel control characteristics, such as maneuverability, reliability, and cost-effectiveness.

Then, for a formal description of control actions, we assume that λ predetermines the data and metadata obtained from the situation analysis, and Ψ – vessel control modes. The mode time t_i is limited by the stage δ_j , during which the navigation task or maneuver is supposed to be performed [27-29]. At the moment of switching to automated control, the navigator receives signals prompting actions according to the mode-scenario of actions in the form of a parameter system of the stage limited by the time t_1, t_2 in the system $\psi_{[t_1, t_2]}(X(t_1), u, \nu)$.

Then, when switching to the automated mode, the control system will track the navigator's actions regarding prompts and compare them with the time characteristics of responses assumed in the chain of actions. Synchronization of the script program for the navigator's responses will affect the change of stages:

$$\delta_{j-1} / \delta_j (j=1, \dots, n; \delta_0 = t^*) \Rightarrow \delta_j / \delta_{j+1} (t+1). \quad (3)$$

Thus, the data and metadata extracted using the navigator's response analyzer will positively affect the vessel control characteristics within the formal system:

$$\begin{aligned} X_{t+1} &= \lambda_{R(t+1), m}(\psi_{[t, t+1], R_v}(X_t), u([t, t+1]), \nu([t, t+1])) \Rightarrow t^* \notin [t, t+1], \\ X_{t^*} &= \lambda_{R(t^*), m}(X_{t^*}), \chi_{t^*}(X_{t^*}) = true, \\ \chi_t(X_t) = true &\Rightarrow \chi_{t+1}(X_{t+1}) = true, \\ u([t, t+1]) &= f_j / \delta_j \equiv \{ \underline{p} \}_{m, j}, \\ \nu([t, t+1]) &= \nu(\pi_v) \otimes \nu, \\ \sum_{t' \leq t} \rho_m(\alpha(t')), \psi_{[t'-1, t'], R_v}(X'_{t'-1}, u, \nu) &> \rho^* \Rightarrow \diamond \uparrow R_{t+1} \text{ or if } < \rho^{**} \Rightarrow \diamond \downarrow R_{t+1}, \end{aligned}$$

where $\nu(\pi_v) \otimes \nu$ is the composition of physiological parameters and data of external navigation situation.

Thus, the automated system allows performing a double function: improving maritime transport control characteristics and interactive navigator training in the navigation process.

The proposed approaches were tested in the research laboratory “Development of decision support systems, ergatic and automated vessel control systems” based on the NTPRO 5000 training complex (Wärtsilä Corporation, Finland). During testing and confirmation of the proposed formal and algorithmic approaches, the processes of navigator's response identification were simulated on a stand in critical and difficult navigation situations.

REFERENCES

1. Nosov P., Ben A., Safonova A., Palamarchuk I. Approaches going to determination periods of the human factor of navigators during supernumerary situations // Radio Electronics, Computer Science, Control № 2(49). - 2019. Pages 140-150. Web of Science. doi: 10.15588/1607-3274-2019-2-15.
2. Nosov P. S., Palamarchuk I.V., Safonov M.S., Novikov V.I. Modeling the manifestation of the human factor of the maritime crew // Dnipropetrovsk National University of

Railway Transport named after Academician V. Lazaryan (Dnipro) № 5 (77). – 2018. Pages 82-92. doi:10.15802/stp2018/147937.

3. 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.

4. 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.

5. Serhii Zinchenko, Oleh Tovstokoryi, Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Vitaliy Kobets, Gennadii Abramov. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // *CEUR Workshop Proceedings*, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>

6. Zinchenko S., Ben A., Nosov P., Popovych I., Mateichuk V., Grosheva O. The vessel movement optimisation with excessive control // *Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics*, 2020. - № 3(99). P. 86-96. DOI: 10.31489/2020Ph3/86-96.

7. Zinchenko S.M., Nosov P.S., Mateichuk V.M., Mamenko P.P., Grosheva O.O. Use of navigation simulator for development and testing ship control systems. МНПК пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS - 2019), 24-28 квітня 2019, Одеса-Стамбул-Одеса. Pages 350-355.

8. 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>

9. 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>.

10. 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.

11. Nosov, P., Zinchenko, S., Ben, A., Prokopchuk, Y., Mamenko, P., Popovych, I., Moiseienko, V., Kruglyj, D. (2021). Navigation safety control system development through navigator action prediction by Data mining means. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (110)), 55–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229237>.

12. Nosov P., Palamarchuk I., Zinchenko S., Popovych I., Nahrybelnyi Y., Nosova H. Development of means for experimental identification of navigator attention in ergatic systems of maritime transport // *Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics*, 2020. - № 1(97). P. 58-69. DOI: 10.31489/2020Ph1/58-69.

ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА СПРИЯННЯ ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ КУРСАНТІВ У СУДНОПЛАВНИХ ТА КРЮІНГОВИХ КОМПАНІЯХ

*Соловей О.С., Авраменко Л.В., Шнілєвая Т.М.
Херсонська державна морська академія
(Україна)*

Вступ. Україна посідає п'яте місце у світі серед країн, які надають фахівців плавального складу на морський торговельний флот. Попит на українських фахівців світової морської галузі стрімко зростає кожного року. Велика кількість судноплавних та крьюінгових компаній інвестують кошти у «кадетські програми», надають спонсорську допомогу навчальним закладам, відкривають тренажерні центри підготовки моряків. Вкладаючи кошти, судноплавні та крьюінгові компанії відбирають найкращих фахівців, які володіють сучасними методами та формами організації праці на суднах (компетенціями, які передбачені Конвенцією ПДНВ, з поправками), теоретичними знаннями, набутими під час навчання, вмінням використовувати набуті компетентності на практиці. Приймаючи факт, що судноплавна компанія ставить перед собою завдання отримати максимальний прибуток за рахунок кваліфікованих спеціалістів, завдання навчального закладу полягає у врахуванні вимог судноплавних компаній до професійних компетентностей курсантів – майбутніх фахівців морської галузі.

Основною метою дослідження є розробка системи комплексного підходу до організації проведення відборів курсантів для проходження практики з подальшим працевлаштуванням у судноплавні та крьюінгові компанії з урахуванням сучасних вимог світової морської індустрії та роботодавців.

Актуальність досліджень. На даний час важливою задачею для навчального закладу є випуск висококваліфікованих спеціалістів, які будуть конкурентоспроможними на ринку праці в морській галузі. Практика для курсантів є невід'ємною частиною навчання, яка має свою послідовність для освоєння практичного матеріалу, вміння використовувати знання на практиці в умовах які постійно змінюються, робити відповідні розрахунки, приймати рішення, бути спеціалістом своєї професії.

На сьогоднішній день, на жаль, в Україні не залишилось державних підприємств, організацій, портів, які б мали змогу надати місця для проходження практики курсантам морських закладів освіти. Таким чином, не практикується централізоване направлення курсантів на місця практики. Саме тому існує нагальна потреба морських закладів вищої освіти нарощувати й розширювати базу підприємств, в тому числі і іноземних, які надавали б практику курсантам з подальшим працевлаштуванням.

Постановка задачі. В статті розглядається питання підвищення ефективності системи організації практичної підготовки та сприяння працевлаштуванню здобувачів вищої освіти. Розкрито проблему потреби морських закладів вищої освіти в необхідності нарощувати й розширювати базу підприємств, які надавали б практику курсантам з подальшим працевлаштуванням. Наведено аналіз взаємодії навчального закладу з судноплавними та крьюінговими компаніями, запропоновано систему організації кадетських програм для залучення роботодавців.

Результати досліджень. Навчальними планами передбачено проходження курсантами плавальної та виробничої практики, яка є обов'язковим і невід'ємним складовим елементом підготовки морського фахівця. Система організації практичної підготовки в Херсонській державній морській академії (далі ХДМА, Академія) побудована таким чином, що у продовж навчання курсанти здобувають необхідний

плавальний стаж 12 місяців, що відповідає вимогам розділу А-ІІ/1, А-ІІІ/1, А-ІІІ/6 Кодексу ПДНВ, з поправками, завдяки чому на спільному засіданні Державної кваліфікаційної комісії (ДКК) мають право на присвоєння першого звання особи командного складу морських суден безоплатно під час атестації [1]. За період навчання в академії курсанти проходять три практики. Перша практика навчальна, де курсанти отримують первинні навички оволодіння професійних вмінь та навичок, первинним досвідом професійної діяльності, ознайомлення з реальними об'єктами діяльності. Друга практика за графіком навчального процесу – виробнича. Перед проходженням виробничої практики всі курсанти обов'язково проходять тренажерну підготовку, яка направлена на відпрацювання навичок безпеки на воді, протипожежної безпеки та вмінь з використання рятувальних засобів. Наявність тренажерного комплексу та лабораторій при ХДМА дають можливість курсантам під час проходження практики в реальних умовах використовувати отримані теоретичні знання, мати можливість вивчити питання, пов'язані з професійною підготовкою, та вдосконалити практичні навички відповідно до обраних спеціальностей, що значною мірою підвищує конкурентоспроможність курсантів та випускників Херсонської державної морської академії [4]. Таким чином, перед початком виробничої практики курсанти вже мають необхідні знання для роботи у морі з фахових дисциплін та базові документи і сертифікати.

Третю практику курсанти мають можливість проходити на посадах рядового складу на морських судах. В академії постійно проводиться робота з організації проходження навчальної підготовки з отримання робітничої професії матроса, моториста 2-го класу в Професійно-морському ліцеї при ХДМА (ПМЛ при ХДМА).

Рік	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень
1										1 практика (кадет)	1 практика (кадет)	1 практика (кадет)
2							Відбір				1 практика (кадет)	1 практика (кадет)
3	1 практика (кадет)	1 практика (кадет)	1 практика (кадет)	1 практика (кадет)	1 практика (кадет)						2 практика OS, WPR	2 практика OS, WPR
4	2 практика OS, WPR	2 практика OS, WPR	2 практика OS, WPR	2 практика OS, WPR	2 практика OS, WPR					Випускні іспити,		Працевла штування в компанії

 Теоретичне навчання

Рисунок 1 – Узагальнений графік проходження практики курсантами ХДМА

Курсанти академії проходять практичну підготовку як за графіком освітнього процесу, так і за індивідуальним графіком (Рис. 1.). Завдяки гнучкої системи в ХДМА крьюінгові та судноплавні компанії мають можливість планувати курсантів у рейси в продовж всього навчального року. Серед них є як компанії з іноземними судновласниками, так і вітчизняні компанії. Щороку кількість курсантів, які проходять практичну підготовку від іноземних компаній збільшується, що свідчить про підвищення інтересу іноземних судноплавних та крьюінгових компаній до курсантів ХДМА та підвищує їх конкурентоспроможність на ринку праці.

Щороку кількість кріюінгових компаній, з якими співпрацює Академія щодо проходження практичної підготовки курсантів та їх подальшого працевлаштування збільшується. Основним чинником підвищення інтересу до нашого навчального закладу є ефективне впровадження інтегрованої системи навчально-тренажерної підготовки на сучасній навчально-тренажерній базі, яка відповідає останнім вимогам морської індустрії та дає можливість підготувати висококваліфікованих фахівців, конкурентоспроможних на національному і міжнародному ринках праці.

Сучасні кріюінгові та судноплавні компанії організують плавальну практику для курсантів морських навчальних закладів, що дозволяє їм поповнити робочі місця за рахунок молодих компетентних моряків. Представники компаній відбирають курсантів судячи по отриманню ними ступеня освіти, віддаючи перевагу курсантам вищих навчальних закладів. Таким чином у роботодавців формується загальна думка про подачу теоретичних знань курсантам навчальних закладів та вміння використання цих компетентностей на практиці, що є дуже важливим для їхньої професії.

Принципи організації кадетської програми в сучасних судноплавних та кріюінгових компаніях умовно можна поділити на три етапи [3].

Перший етап – постановка курсанта на облік в компанію. Курсант заповнює анкету (application form) та надсилає її на електронну адресу компанії або приносить особисто в офіс компанії.

Другий етап – попередній відбір курсантів за основними критеріями перерахованими нижче.

– *Знання англійської мови.* Професія моряка є однією з небезпечніших та найбільшою інтернаціональною в світі. Англійська мова визначена в якості міжнародної, на якій говорять всі представники морської галузі. Морська англійська мова необхідна в перш за все за ефективного виконання роботи, забезпечення безпеки на борту судна та обміном інформації між судами. Саме тому всі курсанти при проходженні попереднього відбору проходять усну співбесіду в компанії з у вигляді інтерв'ю та тестування (Marlins, CES, Videotel тести та інші). Інтерв'ю, як правило, проводить представник компанії.

– *Хороша успішність.* Більшість компаній звертають увагу на середній бал курсанта. Середній бал курсанта за останній семестр навчання повинен бути не нижче 4-4,5 за п'ятибальною системою.

– *Наявність документів.* Компанія звертає увагу на досвід кандидата та наявність необхідних документів. При постановці на облік обов'язковою вимогою є наявність наступних документів: паспорт моряка, закордонний паспорт, послужна книжка моряка, сертифікати схваленої обов'язкової підготовки відповідно Конвенції ПДНВ, з поправками, наявність документів. Завдяки цій інформації судноплавні та кріюінгові компанії можуть пропонувати курсанту посаду.

– *Психологічна підготовка.* Робота працівників морської галузі завжди належала до складних і одночасно ризикованих, яка висуває особливі вимоги до плавскладу суден. Курсантам, які проходять практику в період навчання, особливо важко на психологічному рівні. Тривале плавання пов'язане з постійним перебуванням курсантів в умовах обмеженого простору, монотонності діяльності, різкого звуження зовнішніх соціальних зв'язків, підвищеної небезпеки виникнення аварійних ситуацій тощо. Саме тому надзвичайно важливо є здійснення всебічного психологічного аналізу особливих умов діяльності моряків далекого плавання, вивчення психологічних особливостей впливу професійної діяльності на особистість і життя моряків [2].

Третій етап – це формування процесу відбору компанії, організації кадетської програми. Найпоширеніший процес відбору – проведення співбесіди на знання спеціальності. Фахівець, який проводить співбесіду (тренінг офіцер, старший механік) звертає увагу на професійні компетентності та психологічну підготовку.

Враховуючи всі перераховані вимоги компанії проводять відбори курсантів для участі у кадетській програмі, завдяки якій курсанти можуть отримати практику на весь період навчання та бути працевлаштованими після закінчення навчального закладу.

Кадетська програма являє собою перспективний вид співпраці морського вищого навчального закладу з крюінговими компаніями, які мають практику набору майбутніх моряків зі складу курсантів на посади кадетів-судноводіїв, механіків й електромеханіків з подальшим працевлаштуванням на судах компанії або компаній-партнерів. Кадетська програма дає можливість курсантам і студентам морських спеціальностей набути практичного досвіду, почати професійну діяльність вже на молодших курсах і отримати плавцenz без відриву від навчання. По закінченню навчання участь в кадетській програмі дає незаперечні переваги – будь-яка солідна компанія віддає перевагу при працевлаштуванні фахівця, який вже має морський досвід. Як правило, відбір курсантів для компаній-партнерів ХДМА проводиться на другому та третьому курсах для курсантів всіх спеціальностей.

Академія на сьогоднішній день має досвід роботи проведення відборів у судноплавні та крюінгові компанії.

В умовах реформування системи освіти, що зумовлює використання нових підходів до формування відносин навчального закладу та учасників навчального процесу враховуючи особливості організації дистанційного навчання, відділ практики організує проведення відборів у судноплавні та крюінгові компанії на дистанційному рівні. Відбори курсантів проводяться на дистанційному рівні для проходження плавальної практики у такі компанії, як «Unix Line», «Columbia Shipmanagement Ukraine», «V. Ships», «Koban Shipping LLC», «Northwest Crewing» та інші. Найчастіше відбори проводяться у вигляді групових або індивідуальних інтерв'ю за допомогою різноманітних інтернет-платформ.

Кожна компанія пропонує зручний для неї варіант проведення інтерв'ю. Відділ практики, враховуючи вимоги компанії, організує онлайн співбесіди, після чого аналізує результати проходження інтерв'ю курсантів з представниками судноплавних та крюінгових компаній та працює над врахуванням вимог роботодавців при проведенні відборів.

Курсанти, які проходять вдало співбесіди, підписують тристоронні угоди, стають на облік у компанії та готують необхідний пакет документів для рейсу. Роботодавці ознайомлюють курсантів з вимогами компанії (необхідними документами, періодами проходження практики, тривалістю контрактів) та планують курсантів на судна. Відділ практики для поліпшення роботи крюінгових та судноплавних компаній контролює наявність базового пакету документів у курсантів та відслідковує строки отримання робочих документів матроса/моториста 2 класу для своєчасної посадки на судно.

Висновки. Керуючись досвідом взаємодії з компаніями-партнерами, можна зробити висновок, що ефективна система організації проведення відборів курсантів у судноплавні та крюінгові компанії у навчальному закладі дає гарантію забезпечення всіх здобувачів вищої освіти місцем проходження практики та подальшим працевлаштуванням. В ХДМА реалізовано систему підготовки проведення відбору курсантів для судноплавних та крюінгових компаній, яка формує комплексний підхід для забезпечення роботодавців фахівцями морської галузі необхідної кваліфікації. Впроваджена в Академії модель співпраці з роботодавцями направлена на розширення кола підприємств, інвесторів, судноплавних та крюінгових компаній, які мають можливість вибирати курсантів за необхідними їм критеріями. Саме завдяки такої налагодженої роботи, більшість випускників Академії мають можливість отримати місце працевлаштування у відповідності до отриманої кваліфікації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Міжнародна Конвенція щодо підготовки та дипломування моряків і несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками) – К.:ВПК «Експрес-Поліграф» 2012.- 568с.
2. Юрова Т.В., Мун Ю.С. ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ СТУДЕНТОВ МОРСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 3; URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=17186>
3. Власенко О.С., Царан Ю.В. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПІДБОРУ ПЛАВСКЛАДУ ДЛЯ СУДНОПЛАВНИХ КОМПАНІЙ. Одеський національний морський університет - Розвиток методів управління та господарювання на транспорті № 3 (56), 2016.
4. Положення про проведення практики студентів вищих навчальних закладів України (Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міносвіти N 351 (v0351281-94) від 20.12.94)

ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ПРАЦІВНИКІВ МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ МОВИ

Медведєва О.Ю.

*Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
(Україна)*

Вступ. Бурхлива розбудова Української держави на сучасному етапі, утвердження її на міжнародній арені, закріплення української мови як державної, розширення процесів демократизації нашого суспільства диктують нагальну потребу впровадження української мови в усі сфери життєдіяльності держави, забезпечення використання її у професійній діяльності кожного.

Завдання вищої школи – готувати фахівців нової генерації: кваліфікованих, грамотних, мовно компетентних, які б досконало, ґрунтовно володіли українською літературною мовою у повсякденно-професійній, офіційно-документальній сфері, зокрема набули навичок комунікативно виправданого використання засобів мови, оволоділи мовою конкретної спеціальності, фаху.

Актуальність дослідження. Сьогоднішні студенти, а невдовзі фахівці морської галузі, мають стати носіями мовної свідомості, тобто усвідомлено прагнути до вдосконалення власного мовлення, вчитися розв'язувати коло професійних питань у нерозривному зв'язку з мовою.

Постановка задачі. Одне з ключових місць у системі їхньої фахової підготовки відводиться курсу «Українська мова за професійним спрямуванням» [2], який є гуманітарною, обов'язковою навчальною дисципліною, що входить до базового навчального плану підготовки бакалаврів в усіх ВНЗ України (згідно з наказом МОНУ від 21 грудня 2009 року, № 1150).

Отже, майбутнім фахівцям морської галузі, на думку Тимофєєвої О. Я., мова потрібна як система світобачення, засіб культурного співжиття в суспільстві, самоформування і самовираження особистості [3].

В процесі вивчення навчальної дисципліни «Українська мова за професійним спрямуванням» студенти повинні навчитися розв'язувати наступні завдання: 1) поглибити й закріпити мовні знання, акцентуючи увагу на особливостях функціонування сучасної української літературної мови у сфері професійного спілкування; 2) виробити практичні вміння точно формувати й чітко формулювати власну думку, використовуючи стилістично й ситуативно доречні мовні одиниці; 3) використовувати набуті знання в процесі укладання документів; 4) застосовувати норми етикету у вербальних і невербальних ситуаціях спілкування; 5) опанувати техніку підготовки й проведення різних жанрів публічних виступів; 6) обговорювати та коментувати виступи; 7) формувати індивідуальний мовний стиль.

Очевидно, що оволодіння основами будь-якої професії починається з засвоєння певної системи професійних знань і навичок, тобто формування інформаційного забезпечення обраної професії. Але фахова підготовка ніяким чином не обмежується знанням тільки предмету розмови: мало знати, про що говорити, слід навчитися правильно висловлювати власні думки. Не випадково єдиною достовірною ознакою людського розуму Декарт уважав здатність адекватно використовувати мову. Для того, щоб грамотно говорити і бути зрозумілою, людина має оволодіти складною сукупністю інформації та вмінь і навичок, що супроводжують мовленнєву діяльність. Не менш важливим за практичний аспект оволодіння мовою вважаємо напрямок комунікативний, адже перед тим, як вступити у спілкування, мовець має чітко усвідомити: де спілкується

(офіційні/неофіційні умови), хто адресат, яка мета спілкування (повідомлення, з'ясування, спонукання).

Результати досліджень. «Заговори, щоб я тебе побачив», – говорив давньогрецький філософ Сократ. Мовні засоби, якими послуговується людина для висловлення власних думок, безпосередньо впливають на формування нашого враження про неї. Високоосвіченого фахівця неодмінно відрізняє індивідуальний стиль мови професійного спрямування. Виробити власний стиль можливо лише за умови врахування і формування таких особистісних якостей мовця, які, на нашу думку, є визначальними для успішної професійної діяльності майбутнього фахівця, а саме: орієнтація в ситуації спілкування, орієнтація на мову й емоційний стан співрозмовника, прогнозування реакції слухачів, уміння слухати.

Формування культури мовленнєвої діяльності, що включає лінгвістичний та комунікативний компоненти, має забезпечити опанування й застосування на практиці варіантів професійно-мовленнєвої поведінки, зумовленої ситуацією спілкування. Процес спілкування відбувається за участі двох сторін – комуніканта і реципієнта. Цілком природно, що на шляху порозуміння між двома особами, які є різними за характером, темпераментом, освітою й переконаннями, можуть виникати різноманітні перешкоди. Подолати ці труднощі покликано знання мовного етикету – сукупності стандартних словесних формул, вживаних у стандартних ситуаціях. Вживання усталених етикетних формул може варіюватися формою мовлення – усною чи писемною. Зазвичай обидві форми виявлення сучасної української літературної мови мають багато спільного, в тому числі й в аспекті використання мовних формул, типових для конкретної ситуації спілкування, як-то привітання, завершення бесіди, вказівка на мету, причину і т. ін., але їм властиві й специфічні ознаки. Володіння нормами етикету в писемному мовленні найяскравіше реалізується у сфері ділового листування.

Уміння вести ділову розмову є обов'язковою якістю висококваліфікованого фахівця. Крім професійної компетентності означена якість вимагає знань щодо створення сприятливого психологічного клімату, який на емоційному рівні забезпечує враження від спілкування. Так, у діловій розмові не варто шукати лише односторонніх вигід. Для цього треба вміти так побудувати зустріч, щоб зацікавити партнера своєю пропозицією, щоб він першим запропонував ваше бачення розв'язання проблеми. Під час спілкування виявляйте справжню, щире увагу до співрозмовника, намагайтеся звертатися до людини винятково на ім'я, яке, на думку відомого знавця психології людських стосунків Д.Карнегі, є найсолодшим і найважливішим для неї звуком на будь-якій мові. Природно, що запам'ятати імена всіх людей, з якими маємо справи в професійному спілкуванні, складно, але можливо, якщо знати три закони пам'яті. Перший з них – закон враження – ґрунтується на увазі й спостереженні, які покликані забезпечити яскраве враження від першої зустрічі і в такий спосіб допомогти краще запам'ятати ім'я та по батькові вашого партнера. Закон повторення стверджує: багаторазове і обов'язково осмислене повторення – запорука результативного запам'ятовування. Якщо ім'я нового партнера є звичайним, спробуйте співвіднести його з іменами ваших старих знайомих, у разі ж як воно вирізняється індивідуальністю включіть його до асоціативного ряду, утвореного на основі професійних занять, власних захоплень і т. ін. – радить закон асоціацій.

У процесі спілкування певну частину інформації ми отримуємо у вигляді відповідей на запитання. Уміння ставити запитання – справжнє мистецтво, якому треба вчитися. Існує багато видів питань (закриті, відкриті, альтернативні, риторичні, зустрічні, провокаційні і т. д.) [1, с. 86], і фахівцеві, який прагне отримати точну інформацію, слід чітко орієнтуватися в їх специфіці. Відзначимо, що питання можуть певною мірою характеризувати людину, яка їх ставить. Так, «закриті питання», тобто такі, що вимагають однозначної відповіді «так» чи «ні», свідчать про вашу нетерплячість, про відсутність витримки вислухати вашого співбесідника до кінця. Крім того, вони обмежують простір для міркувань, висловлення власних думок партнера. Яскраво протистоять їм «відкриті питання», які формулюються для отримання додаткової інформації та дозволяють

співбесідникові вільно маневрувати в інформаційному просторі. Але саме в цьому і криється «підступність» цих питань для тих, хто їх ставить, оскільки люди ризикують виявитися недостатньо компетентними в порушених вашим партнером із вашої ж згоди напрямках розмови.

Не менш важливим, ніж ставити питання, є вміння давати відповіді на них. Втім, беручи до уваги різноманітність питань, відзначимо: поради щодо відповідей на них є менш численими. Не слід поспішати з відповіддю, переконайтеся, що ви правильно зрозуміли питання. Якщо не маєте чіткої, зваженої відповіді, то краще не ризикуйте відповідати спонтанно, аби не потрапити до незручної, невиграшної для вас ситуації. Важливим є й психологічний аспект: чим більш емоційно неврівноважений ваш співрозмовник, тим спокійніше ви маєте реагувати на його питання; чим емоційніше питання, тимкоротшою має бути відповідь на нього.

У численних дослідженнях, присвячених аналізу впливу вербальних і невербальних засобів на процес спілкування, доля інформації, здобутої невербальним шляхом, коливається від 65 до 90%; але в тому, що більша частина інформації все ж таки передається позамовними засобами, всі дослідники єдині. У сфері професійного спілкування спостерігаємо незначну перевагу долі вербаліки, але не слід применшувати значення мовного складника. Відомий німецький філософ Е.Кант казав: «Рука – це видима частина мозку». Вчитися розуміти мову невербального спілкування важливо з декількох причин. По-перше, людські почуття настільки багатогранні, глибинні, що їх не завжди можна передати словами. Тут на допомогу приходять саме міміка, жести, вираз очей. По-друге, знання мови жестів сприяє кращому розумінню психічного стану співбесідника. Уважно спостерігаючи за його поведінкою, ви зможете з'ясувати, наскільки він врівноважений, заспокоєний, упевнений у собі. Особлива ж цінність невербального спілкування в тому, що воно майже завжди спонтанне і безпосереднє.

Важливий крок у становленні фахівця – вдосконалення себе як слухача. Ефективне слухання – основа для отримання точної інформації. Уміння слухати є корисним, оскільки саме воно визначає рівень успішності спілкування. Навчитися слухати – складний процес, який вимагає зусиль обох сторін. Один філософ якось сказав: «Правду можуть вимовити двоє – один говорить, інший – слухає». Починати формування і вдосконалення цієї навички треба з себе. Так, слухаючи співрозмовника, психологи радять дотримуватися таких правил: не приймати мовчання за увагу, не вдавати, що слухаєте, не перебивати без потреби, не робити поспішних висновків, не ставити надто багато питань, не давати поради, доки не просять, не прикриватися слуханням як сховищем.

Висновки. Отже, щоб стати успішним у спілкуванні, будь-який комунікативний акт треба починати з постановки завдання почути, що сказав співбесідник. Для цього слід зосередитися, сконцентрувати свою увагу на предметі розмови, намагатися зрозуміти не тільки зміст слів, а й емоційний стан і почуття співрозмовника. Доведено, що більша частина спілкування є невербальною, тому слід зважати не тільки на те, що каже співрозмовник, а й на те, як він це робить. Залежно від мети спілкування ми маємо застосовувати різні форми слухання (вибіркове або цільове, активне або пасивне), але у всякому разі вони мають стати основою ефективного спілкування, і, як наслідок, виховання висококваліфікованого фахівця.

ЛІТЕРАТУРА

1. Культура ділового спілкування : навч. посібник / Л.Г. Зубенко, В.О. Немцов. : К. : “Екс Об”, 2000. 200 с.
2. Мозговий В. І. Українська мова у професійному спілкуванні. Модульний курс : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 592 с., 43 табл.
3. Тимофєєва О. Я. Формування соціально-комунікативної компетентності у майбутніх судноводіїв морського торговельного флоту при викладанні гуманітарних дисциплін : методичні рекомендації. Ізмаїл : Видавництво «Ірбіс», 2017. 88 с.

SOLVING THE PROBLEM OF MINIMIZATION DAMAGE IN THE EVENT OF IMMINENT COLLISION

*Kyrychenko K.V., Grosheva O.O., Tovstokoryi O.M., Mateichuk V.M., Moiseenko V.S.,
Mamenko P.P.*

*Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)*

Introduction. At present, a dynamically developing and stable national transport system is a necessary condition for the development of a modern economy. Based on this, safety is a basic quality that is necessary for all modes of transport. Of particular importance acquires safety in maritime navigation [1]. Analysis of accidents shows that many accidents and disasters at sea are due to the human factor. At the same time, experts believe that significant results in reducing the impact of the human factor can be achieved only through the introduction of automated and automatic vessel traffic control systems. Some issues of creating ergatic systems in maritime transport are considered, which allow controlling the behavior of the operator and in the early stages to detect deviations in his actions. The study [2] proposed to assess the risk of collision depending on the intensity of vessel traffic and operating conditions and the consequences of the collision. The consequences of a collision quantitatively assessed as damages in the economic, social and environmental spheres. The assessment took into account the epistemic and aleatory uncertainties associated with the state of damage to vessels.

The use of automatic control systems for the movement of the ship can dramatically reduce the impact of the human factor and increase the safety of navigation, especially in difficult sailing conditions [3-12].

The relevance of research. As can be seen from the above literature analysis, authors did not consider the minimization of the damage in cases of imminent collision through the use of specialized modules of automatic motion control systems. Therefore, the development of such systems is actual scientific-technical problem.

Problem formulation. It is necessary to develop a module of the vessel automatic control system, which would ensure the minimization of damages in case of imminent collision of vessels.

Research results. The system of differential equations, which describes the mutual motion of the vessel and target, in the projections on the axis of the vessel-related coordinate system (RCS), can be written as:

$$\left\{ \begin{array}{l} m\dot{V}_x = P(\theta) - R_x(V_x, \delta), \\ m\dot{V}_y = R_x(V_x, \delta) - R_y(V_y), \\ I_z \dot{\omega}_z = -M_z^u(V_x, \delta) - M_z(\omega_z), \\ \Delta \dot{X} = V_x - V_{x1}, \\ \Delta \dot{Y} = V_y - V_{y1}, \\ \Delta \dot{K} = \omega_z. \end{array} \right.$$

where m is the vessel's mass, I_z is the vessel inertia moment, V_x , V_y are the longitudinal and lateral linear speeds of the vessel, ω_z is the angular yaw rate of the vessel, Δx , Δy are the distance components of the vessel and target in the projections on the RCS axis, Δk is the difference between the course of own vessel and the target, $P(\theta)$ is the screw force depending on

the position of the telegraph θ , $R_x(V_x, \delta)$ is the hydrodynamic resistance force depending on the longitudinal speed V_x and steering angle δ , $R_y(V_x, \delta)$ is the lateral force depending on the longitudinal speed V_x and steering angle δ , $R_y(V_y)$ is the lateral drag force, $m_z^u(V_x, \delta)$ is the control moment in the yaw channel depending on the longitudinal speed V_x and steering angle δ , $M_z(\omega_z)$ is the resistance moment to the angular rotation of the vessel in the yaw channel, V_{x1}, V_{y1} are the components of the target speed vector in projections on the RCS axis. The scheme of movement of vessels is shown in fig. 1.

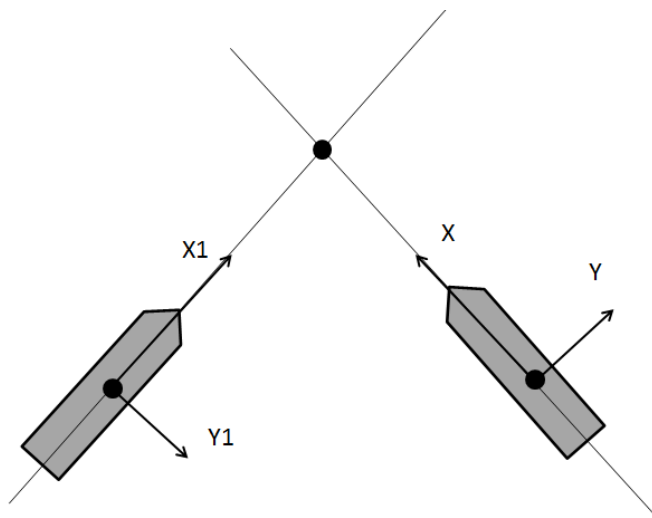


Figure 1 – Scheme of ship traffic

The components of the target speed vector in projections on the RCS axis are determined from the following equations

$$\begin{aligned} V_{x1} &= V_x^{tg} \cos \Delta k - V_y^{tg} \sin \Delta k, \\ V_{y1} &= V_x^{tg} \sin \Delta k - V_y^{tg} \cos \Delta k, \end{aligned}$$

where V_x^{tg}, V_y^{tg} are the components of the target speed vector in projections on the target RCS axis.

The aim of the study is to minimize the kinetic energy of the vessels collision at the time T

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

where $\Delta V_x, \Delta V_y$ – relative speeds on the coordinates x and y ,

$$\Delta V_x(\theta, \delta) = V_x(\theta, \delta) - V_{x1},$$

$$\Delta V_y(\theta, \delta) = V_y(\theta, \delta) - V_{y1},$$

$$\bar{x} = (V_x, V_y, \omega_z, \Delta x, \Delta y, \Delta K)$$

$$x(0) = (V_x(0), V_y(0), \omega_z(0), \Delta x(0), \Delta y(0), \Delta K(0))$$

It is necessary to find $\theta(t), \delta(t)$, that the function was minimal. The problem is solved by the final time T , when the collision occurs. Considering also the restrictions on the control parameters $|\theta| \leq \pi/2, |\delta| \leq 35^\circ$, the optimal control problem under consideration can be solved using the Pontryagin maximum principle.

Experiment. To test the efficiency and effectiveness of the method, algorithmic and software module optimal control experiment conducted at the Imitation Modeling Stand, created by the authors on the basis of the navigation simulator Navi Trainer 5000. The Imitation Modeling Stand allows to test the software of the control system modules in a closed circuit with

a navigation simulator, using all its advantages. The automatic module allows you to minimize the energy of the collision in case there is little time before the collision. The automatic module finds a solution and minimizes the risk of collision. The simulation results confirmed the efficiency and effectiveness of the method, algorithmic and software of the vessel movement optimal control module, which minimizes losses in cases of imminent collision.

Conclusions. The issues of the vessel automatic control in order to minimize damage in an inevitable collision are considered. Manual control in the event of a stressful situation can be harmful. As practice shows, reducing the speed of the vessel in order to minimize damage in a collision is not always the right decision, as reducing the speed decreases the maneuverability of the vessel. Obviously, this problem is optimizing. The method, algorithmic and software of the vessel automatic movement control system module was development. Using this module allows to minimize kinetic energy in the event of an inevitable collision. The efficiency and effectiveness of the module was tested on the Imitation Modeling Stand.

REFERENCES

1. Yahlytskyi Y.K., Kyrychenko K.V. (2021). Systemic issues of navigation safety. Proceedings of the I International scientific-practical conference «Current transport safety issues, in energy, infrastructure (STEI-2021)», pp. 170-172.
2. Dong, Y., Frangopol, D.M. (2015). Probabilistic ship collision risk and sustainability assessment considering risk attitudes. *Structural Safety*. Vol. 53, pp. 75-84. DOI: 10.1016/j.strusafe.2014.10.004
3. Zinchenko, S.M., Nosov P.S., Mateychuk, V.M., Mamenko, P.P. & Grosheva, O.O. (2019). Automatic Collision Avoidance with multiple targets, including maneuvering ones. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, № 4, pp. 211-221. DOI 10.15588/1607-3274-2019-4-20
4. Mamenko P.P., Zinchenko S.N., Kobets V.M, Nosov P.S, Popovych I.S. (2021) Solution of the Problem of Optimizing Route with Using the Risk Criterion [Text] // In: Babichev S., Lytvynenko V. (eds) *Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 77. P. 252-265, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82014-5_17.
5. Zinchenko S., Ben A., Nosov P., Popovych I., Mateichuk V., Grosheva O. The vessel movement optimisation with excessive control // *Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics*, 2020. - № 3(99). P. 86-96. DOI: 10.31489/2020Ph3/86-96
6. Zinchenko S.M., Ben A.P., Nosov P.S., Mamenko P.P., Mateichuk V.M. Improving the accuracy and reability of automatic vessel moution control system // *Materials of the XII International Scientific and Practical Conference "Advanced Information and Innovative Technologies for Transport (MINTT - 2020)*, May 27-29, 2020, Kherson p. 54-58.
7. Zinchenko S., Moiseienko V., Tovstokoryi O., Nosov P., Popovych I. (2021) Automatic Beam Aiming of the Laser Optical Reference System at the Center of Reflector to Improve the Accuracy and Reliability of Dynamic Positioning. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) *Advances in Computer Science for Engineering and Education IV. ICCSEEA 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 83. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80472-5_1.
8. Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Nosov, Popovych I.S., Kobets V., Abramov G. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // *CEUR Workshop Proceedings*, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>
9. Zinchenko, S.M., Nosov, P.S., Mateichuk, V.M., Mamenko, P.P., Popovych, I.S. & Grosheva, O.O. (2019). Automatic collision avoidance system with multiple targets, including maneuvering ones. *Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics*, № 4(96), pp. 69-79. DOI: 10.31489/2019Ph4/69-79

10. Zinchenko, S., Tovstokoryi, O., Nosov, P., Popovych, I., Kobets, V. & Abramov, G. (2020). Mathematical support of the vessel information and risk control systems. CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2805, pp. 335-354. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>
11. Zinchenko, S., Ben, A., Nosov, P., Popovich, I., Mamenko, P. & Mateychuk, V. (2020). Improving the Accuracy and Reliability of Automatic Vessel Motion Control Systems. Radio Electronics, Computer Science, Control, № 2, pp. 183-195. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-2-19>
12. Zinchenko, S.M., Mamenko, P.P., Grosheva, O.O., Mateichuk, V.M. (2019). Automatic control of the vessel's movement under external conditions. Науковий вісник ХДМА, №2 (21), s.10-15. DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.010-015

ON THE POINT OF HUMAN RESOURCES OF THE MARITIME INDUSTRY AND THE HUMAN FACTOR

Voloshyna O.V.

Azov Maritime Institute

National University «Odessa Maritime Academy»

(Ukraine)

In this thesis we suggest to incline from the conventional line of keeping up with generally accepted standards. Our research is an attempt to tackle the aspect of individual factor in human resource policy concerning the maritime industry as one of the most sufficient communicative issues those can appear at sea. As it impacts directly the efficiency of the crew, it is considered to be a primary task of the human resource management.

Taking into consideration that recently a rapid development of comparatively new branches of science, such as neurolinguistics, linguistic psychology, transactive analysis, etc. has been observed, the Human Resource Management pays much attention to the research in this area. There exists a number of fundamental studies on the topic conducted by prominent scholars in the related scientific fields, i.e. Daniel Goleman, David Clark, Travis Bradberry, Dr. Steven Stein, Colleen Stanley, fellow academics John Mayer and David Caruso, Nobel Prize winner Daniel Kahneman, etc.

There is an opinion that proper understanding of the nature and latent streams and triggers of each communicative situation, as well as involving of the results of the congruent studies, can contribute much into the development of new communicative strategies and patterns for successful management on board.

The mere fact is that any crew is efficient in collaboration only. If there is a certain interaction among the members of the crew, it is going to be more successful, stress-resistant and, as a result, workable. Successful interaction is possible if certain points are realized: enough theoretical knowledge, enough practical experience and tall order, which is achievable only in case of proper subordination. It is proved by the Captain's Job Description [9], where it is pointed out, that he/she is responsible for everything happening onboard. Due to this, more and more studies are devoted to the ways of practical realization of the human resource management on board, i. e., theoretical scientific thought is being streamed to the strategy and patterns of behavior of a leader particularly.

In this thesis we'll try to highlight some principles which might help improve the leading skills of future Captains and other leading positions onboard.

Being quite unique and individual as for the way of thinking, peculiarities of perception and external manifestations respectively, we occur in a trap of our personal views and value judgements even being quite aware of the HR management principles and technology. It happens due to just one tiny (from the point of view of industry) feature – emotions. We undergo their impact, sometimes positive, sometimes negative, but they anyway determine both our behavior and the way we communicate. Emotions serve as so called triggers - agents of provocation for the actions we take and at the same time jammer for the Ratio. It cuts off our theoretical knowledge and even the practical experience we've got. With the Ratio switched off any individual, notwithstanding the position, loses capability of getting adequate comprehension of the situation, and decision-making. As a result, final goal gets blurred and respectively an individual is not being headed to the achievement of the final result, but gets bent on some minor objective and deviates from the accepted patterns of successful leadership. But only following a set of professional and ethical codes of conduct and forging atmosphere of objective and impartial governance a Chief (or any other leader on board) may provide an effective HR management which leads to sustainable collaboration between all the participants of the process and, as a result, safe co-working.

Good for everyone if the emotion felt contributes into your confidence, so to say, wakens you up, but it can appear quite harmful if it triggers a chain of uncontrolled mental reactions and as a result psychosomatic signals you then manifest. They are 100% uncontrolled and easily read by the underlings, so, you may not even notice how fast you “contaminate” your crew with an uncontrolled feeling of fear, irritation, aggression etc.

Probably due to this during the last couple of decades there was an unbreakable rule for a successful leader: hide your emotions. [3] Recently the thesis took a U-turn and now we’ve been observing more and more research with the conclusion drawn that this strategy does not work. Trying to save a poker face by all means you just live out the Dr. Jekyll – Mr. Hyde scenario, with the aftermaths predictable. Other patterns are suggested by numerous scholars, and all of them contain some common statements: 1. not to lose control over the situation, save control over yourself; 2. to control something you must first of all comprehend it. [2]

Let’s consider one of the worst scenarios: a feeling of fear appeared in the Chief in some critical situation at sea. Fear is one of the most powerful triggers of the loss of confidence. To observe how it works it would be perfect to consider a hypothetical case described however by numerous scholars from different points: in an emergency landing attempt Captain announced “Take over controls” but failed to carry out the operation. In course of landing his knowledge appeared to be insufficient, it gave rise to the manifestation of fear. Actually, the feeling of fear appeared much earlier, when the situation became an emergency. But exactly “take over controls” gave him away which led to lack of trust from the side of the crew. From the first sight there is nothing odd in the situation when the Chief, being responsible for everyone and everything, conducts the work and directs the activities. Odd was exactly the superficial manifestation, outer reactions provided. The crew at once read not only his natural fear of death, but also his fear to appear not efficient and lose control over the situation. He must not have manifested it anyway. Being a Chief, he already was entitled to supervise the operation. Searching for additional confirmation of his authority he unveiled his weakness, mistrust to the crew, which is automatically equals to disrespect and splits the crew and the leader, and lost power immediately. Being swamped by his emotions he forgot what the proof of the pudding was, became affected by malign forces.

Definitely, some may call it courage, but inside the situation it is perceived as an emotionally taken decision, which has not been previously analyzed, comprehended, agreed with circumstances and thus wrong: Captain did not take into consideration experience and knowledge of the crew, he had a lack of skill in some areas in himself, which proves the statement that our inability to understand ourselves in various emotional states is not able to change for the better with experience; we come to the wrong conclusions [5]. In stressful situations our frontal cortex does not determine our responses any more and our reptilian cortex, which houses the “startle centre”, launches a mechanism which facilitates swift reactions to unexpected occurrences. So, the Captain acted without deep comprehension, but, when he realized the situation, he wilted and couldn’t help unveiling his fear in the worstever way – psychosomatically, via gesture, mimics, tone of his voice.

According to Ch. Darwin, [2] people have never lost and go on successfully develop the gut, so called animal instincts. So, we immediately get the situation even through the poker face. The Chief mentioned above was lucky enough to have an experienced and efficient crew, but the scenario can be not so good next time with some other leader.

Having analyzed and recognized the mistakes in the abovementioned situation, we completely agree with Professor D. Arieli, who maintains that our irrational behavior is not random and meaningless – it is systematic and quite predictable [5], so, if situation happens again the Captain will probably not act any other way. Good news is that everything predictable can be corrected. Correction is possible via analysis and comprehension, which leads to broadening of so called EQ or emotional intelligence. In course of analysis we developed a scheme for urgent control over emotional fault in stressful situation. This set of actions can help

to develop a communicative strategy and behavioral pattern for a leader in the situations of uncontrolled emotional affection:

1. Recognition. Recognize your emotion, reveal it to yourself. According to V. Kozlova, it is necessary to name it to feel a relief, which is the first step towards self-control return [3].

2. Draw up the idea which made you feel it: in the case mentioned it was the fear of control over the situation almost as strong (if not equal) as a fear of death.

3. Determine properly the real result (stress upon the word “real”, especially in emergency situations) you want to obtain.

4. Analyze which words and actions of yours may raise corresponding reaction in the underlings.

5. Implement it for a win-win strategy realization: the crew will not feel your lack of confidence if they get a clear guidance.

To conclude the thesis we must admit that the topic of EQ boost is quite up-to-date and provides unmeasurable field for research. The closest perspective of our studies we discern in determination of linguistic markers of unstable emotional conditions, description of linguistic triggers and jammers. It can also be developed into a course of Communicative Strategy and Tactics for successful communication for Captains and other leaders on board.

LITERATURE

1. Гоулман Д. Эмоциональный интеллект. Почему он может значить больше, чем IQ : М. : «Манн, Иванов и Фербер», 2013. 560 с.

2. Дарвин Ч. О выражении эмоций у человека и животных. Питер : СПб, 2001. 384 с.

3. Козлова В. Технологія EQ-Boost. Як використовувати емоційний інтелект у бізнесі та житті. Львів : Видавництво Старого Лева, 2018. 176 с.

4. Манфред Кэ де Ври Мистика лидерства. Развитие эмоционального интеллекта. М.: «Альпина Паблишер», 2011, 276 с.

5. Arieli D. Predictably Irrational. The Hidden Forces That Shape Our Decisions. D. : Arieli. HarperCollins, 2008. 304 p.

6. Стивен Дж. Стейн, Говард И. Бук. Преимущества EQ. Эмоциональный интеллект и ваши успехи. Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. 384 с.

7. Goleman, D. Working with emotional intelligence. New York : Bantam Books, 1998. 265 p.

8. Vladimir Kosonogov, Elena Vorobyeva, Ekaterina Kovsh, Pavel Ermakov. A review of neurophysiological and genetic correlates of emotional intelligence // International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education. 2019. Vol. 7, (1) iss. 1. P. 137-142.

9. URL: <https://www.alchemyrecruitment.com/job-descriptions/ship-captain-maritime-boat-captain>

ПОКАЗНИКИ ВАЛЕОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ ТА ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ПЕРШОГО КУРСУ

*Гузар В.М., Свирида В.С., Саратовський О.В., Богданова А.О.
Херсонська державна морська академія
(Україна)*

Вступ. Сучасні вимоги до професійної підготовки випускників Херсонської державної морської академії передбачають наявність необхідного рівня фізичної готовності, яка досягається під час регулярних занять різними формами професійно-прикладної фізичної підготовки: навчальні заняття з різних розділів фізичної підготовки [1,2], спортивно-масова робота та відвідування секцій з різних видів спорту [3], ранкова фізична зарядка та індивідуальні фізичні тренування [4,5].

В процесі занять професійно-прикладною фізичною підготовкою та спортом відбувається розвиток спеціальних фізичних якостей: стійкість до захитування [6], стійкість до впливу температурних режимів [7], стійкість до вібрації [8].

Під час регулярних занять фізичними вправами формується психологічна готовність до виконання фізичних навантажень на судах торгового флоту, особливо під час надзвичайних ситуацій на судні, формування знань про попередження травматизму, профілактики захворювань та виконання санітарно-гігієнічних норм [9,10,11,12].

Систематичні заняття професійно-прикладною фізичною підготовкою та спортом сприяють формуванню у здобувачів вищої освіти необхідних трудових навиків, покращують працездатність протягом довгих років життя, оптимізують психофізичну готовність та сприяють адаптації організму до трудової діяльності, які необхідні для ефективного виконання своїх професійних обов'язків на морському транспорті.

Визначення рівня фізичної готовності здобувачів вищої освіти першого курсу є одним із головних завдань викладачів кафедри безпеки життєдіяльності та професійно-прикладної фізичної підготовки для планування тренувального процесу і розвитку загальних та спеціальних фізичних якостей.

Результати досліджень. На початку 2021-2022 навчального року викладачами кафедри було проведено анкетування, в якому прийняли участь 95 здобувачів вищої освіти першого курсу факультету судноводіння. Мета анкетування – визначення частоти (таблиця 1) та форм (таблиця 2) занять здобувачів вищої освіти першого курсу професійно-прикладною фізичною підготовкою та спортом.

Таблиця 1 – Частота занять професійно-прикладною фізичною підготовкою та спортом здобувачами вищої освіти першого курсу факультету судноводіння

№ з/п	Частота занять (кількість разів)	Відповіді опитуваних
1	5 разів і частіше на тиждень	10 %
2	3-4 рази на тиждень	26 %
3	1-2 рази на тиждень	48 %
4	1-2 рази на місяць	14 %
5	Взагалі не займаються	2 %

В результаті проведеного анкетування встановлено, що 48 % здобувачів вищої освіти першого курсу займаються професійно-прикладною фізичною підготовкою та спортом 1-2 рази на тиждень, 14 % – до двох разів на місяць, 26 % тренуються 3-4 рази на тиждень, а 10 % – майже кожного дня.

Таблиця 2 – Форми занять професійно-прикладною фізичною підготовкою та спортом здобувачами вищої освіти першого курсу факультету судноводіння

№ з/п	Форми занять	Відповіді опитуваних
1	Ранкова фізична зарядка	54 %
2	Навчальні заняття з фізичного виховання	98 %
3	Заняття в спортивних секціях з видів спорту	22 %
4	Індивідуальні фізичні тренування в тренажерних залах	15 %
5	Індивідуальні фізичні тренування вдома	52 %

В результаті проведеного анкетування встановлено, що 54% здобувачів вищої освіти першого курсу займаються ранковою фізичною зарядкою та 22% відвідують спортивні секції, 15% тренуються в тренажерних залах, 52% займаються індивідуально вдома після занять.

Визначено рівень валеологічних знань здобувачів вищої освіти першого курсу факультету судноводіння: санітарно-гігієнічна культура, наявність шкідливих звичок, вміння раціонально харчуватися, питання здорового способу життя та ставлення до власного здоров'я (таблиця 3).

Таблиця 3 – Показники рівня валеологічних знань здобувачів вищої освіти першого курсу факультету судноводіння

Рівень валеологічних знань				
Низький	Нижче середнього	Середній	Вище середнього	Високий
%	%	%	%	%
17 %	60 %	15 %	6 %	2 %

В результаті опитування встановлено, що більшість (77%) здобувачів вищої освіти першого курсу не володіють методикою організації та дотримання здорового способу життя, методикою проведення індивідуальних занять з фізичного виховання, регулювання та контролю за фізичним навантаженням в процесі тренувань.

Під час проведення практичних занять визначено рівень загальної фізичної підготовки здобувачів вищої освіти першого курсу факультету судноводіння методом тестування: біг на 100 м, підтягування на перекладині, біг на 1000 м (таблиця 4).

Таблиця 4 – Показники фізичної підготовки здобувачів вищої освіти першого курсу факультету судноводіння

Показники	Підтягування на перекладині %	Біг на 1000 м %	Біг на 100 м %	Середній результат %
Низький рівень	17 %	21 %	18 %	19 %
Нижче середнього	30 %	53 %	40 %	41 %
Середній рівень	22 %	16 %	28 %	22 %
Вище середнього	20 %	7 %	9 %	12 %
Високий рівень	11 %	3 %	5 %	6 %

Фізична підготовка здобувачів вищої освіти першого курсу факультету судноводіння на 19% – на низькому рівні, 41% – нижче середнього, а 40% – середній, вище середнього та високий рівень.

Висновки.

1. Рівень фізичної підготовки здобувачів вищої освіти першого курсу факультету судноводіння на 60% низький та нижче середнього. Для покращення фізичної

підготовленості необхідні регулярні заняття з розділів професійно-прикладної фізичної підготовки, заняття спортом та підвищення ефективності управління тренувальним процесом.

2. Форми занять професійно-прикладною фізичною підготовкою виконуються здобувачами вищої освіти першого курсу не в повному обсязі (54% займаються ранковою фізичною зарядкою та 52% – індивідуальним фізичним тренуванням після навчальних занять).

3. Частота занять професійно-прикладною фізичною підготовкою та спортом (48% – не більше 2-х разів на тиждень, 14% – не більше 2-х разів на місяць, 2% – взагалі не займаються) не забезпечує достатню фізичну та психологічну готовність майбутньому фахівцеві торгового флоту.

4. Низький рівень валеологічних знань здобувачів вищої освіти першого курсу факультету судноводіння не дає змоги правильно проводити індивідуальні заняття з фізичного тренування та дотримуватись здорового способу життя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гузар В.М., Юськів С.М. Процес навчання рухових дій курсантів морських вузів. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., Переяслав-Хмельницький, 31 жовтня 2019 р. Вип. 52. С. 293-296.

2. Гузар В.М. Вплив професійно-прикладної фізичної підготовки морських фахівців на професійну діяльність. *Філософські обрії сьогодення*: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф. Херсон: ХДАУ, 2019. С. 54-56.

3. Хоменко В.В., Юськів С.М., Гузар В.М., Свирида В.С. Показники фізичної і технічної підготовленості футболістів різного амплуа студентської команди з футболу. *Спортивні ігри*. 2020. № 2 (16), С. 95-105. <http://dx.doi.org/10.15391/si.2020-1.10>.

4. Хоменко В.В., Бараненко Г.О., Свирида В.С. Вплив професійно-прикладної фізичної підготовки на професійне становлення морського фахівця. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., Переяслав-Хмельницький, 30 жовтня 2020 р., Вип. 64. С. 248-251.

5. Гузар В.М. Самостійні заняття в системі фізичної підготовки курсантів. *Актуальні проблеми сучасної освіти та науки в контексті євроінтеграційного поступу*: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф., Луцьк, 2019. С. 195-198.

6. Гузар В.М., Юськів С.М. Розвиток стійкості морських фахівців до захитування засобами фізичних вправ. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., Переяслав-Хмельницький, 28 лютого 2020 р. Вип. 56. С. 317-319.

7. Гузар В.М., Юськів С.М. Вплив фізичної підготовки та спорту на стійкість організму морських фахівців до впливу температурних режимів. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., Переяслав-Хмельницький, 31 березня 2020 р., Вип. 57. С. 344-347.

8. Гузар В.М., Юськів С.М. Вплив фізичних вправ на стійкість організму морських фахівців до вібрації. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку*: матеріали Всеукр.наук.-практ. Інтернет-конф. Переяслав, 2020. Вип. 60, С. 223-226.

9. Беседін А., Бараненко Г., Капліна А. Особливості надання першої допомоги фахівцям морської галузі з ознаками захворювання на covid-19. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., Переяслав-Хмельницький, 22 грудня 2020 р. Вип. 66. С. 320-323.

10. Гузар В.М., Юськів С.М. Психологічні аспекти фізичного виховання спеціалістів торгового флоту. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., Переяслав-Хмельницький, 28 вересня 2019 р. Вип. 51, С. 248-251.

11. Гузар В.М. Компетентнісний підхід у фізичному вихованні як ефективний шлях зміцнення здоров'я курсантів. *Медико-біологічні проблеми фізичного виховання різних груп населення, ергоterapiї, інклюзивної та спеціальної освіти*: матеріали IV Всеукр.наук.-практ. конф., Луцьк, 2019, С. 40-42.

12. Strykalenko, Ye.A., Huzar, V.M., & Shalar, O.H. (2016). The problem of injuries in kyokushin karate. *Health, sport, rehabilitation*, 4, 73-77.

ОЦІНКА АДЕКВАТНОСТІ ПОВЕДІНКОВИХ РЕАКЦІЙ СУДНОВОДІЯ У РІЗНОМАНІТНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Іваненко В.М., Федунів В.М., Чебан В.І.

Дунайський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

(Україна)

Вступ. Хоча епідемія коронавірусу й вплинула на інтенсивність господарської діяльності у всьому світі, але не змогла зупинити перевезення вантажів та пасажирів морськими шляхами. Разом з тим неприпустимо високим залишається рівень аварійності. Основним фактором аварій на морі, які можуть перерости в надзвичайні ситуації, є порушення в сфері безпеки судноплавства. Так, незначна аварія контейнеровозу у Суецькому каналі стала причиною виникнення надзвичайної ситуації. Такі надзвичайні ситуації часто несуть багатомільйонні, а іноді й багатомільярдні збитки, впливають на всю світову економіку та екологію. А ліквідація їх наслідків забирає багато часу та фінансових збитків. На кожній робочій сесії Комітету з безпеки на морі Міжнародної морської організації розглядаються питання, які стосуються людського фактору.

Більшість порушень призводять до навігаційних аварій, основною причиною більшості яких є помилки судноводія. Отже, в ергатичній системі “судноводій – судно – середовище” слабкою ланкою є людина. Саме людський елемент даної ергатичної системи найчастіше визначає ризик виникнення надзвичайної ситуації на морських суднах. Тому, для зниження ризику виникнення надзвичайної ситуації необхідно мінімізувати негативний вплив людського елемента на навігаційну безпеку судна.

Задачею дослідження є вдосконалення методики оцінювання адекватності поведінкових реакцій судноводія у різноманітних навігаційних ситуаціях під час несення вахти.

Поведінкою людини назвемо спрямовані особисто або соціально значущі дії, джерелом яких є сама людина, та відповідальність, яка покладається на нього. Поведінку слід відрізнити від реакції організму. Але, розглядаючи різноманітні реакції судноводія при несення вахти, особливу увагу приділимо реакції на подразнюючі фактори, які мають явні зовнішні прояви. Саме такі реакції організму людини називатимемо поведінковими.

Корельованість поведінки людини, поведінкових реакцій та стресостійкості фактично можуть вважатися оцінкою людського фактора в певній ситуації. Виходячи з цього, характер поведінкових реакцій судноводія при несення вахти може бути прийнятий за певний індикатор можливої поведінки людини та використовуватися для оцінки ймовірності негативних наслідків цієї поведінки.

Наявність та характер реакцій вахтенного помічника дозволяють виявити здібності приймати ним адекватні ситуації рішення та забезпечувати навігаційну безпеку руху судна. Адекватністю вважатимемо відповідність поведінкових реакцій судноводія конкретної навігаційної ситуації з певним рівнем складності.

Повна відсутність будь-яких поведінкових реакцій (повна толерантність) судноводія у важких навігаційних ситуаціях свідчить про його нездатність з багатьох альтернатив рішень вибрати раціональне. Отже, проста оцінка поведінкових реакцій судноводія відображає вплив людського фактора на навігаційну безпеку плавання судна не для всіх навігаційних ситуацій.

Результати дослідження. Відомо багато інструментальних методів оцінювання діяльності людини, які дозволяють характеризувати функціональний стан організму, оцінити функціональний стан мозку та психічний стан. Аналіз даних методів для оцінки характеристик стану людини свідчить про необхідність залучення значних людських,

технічних та часових ресурсів. Але ж описані методи ускладнені для використання при оперативній оцінці людського фактора в умовах повністю функціонального навігаційного тренажера, а у реальних умовах плавання їх застосування є практично неможливим. Таким чином, для оцінювання адекватності поведінкових реакцій судноводія при несенні вахти необхідна проста методика, заснована на візуальному спостереженні з мінімальними залученням сторонніх ресурсів.

Для оцінки поведінкових реакцій судноводія під час його роботи в умовах повнофункціонального навігаційного тренажера пропонується використовувати адаптовані критерії умовних оцінок зовнішніх проявів емоцій у міміці, скруті, треморі, вазомоторних реакцій за п'ятибальною шкалою.

Для оцінки поведінкових реакцій судноводія в різних навігаційних ситуаціях на повнофункціональному навігаційному тренажері збирається статистика шляхом проведення однорідних експериментів. У цих експериментах незалежною змінною є ранг складності навігаційної ситуації, незалежною константою – рівень стресостійкості судноводія, залежною змінною – зовнішній прояв емоцій. Метою кожного дослідження є оцінка зовнішніх емоційних проявів судноводія з відомим рівнем стресостійкості у процесі виконання ним завдань у різних навігаційних ситуаціях.

Першим кроком експерименту є встановлення вимог до експериментаторів та дослідних (судноводіїв), використаних матеріалів та обладнання, процедури проведення експерименту.

Експериментаторами є: безпосередньо інструктор тренажера, який відповідає за правильну постановку завдань та оцінює виконання завдань дослідним, і реєстратор, який фіксує в протоколі будь-які зміни в поведінці дослідного.

Дослідним є судноводій, який має теоретичні та практичні знання, фізичне та психічне здоров'я, робочий диплом та досвід несення навігаційної ходової вахти не менше п'яти років. До початку або після закінчення експерименту за допомогою спеціального тесту визначається рівень стресостійкості судноводія.

Матеріалом вважається завдання, яке необхідно вирішити дослідному на повнофункціональному навігаційному тренажері. Завдання формулюється таким чином: забезпечення безпечної електропроводки судна на заданому курсі в різних навігаційних ситуаціях. На початку виконання завдання інструктор задає умови плавання, що відповідають навігаційній ситуації першого або другого рангу складності. Через три хвилини ранг складності навігаційної ситуації збільшується на одиницю. Кожні наступні три хвилини навігаційна ситуація змінюється аналогічно, поки ранг навігаційної ситуації не стане дорівнювати дев'яти (останній етап виконання завдання). В окремо взятому експерименті варіацію рангів складності навігаційної ситуації для спрощення завдання може бути змінена.

Обладнанням в експерименті є безпосередньо повнофункціональний навігаційний тренажер та засоби відеореєстрації.

Процедура проведення експерименту полягає в наступному.

Попередньо формується конкретний покроковий план виконання завдання із зазначенням оперативного часу зміни умов плавання. Засоби відеореєстрації встановлюються таким чином, щоб ракурс задовольняв цілям експерименту.

Далі інструктується дослідний, вносяться необхідні первинні дані вводиться до протоколу експерименту. Інструкція не відрізняється від звичайної, яка проводиться інструктором перед заняттями на тренажері без експерименту, але дослідний попереджається, що його дії та поведінка будуть записані на відеокамеру та в подальшому аналізуватися та оцінюватися. Крім двох експериментаторів та дослідного, знаходження інших осіб в приміщенні тренажера не бажано.

Безпосередньо під час експерименту інструктор виконує свої звичайні обов'язки, а реєстратор з використанням умовних оцінок вимірює зовнішні прояви емоцій у дослідного. Особливу увагу слід приділити тим проявам, ідентифікація яких на відеозаписі представляє деякі труднощі. Результати вимірювань (тобто поява будь-яких емоцій) реєстратор поміщає в таблицю візуальних вимірювань протоколу.

По закінченню експерименту інструктор оцінює дії дослідного за п'ятибальною системою за критерієм забезпечення безпеки плавання для кожного етапу завдання та за бажанням у вільній формі відображає свою думку в протоколі. Протокол експерименту містить такі розділи:

- ідентифікаційні дані дослідного; в обов'язковому порядку вказують досвід роботи дослідного та рівень його стресостійкості;
- ідентифікаційні дані інструктора та реєстратора;
- обладнання;
- дата, час початку та кінець експерименту, його фактична тривалість;
- зміст завдання в табличній формі із зазначенням запланованого та фактичного оперативного часу моментів переходу з однієї навігаційної ситуації до іншої;
- таблиця візуальних вимірювань;
- оцінка інструктора;
- лист коментарів від інструктора;
- аркуш розшифрування відеозапису;
- таблиця розшифрування відеозапису (також за формою таблиці 2);
- об'єднана таблиця вимірювань та оцінок.

Після закінчення експерименту, заповнення таблиці візуальних вимірювань, оцінювання дій дослідного інструктором потрібно розшифрувати відеозапис. До аркушу розшифрування вноситься детальний лінгвістичний опис емоційних проявів дослідного у процесі виконання завдання.

Далі таблиця візуальних вимірювань та таблиця розшифровки відеозапису об'єднуються, при цьому замість оперативного часу вказується ранг навігаційної ситуації.

Оцінка поведінкових реакцій визначається для навігаційних ситуацій кожного рангу складності як найменша з умовних оцінок емоційних проявів дослідного при виконанні ним завдань в умовах відповідної навігаційної ситуації.

Для рангів складності навігаційних ситуацій від 1 до 7 адекватність поведінкових реакцій вона визначається найменшою з двох оцінок – поведінкових реакцій та виставленої інструктором.

Для рангів складності навігаційних ситуацій від 8 до 10 (критично важкі та складні навігаційні ситуації) оцінка адекватності поведінкових реакцій дослідного визначається з урахуванням впливу гіперстійкості судноводія на його діяльність у складних ситуаціях.

Таким чином, останній рядок об'єднаної таблиці вимірювань та оцінок буде представляти собою кінцевий підсумок експерименту.

Висновки. Розроблена методика дозволяє не тільки прогнозувати вплив людського фактора на навігаційну безпеку судна та ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій при судноводінні. Для управління ризиком виникнення надзвичайних ситуацій на морі необхідно сформулювати набір різних технічних, організаційних та освітніх заходів, спрямованих на мінімізацію цього впливу.

Для точкової оцінки людського фактора пропонується використовувати стресостійкість судноводія, який є основним детермінантом впливу людського фактора на навігаційну безпеку судна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Марищук В.Л. Психодиагностика в спорте : учеб. пособие для вузов. М. : Просвещение, 2005. 349 с.
2. Туркин В.А. Учёт психофизиологических свойств человека при оценке вероятности возникновения происшествий. *Морской флот*. 2002. № 1. С. 18-19.
3. Вагущенко Л.Л. Современные информационные технологии в судовождении / Л.Л. Вагущенко. – Одесса: Одесская Национальная Морская Академия, 2013. – 134 с.
4. Ермаков С.В. Анализ системы «судоводитель в ситуации». / С.В. Ермаков // Вестник МГТУ. 2013. Том 16. № 4. С. 699-703.
5. Ермаков С.В. Психологическая устойчивость судоводителя как основная детерминанта влияния человеческого фактора на навигационную безопасность судна. *Безопасность жизнедеятельности*. 2013. № 5. С. 14-19.
6. Незавитина Т.С. Стрессоустойчивость в системе психофизиологического отбора профотбора судоводителей / Т.С. Незавитина, Т.В. Демидова, Л.М. Шафран // Украинский медицинский альманах. – 2008. – т. 11. – № 1 (додаток). – С. 190-193.
7. Bell, J. Review of human reliability assessment methods / J. Bell, J. Holroyd // Health and Safety Laboratory, United Kingdom, 2009. – 198 p.
8. Hetherington, C. Safety in shipping: The human element / C. Hetherington, R. Flin, K. Mearns // Journal of Safety Research. – 2006. – №37(4). – p. 401- 411.

IRIDIUM В КОНТЕКСТІ ДИНАМІЧНОГО РОЗВИТКУ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ GMDSS НА ОСНОВІ СИСТЕМ ОХВАТУ

*Круглий Д.Г., Анпазов Е.С., Бушуєв П.І.
Херсонська державна морська академія
(Україна)*

Вступ. Радіозв'язок – область радіоелектроніки, що динамічно розвивається, безперервно включаючи в себе новітні досягнення в області обчислювальної техніки, схемотехніки, мікроелектроніки, кодування інформації методів перешкодозахисного прийому, засобів відображення прийнятої інформації та ін. Розвиток системи направлено на підвищення її надійності та спрощення інтерфейсу, щоб дозволити екіпажу вирішувати проблеми виживання самотужки без сторонньої допомоги, підвищити безпеку мореплавання і гарантувати безпеку людського життя на морі (1).

Актуальність досліджень. Глобальна морська система зв'язку при лиху була створена 1 лютого 1999 року. Світовий океан був розбитий на морські райони А-1, А-2, А-3, А-4, прописані вимоги до радіоморського обладнання в залежності від району плавання. В системі GMDSS використовуються три системи зв'язку: супутникові системи INMARSAT, Cospas-Sarsat і система зв'язку морської рухомої служби в УКХ, ПХ, КХ-діапазонах. У випадках лиха передбачена передача сигналу тривоги щонайменше двома різними способами, аби гарантувати в найкоротші терміни обов'язкове сповіщення координаційно-рятувальних центрів про те, що сталося лихо і необхідно надати оперативну допомогу екіпажу (2).

Під час проведення занять в лабораторії «Глобальний морський зв'язок для пошуку та рятування» на тренажері ГМЗЛБ розглядається обладнання різних поколінь, що можуть бути використовувані на судах, оскільки робота з ним може суттєво відрізнитися. І вже сьогодні необхідно впроваджувати в освітній процес роботу з обладнанням, що буде використовуватися на судах в подальшому. Спираючись на рішення та нормативні документи стосовно Глобальної системи морського зв'язку для пошуку та рятування, розробляються матеріали для вивчення обладнання ГМЗЛБ системи IRIDIUM.

Постановка задачі. Складовою частиною Глобальної морської системи зв'язку при лиху і для забезпечення безпеки є всесвітня служба навігаційних попереджень, яка забезпечує передачу повідомлень про зміну навігаційної обстановки і режиму плавання у водах Світового океану. Весь Світовий океан поділений на 21 морської географічний район, в кожному з яких районний координатор (зазвичай країна), відповідальний за збір та координацію навігаційної, гідрометеорологічної інформації і оголошення попереджень NAVAREA і METAREA в відведеному йому районі. Однак, в морському районі А-4 радіозв'язок наявними засобами не забезпечується на необхідному рівні. Інформація з безпеки, надається через супутники INMARSAT, зона дії яких обмежується 76⁰ північній/південної широти. Причини, обумовлені близькістю до магнітного полюса, особливими умовами пі час полярної ночі і інтенсивним впливом північного сяйва, призводять до загасання радіосигналу, що відображається на можливості передачі інформації в ПХ, КХ-діапазонах. В той же час дальність передачі ланцюжків NAVTEX обмежені 400-500 милями. Тобто деякий час і за несприятливих погодних умов судно може лишитися без зв'язку в небезпечних районах.

Результати досліджень. Можливість забезпечення постійної радіозв'язку в зазначеному районі з'явилася після впровадження в систему ГМЗЛБ низькоорбітального супутникового зв'язку IRIDIUM.



Рисунок 1 – Сузір'я IRIDIUM

Основними компонентами рухомого супутникового системи IRIDIUM є:

1. Космічний сегмент, що включає 66 основних і 6 резервних космічних апаратів, рівномірно розташованих на 6 приполярних кругових орбітах (по 11 робочих і 1 резервному на кожній) на висоті 780 км., з нахилом $86,4^{\circ}$. (3). Період обертання супутників – 100 мін. 28 с. Кожен з допомогою трьох фазованих решіток формує для абонентських засобів зв'язку в діапазонах 1616-1626,6 мГц і 48 парціональних променів. Кожен космічний апарат має зону покриття Землі близько $19 \cdot 10^6$ км², кожен парціонального промінь відповідно покриває $40 \cdot 10^3$ км. Кожен супутник має чотири антени зв'язку з наземними станціями стеження, які здатні одночасно обслуговувати до чотирьох наземних станцій сполучення. Унікальним елементом супутникового угруповання є наявність міжсупутникових радіозв'язків, що забезпечують передачу інформації з кожного супутника на чотири сусідніх, аби дозволити абоненту безперервно перебувати на зв'язку, незалежно від місця розташування. Такий підхід дає можливість зменшити загальне число станцій сполучення, позбутися багаторазових стрибків «Земля-космос» і змінювати маршрут зв'язку, минаючи проблемні станції сполучення або супутники. (4).

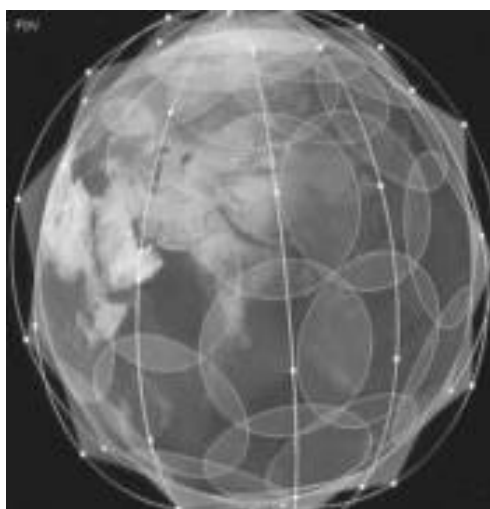


Рисунок 2 – Глобальне покриття з перекриттям супутникових променів

2. Наземний сегмент, що складається з супутникових телепортів для передачі телефонії і даних між шлюзами і угрупованням супутників або забезпечують підключення до наземних мереж для передачі телефонії і даних.

3. Рухомі земні станції, що складаються з супутникового модему (суднова земна станція і зовнішня антена).

У 2013 році в комітет з безпеки на морі ІМО було подано заяву для оцінки мобільного супутникового системи IRIDIUM відповідно до вимог ІМО щодо надання систем мобільного супутникового зв'язку ГМЗЛБ, описаних в резолюції A1001(25). Було зроблено звернення до міжнародної організації рухомого супутникового зв'язку з проханням провести технічну і операційну оцінку можливостей системи IRIDIUM.

IRIDIUM успішно продемонстрував відповідність вимогам ІМО. У 2018 році MSC прийняв рішення MSC451(99), заявивши про визнання послуг морської рухомої супутникової зв'язку, що надаються IRIDIUM Satellite LLS, для використання в системі ГМЗЛБ.

Був розроблений асортимент суднового устаткування, що відповідає вимогам ГМЗЛБ і стандартам ІМО для суднових земних станцій, що містяться в резолюції MSC434(98), та отримав схвалення в 2019 році.

Операції зв'язку ГМЗЛБ також залежать від оперативного статусу берегових властей, які після експлуатаційних випробувань перейшли до повного функціонування системи в 2020 році.

Висновки. Розвиток системи радіозв'язку ГМЗЛБ передбачає включення сучасних засобів зв'язку з більшою пропускну здатністю, захищеністю від перешкод, надійністю, автоматизацією і простотою при використанні. Супутникові системи, що входять до ГМЗЛБ, набувають домінуюче значення і дозволяють приймати рятувально-координаційним центрам оповіщення про лихо в реальному часі, при цьому, повідомлення містить найбільш точну інформацію про координати лиха, коректну іншу інформацію, що дозволяє найбільш швидко і ефективно провести рятувальну операцію. Для підвищення конкурентоспроможності здобувачів вищої освіти як майбутніх спеціалістів, необхідно надати можливість підготуватися до роботи на обладнанні різних поколінь, включаючи таке, що буде впроваджене на суднах найближчими роками.

ЛІТЕРАТУРА

1. GMDSS manual. IMO. London, 2015. 700 с.
2. SOLAS International Convention for the Safety of Life at Sea. IMO. London, 2015. 910 с.
3. Admiralty List of Radio Signals. Vol. 5 NP25: Global Maritime Distress And Safety System, 2019/20 Edition. UK: Hydrographic Office, 2020. 512 с.
4. Admiralty List of Radio Signals. Vol. 5 NP25: Global Maritime Distress And Safety System, 2020/21 Edition. UK: Hydrographic Office, 2021. 518 с.

TAKING INTO ACCOUNT THE SLAMMING DURING AUTOMATIC SAFE SAILING IN A STORM

Mateichuk V.M., Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Mamenko P.P., Artemenko A.G.
Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

Introduction. In waves, the vessel is subject to rolling, flooding and splashing of decks and bridge, strong dynamic loads on the hull. At the same time, speed decreases, controllability deteriorates, and icing is possible in areas with low temperatures.

Slamming – the phenomenon of the hitting of the bottom of the bow of the hull on the water during the rolling process when the vessel is moving on oncoming waves. The shock is accompanied by shuddering of the body due to a sudden increase in the load on the bottom and slowly damped vibration. There is still undamped vibration caused by the excitation of bending vibrations of the body under the influence of periodically changing hydrodynamic pressures on counterpropagating waves. The appearance of slamming depends on the size of the vessel, bow draft, hull shape, sea state, course and speed of the vessel. The peculiarities of slamming as a physical phenomenon are determined mainly by the joint fulfillment of two conditions: exposure of the bottom and its entry into the water with a sufficiently high vertical velocity relative to the water [1].

Slamming is certainly preceded by the exposure of the bottom, which occurs most often when meeting with waves close in length to the ship. Hydrodynamic shocks on the bottom and general vibration of the hull can be the reasons for violations of the local and general strength of the vessel. Damage usually develops slowly in the form of accumulation of plastic deformation of the skin and hull kit elements. The external manifestation of the blows is the formation of powerful splashes of water along the side at the stem, falling onto the deck in the form of jet-spray streams. Hull hits during slamming carry an emotional burden on the crew.

The movement of a vessel in storm can be accompanied by additional problems, one of which is flooding – the reception of large masses of water on the deck. When analyzing seaworthiness, it is usually considered that a vessel is flooded with a headwind through the forward. Such flooding is considered strong when the length of the bow of the vessel covered with water is $0.15L$ or more. If waves reach the deck line at any point along the length of the vessel and only a few of them exceed it, the flooding is considered moderate. There is no flooding when no water enters the deck.

Stormy weather entails psycho-emotional stress among ship operators and accumulated fatigue of the entire crew, which is a prerequisite for accidents. The best solution in this case is the development of automatic control modules [2-12].

The relevance of research. Taking into account the phenomenon of slamming allows to safely navigate the vessel in a storm automatically.

Problem formulation. It is necessary to develop a module of the vessel automatic control system, which would ensure the avoiding phenomena of slamming while sailing in a storm in automatic mode.

Research results. Slamming appears with strong excitement from the bow heading angles, when:

- draft of the bow is less than 0.04-0.05 of the length of the vessel;
- the conditional period of waving is close to the period of the ship's own pitching;
- the steepness of the wave is at least 1:30;
- the bottom entry into the water occurs at a vertical speed exceeding $\frac{3}{4}(\sqrt{L}), m/s$.

The main condition for slamming is the fulfillment of the inequality:

$$0,7 \leq \frac{T_L}{\tau(n)} \leq 1,3 \quad (1)$$

where $\tau(n)$ - conditional period of waves, T_L - ship's own pitching.

Conditional period of waves $\tau(n)$ depends on the wave length λ , vessel speed $V(n)$ and the course angle of the wave $q(n)$ - the angle between the waves direction and the vessel diametrical plane:

$$\tau(n) = \frac{\lambda}{1.25\sqrt{\lambda} + 0.514V(n)\cos q(n)} \quad (2)$$

Inequality (1) determine additional resonance zone Ω for the slamming. The task of avoiding phenomena of slamming while sailing in a storm in automatic mode is to create such conditions for the movement of the vessel, under which inequalities (1) is not fulfilled.

To determine the resonance zone Ω , from inequalities (1), taking into account (2), we find:

$$e \cos q \geq \frac{1}{V_{\max}} (1,42 \frac{\lambda}{T_L} - 2,31\sqrt{\lambda}) \quad (3)$$

$$e \cos q \leq \frac{1}{V_{\max}} (2,64 \frac{\lambda}{T_L} - 2,31\sqrt{\lambda}) \quad (4)$$

Fig. 1 shows the range of the vessel maximum speed, the resonant zone Ω (shaded) for wave length $\lambda = 120m$.

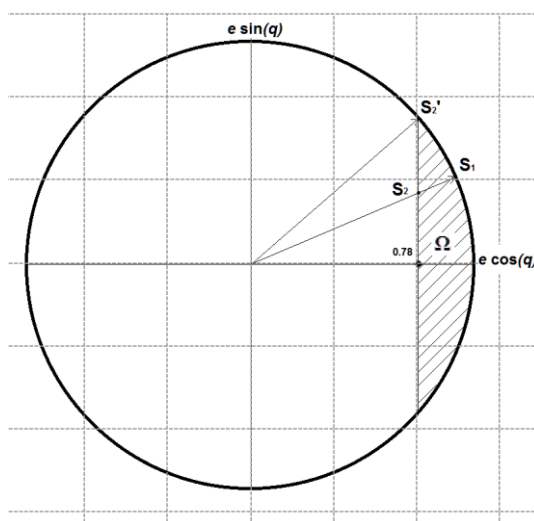


Figure 1 – The range of the vessel maximum speed, resonant (shaded) zone

The operability and efficiency of the method, algorithmic and software are tested at the Imitation Modeling Stand. In experiment the initial course (S_1) was 25° and initial speed was full ahead (20,5 knots). After the beginning of slamming effect, module of the vessel automatic control system calculates safe parameters of movement (speed and course) and execute control changes. Speed was decreased from S_1 to S_2 . Also possible to execute safe changing by saving maximum speed and alternate course to S_2' (38°).

Conclusions. The issues of the vessel automatic control in order to minimize slamming effect are considered. Avoiding the worst conditions or adapting the ship speed and course has a large effect on the actual extremes. The method, algorithmic and software of the vessel automatic movement control system module was development. Using this module allows to

avoid of dangerous effect on the vessel of slamming. The efficiency and effectiveness of the module was tested on the Imitation Modeling Stand.

REFERENCES

1. Kapsenberg G. K. (2011). Slamming of ships: where are we now? *Phil. Trans. R. Soc. A*. 369:2892–2919. <https://doi.org/10.1098/rsta.2011.0118>.
2. Zinchenko, S.M., Nosov P.S., Mateychuk, V.M., Mamenko, P.P. & Grosheva, O.O. (2019). Automatic Collision Avoidance with multiple targets, including maneuvering ones. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, № 4, pp. 211-221. DOI 10.15588/1607-3274-2019-4-20
3. Mamenko P.P., Zinchenko S.N., Kobets V.M, Nosov P.S, Popovych I.S. (2021) Solution of the Problem of Optimizing Route with Using the Risk Criterion [Text] // In: Babichev S., Lytvynenko V. (eds) *Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 77. P. 252-265, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82014-5_17.
4. Zinchenko S., Ben A., Nosov P., Popovych I., Mateichuk V., Grosheva O. The vessel movement optimisation with excessive control // *Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics*, 2020. - № 3(99). P. 86-96. DOI: 10.31489/2020Ph3/86-96
5. Zinchenko S.M., Ben A.P., Nosov P.S., Mamenko P.P., Mateichuk V.M. Improving the accuracy and reability of automatic vessel moution control system // *Materials of the XII International Scientific and Practical Conference "Advanced Information and Innovative Technologies for Transport (MINTT - 2020)*, May 27-29, 2020, Kherson p. 54-58.
6. Zinchenko S., Moiseienko V., Tovstokoryi O., Nosov P., Popovych I. (2021) Automatic Beam Aiming of the Laser Optical Reference System at the Center of Reflector to Improve the Accuracy and Reliability of Dynamic Positioning. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) *Advances in Computer Science for Engineering and Education IV. ICCSEEA 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 83. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80472-5_1.
7. Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Nosov, Popovych I.S., Kobets V., Abramov G. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // *CEUR Workshop Proceedings*, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>
8. Zinchenko, S.M., Nosov, P.S., Mateichuk, V.M., Mamenko, P.P., Popovych, I.S. & Grosheva, O.O. (2019). Automatic collision avoidance system with multiple targets, including maneuvering ones. *Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics*, № 4(96), pp. 69-79. DOI: 10.31489/2019Ph4/69-79
9. Zinchenko, S.M., Mateichuk, V.M., Nosov, P.S., Popovych I.S. & Appazov, E.S. (2020). Improving the accuracy of automatic control with mathematical meter model in on-board controller. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, pp. 197-207. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-4-19>
10. Zinchenko, S., Tovstokoryi, O., Nosov, P., Popovych, I., Kobets, V. & Abramov, G. (2020). Mathematical support of the vessel information and risk control systems. *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2805, pp. 335-354. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>
11. Zinchenko, S., Ben, A., Nosov, P., Popovich, I., Mamenko, P. & Mateychuk, V. (2020). Improving the Accuracy and Reliability of Automatic Vessel Motion Control Systems. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, № 2, pp. 183-195. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-2-19>
12. Zinchenko, S.M., Mamenko, P.P., Grosheva, O.O., Mateichuk, V.M. (2019). Automatic control of the vessel's movement under external conditions. *Науковий вісник ХДМА*, №2(21), s.10-15. DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.010-015

БАЗОВІ АСПЕКТИ СТІЙКОСТІ НАВІГАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ СУЧАСНОГО МОРСЬКОГО СУДНА

Плотніков В.І., Макарчук Д.В.

*Херсонська державна морська академія
(Україна)*

Вступ. Під навігаційним комплексом розуміють сукупність суднових засобів вимірювальної техніки та обчислювачів, що дозволяють визначати місце розташування і швидкість судна відносно Землі. Жоден з існуючих навігаційних вимірювачів не може повністю вирішити ці завдання, так як кожен з них окремо не забезпечує необхідної точності, перешкодозахищеності або надійності.

Завдання, які вирішуються навігаційним комплексом, різноманітні. Серед них однією з найважливіших є числення шляху, що забезпечує безперервне вимірювання координати об'єкта. Основним недоліком систем числення є погіршення точності визначення координат зі збільшенням часу роботи. Тому для отримання необхідної точності зчислені координати необхідно безперервно або періодично коригувати на підставі інформації, що надходить від радіотехнічних вимірювачів, тобто здійснювати комплексну обробку даних.

Актуальність досліджень. У навігаційних комплексах з більш високим ступенем інтеграції обладнання використовуються зворотні зв'язки. За рахунок цих зв'язків забезпечуються найвища ступінь надійності. Так як системи, що входять в навігаційний комплекс, визначають навігаційні параметри у власній системі координат, в алгоритмах навігаційного обчислювального пристрою передбачена процедура перерахунку даних цих систем в основну систему координат, в якій здійснюється числення шляху [1].

Навігаційний комплекс, включає в себе також систему автоматичного керування судном і систему індикації й відображення навігаційної інформації. НК призначений для навігації і керування судном на всіх етапах рейсу. У коло завдань, що вирішуються НК, крім безперервного визначення координат місця розташування судна, числення шляху і його корекції входять програмування маршруту рейсу, видача інформації систем відображення і індикації, автоматичний контроль справності пристроїв і систем НК.

На рисунку нижче приведена структурна схема типового інтегрованого навігаційного комплексу, призначеного для автоматизації судноводіння і запобігання зіткнень. Числення шляху в цьому комплексі здійснюється за даними лага і гірокомпас. Як систем корекції координат місця розташування використовується глобальна навігаційна супутникова система ГНСС «GPS», а також ручна корекція виконується штурманом.

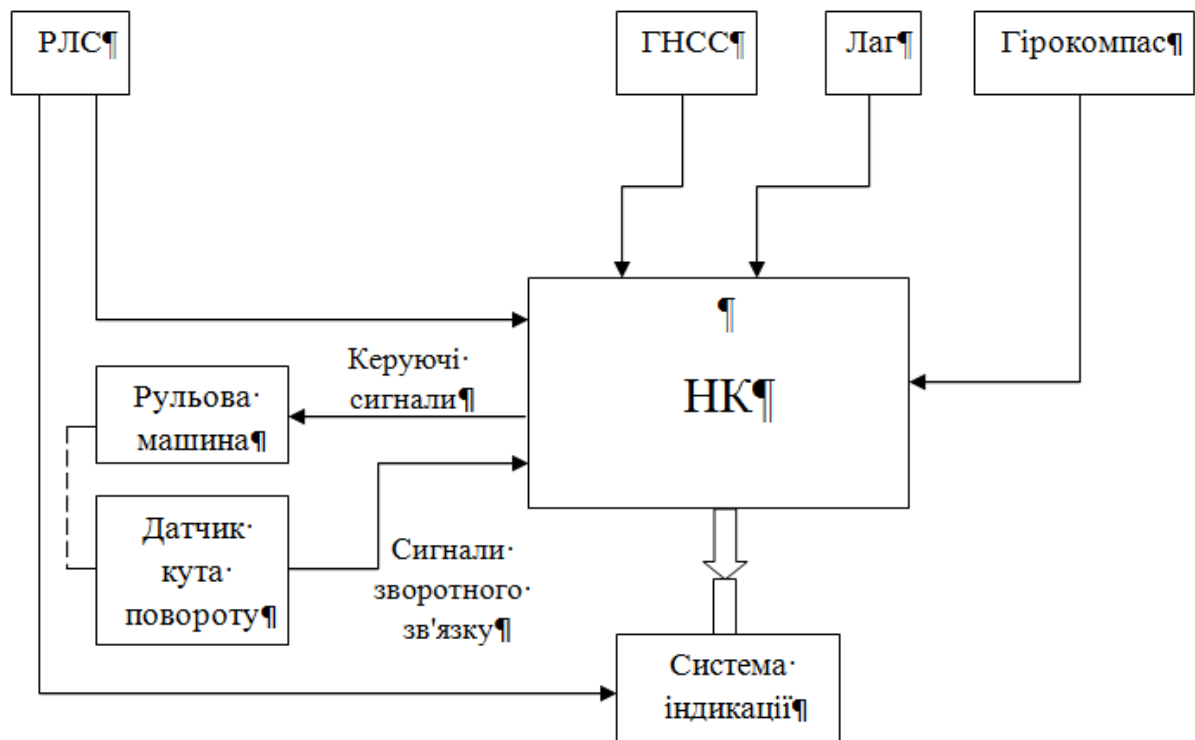


Рисунок 1 – Структурна схема інтегрованого навігаційного комплексу сучасного морського судна

В судновій НК реалізуються відповідні алгоритми перетворення координат і комплексної обробки інформації всіх навігаційних датчиків, а також виробляються необхідні сигнали для систем автоматичного управління рухом судна і системи індикації й відображення обстановки в районі плавання. У систему індикації вводиться і радіолокаційне зображення, отримане на судновій РЛС.

Навігаційне обладнання суден – це багатокомпонентна електронна система водного транспортного засобу, встановлена з метою обчислення оптимального маршруту руху [2]. За точність обчислення і виконання навігаційних розрахунків відповідальний судновий навігаційний комплекс, що складається з:

- Суднових технічних засобів навігації;
- Суднового устаткування для завдань управління маневрами судна.

Навігаційне обладнання суден – це, як вже було сказано, багатокомпонентна система, тому виділяють наступні її підсистеми:

- Суднові навігаційні системи;
- Гіроскопічні суднові навігаційні пристрої;
- Суднові навігаційні пристрої для визначення координат судна;
- Суднові лаги;
- Магнітні суднові компаси;
- Суднові навігаційні інструменти.

Постановка задачі. Під стійкістю функціонування розуміють збереження деякої властивості процесу функціонування по відношенню до збурень чи невизначеності деяких параметрів системи або її математичної моделі. При цьому необхідно обов'язково визначити припустимий клас збурень. На сьогоднішній день існує доволі багато визначень поняття «стійкості», які, зазвичай, залежні від предметної області їх застосування.

Особливу складність викликає визначення стійкості для складних технічних об'єктів та їх систем управління.

Під показником надійності зазвичай розуміють величину або сукупність величин, що характеризують якісно або кількісно ступінь пристосованості систем до виконання поставленого завдання при застосуванні за призначенням [3]. Розглядають в залежності від мети дослідження якісні, порядкові і кількісні показники надійності.

Якісні показники надійності не беруться у вигляді числа і не дозволяють обґрунтувати перевагу одного об'єкта перед конкуруючим. Вони дають можливість відрізнити один об'єкт від іншого, але не дозволяють порівнювати їх за ступенем виконання основних функцій. Застосування тільки якісних показників обмежує можливість застосування методів теорії надійності.

Порядкові показники надійності дозволяють обґрунтувати перевагу одного з варіантів системи при їх порівнянні без кількісної оцінки ступеня переваги. Вони дають можливість розташувати в ряд по мірі зростання надійності досліджувані варіанти систем, але не дозволяють оцінити, на яку величину відрізняються досягнуті рівні розглянутих варіантів.

Кількісні показники надійності містять інформацію, що забезпечує оцінку переваги одного варіанта системи перед іншим, і висловлюють надійність у вигляді числа. Кількісні показники отримують шляхом обробки результатів спостережень за роботою при використанні об'єктів за призначенням або в ході їх спеціальних випробувань. Вони можуть бути отримані також розрахунковим шляхом або при моделюванні процесу функціонування об'єктів. Кількісні показники надійності є основними показниками надійності, узагальнюючими найбільш цінну інформацію про ступінь пристосованості об'єкта до застосування за призначенням. Державний стандарт під показником надійності розуміє тільки кількісну характеристику одного або декількох властивостей, складових надійності.

Показники безвідмовності. Імовірність безвідмовної роботи – імовірність того, що в межах заданої напрацювання відмова об'єкта не виникне. Гамма-процентна напрацювання до відмови – напрацювання, протягом якої відмова об'єкта не виникне з імовірністю γ , вираженою у відсотках. Всі гамма-процентні показники за змістом є квантиль відповідних розподілів.

Результати досліджень. Для показників безвідмовності величину γ задають наступними значеннями: 90; 95; 99; 99,5% і т.д. Імовірність виникнення відмови на відрізьку $[0; t]$ становитиме 0,10; 0,05; 0,01; 0,005 і т.д. Для того щоб критичні відмови об'єктів в експлуатації були малоімовірні, значення γ для таких відмов повинні задаватися близькими до 100%. Нагадаємо, що критичність відмови характеризується ознаками, визначальними наслідки відмови. Це можуть бути величини прямих або непрямих втрат, пов'язаних з настанням відмови, або трудомісткості відновлення об'єкта після відмови. Такі ознаки узгоджуються між виробником і замовником і наводяться в нормативно-технічній документації.

Середнє напрацювання до відмови – математичне очікування напрацювання об'єкта до першої відмови. Середнє напрацювання на відмову – відношення сумарного напрацювання відновлюваного об'єкта до математичного сподівання числа його відмов протягом цього напрацювання. Це показник введений для відновлюваних об'єктів, при експлуатації яких допускаються багаторазово повторювані відмови, які не викликають серйозних наслідків і не потребують великих матеріальних витрат на відновлення працездатності. На осі часу моменти відмов утворюють потік відмов, а моменти відновлень – потік відновлень. Параметр потоку відмов – відношення математичного очікування числа відмов відновлюваного об'єкта за досить малу його доробок до значення цієї напрацювання.

Висновки. В даній роботі для формалізації опису властивості функціональної стійкості НК сформульовано поняття вектора якості реалізації виконуваних НК функцій з урахуванням стану доступних навігаційних полів і використовуваних систем рухомого радіозв'язку. Показано, що процес забезпечення функціональної стійкості НК зводиться до підтримки поточного вектора якості виконання функцій НК в необхідних інтервалах в заданий період часу. Для здійснення такого процесу в складі ПК необхідні спеціальні засоби і механізми реконфігурації і реорганізації ресурсів системи, що забезпечують в умовах деструктивних впливів необхідний рівень якості реалізації функцій НК.

ЛІТЕРАТУРА

1. Радіотехнічні системи : підручник для вузів за спеціальністю «Радіотехніка» / Ю. П. Гришин, В. П. Іпатов, Ю. М. Казаринов та ін. ; за заг. ред. Ю. М. Казарінова. Москва : Вища. шк., 1990. 496 с.
2. Суднове навігаційне обладнання систем : веб-сайт. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/sudovoe-oborudovanie/141912-sudovoe-navigatsionnoe-oborudovanie/> (дата звернення 02.10.2021)
3. Характеристики надійності складних технічних систем : веб-сайт. URL:<https://studfile.net/preview/4616995/page:2/> (дата звернення 04.10.2021)

MARITIME AUTONOMOUS SYSTEMS ANALYZING FOR PRESENT DAYS

Polishchuk V.O., Kukhtina V.P.
Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

Introduction. At present, some form of human error causes about 75-96% of marine casualties, at least in part. Studies have shown that human error contributes to: 84-88% of tanker accidents, 79% of towing vessel groundings, 89-96% of collisions, 75% of fires and explosions. Developing of technologies for controlling or steering the vessels without human in our days became on one of the first places (Pict. 1, Pict. 2)



Picture 1 – «EVERGREEN 2021»



Picture 2 – «EEMSLIFT HENDRIKA 2021»

Problem formulation. Reality check. Having studied the materials depend on conditions of last two years, we can highlight: zero emission targets and customer demands for emission standards - which affects on industry. Ageing fleets and retrofitting neither financially viable nor technically worthwhile. Improving of novel technologies and Fuel options (e.g. Hydrogen). Post COVID-19 challenges – our new reality.

- «Business is ahead of govts on decarbonization agenda»
Soren Skou CEO A.P. Moller Maersk
- «Time is running out – global emission rules for shipping need to be reached now»
World Economic Forum

That is why Maritime Autonomous Systems (Pict. 3) perform such operational roles: oil & gas and windfarms, marine scientific research (marine survey, oceanography, passive acoustic monitoring, offshore research, deep sea mining, fishing and aquaculture), underwater asset management, commercial operations (maritime transport), defence operations, maritime and border security, communications relay (e. g. SAR) (Pict. 4).



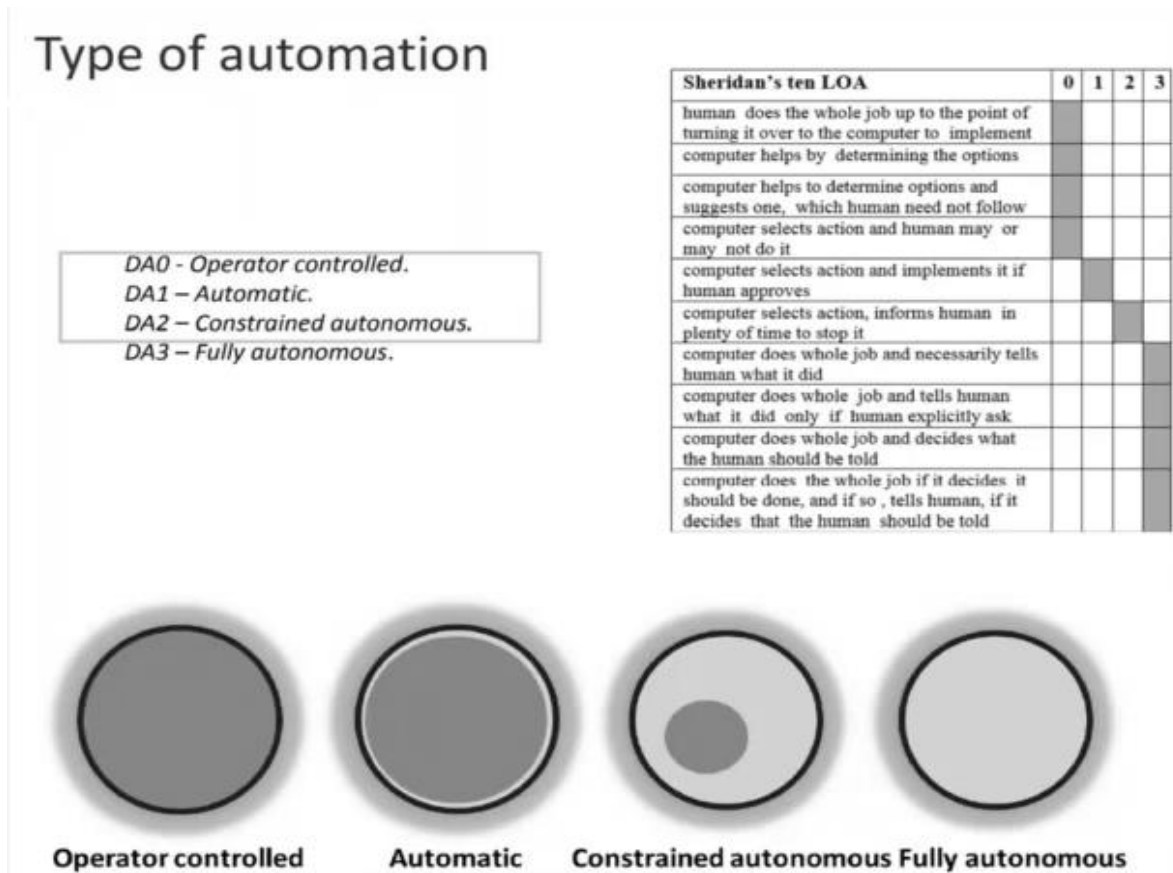
Picture 3 – «Maritime Autonomous Ship Systems»



Picture 4 – «Unmanned aerial vehicle (UAV)»

IMO Scoping exercise 4 levels. Degree one: Ship with automated processes and decision support: Seafarers are on board to operate and control shipboard systems and functions. Some operations may be automated and at times be unsupervised but with seafarers on board ready to take control. Degree two: Remotely controlled ship with seafarers on board: The ship is controlled and operated from another location. Seafarers are available on board to take control and to operate the shipboard systems and functions. Degree three: Remotely controlled ship without seafarers on board: The ship is controlled and operated from another location.

There are no seafarers on board. Degree four: Fully autonomous ship: The operating system of the ship is able to make decisions and determine actions by itself. (Pict. 5)



Picture 5 – «Type of automation»

Phased approach to operations: Crewed Operation Seafarers onboard and in direct control – traditional vessel operation. Ensuring performance of physical vessel systems. Crew «Hands Off» Seafarers onboard as a contingency. Monitoring vessel operation but ship remotely

controlled from another location. Contingency intervention with no delay. Crew «In Vicinity» Seafarers in the vicinity (e.g. on Guard Boat) able to take control in a reasonable timeframe either by boarding or LOS control. Contingency intervention with small delay. Fully Uncrewed No seafarers in the vicinity able to take control. Contingency measures not relying on human intervention onboard/ LOS.

For MASS to be a viable prospect, we must assure what we do is compliant, safe, reliable. Client satisfaction, regulator confidence, cost-efficient.

Conclusions. There will always be a mix of vessels at sea. Safety must always come first. The Maritime Industry has a vital role to demonstrate responsible attitudes. There are sufficient guidelines and relevant standards for the autonomous industry to continue to grow. We must keep autonomy in perspective and not make assumptions, which are not accurate. Humans will always be critical. Industry Codes of MASS and UAV in our days it is pan industry agreement on aspects of development, design, production and operation. Also about best practice, safety and professionalism. Training, conduct and personal responsibility of developers and operators – one of the main targets of maritime autonomous systems. Improving communications within the industry and the wider maritime community – one of the ways for solving problems of present.

LITERATURE

1. MARITIME 2050 Navigating the Future January 2019. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/877610/maritime-2050-exec-summary-document.pdf
2. Maritime Autonomous Surface Ships Industry Conduct Principles & Code of Practice version 4. URL: <https://www.maritimeuk.org/media-centre/publications/maritime-autonomous-surface-ships-industry-conduct-principles-code-practice-v4/>

ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР В АВАРІЙНОСТІ НА МОРІ ТА МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я МОРЯКІВ

Безлуцька О.П., Зінов'єв В.І.
Херсонська державна морська академія
(Україна)

Людський фактор в аварійності морського транспорту є системним, міжпредметним поняттям та безпосередньо пов'язаний з безпекою судноплавства і професійною надійністю моряків. За даними Міжнародної морської організації (ІМО) та Лондонського клубу спільного страхування (P&I club) аварії, що спричинені помилками людини складають 70-75%.

В Циркулярі ІМО MSC 827 під «людським фактором» на морі розуміються ненавмисні або навмисні дії членів екіпажу під час управління технікою та обладнанням як у звичайних експлуатаційних, так і екстремальних умовах, які могли привести або привели до нанесенню будь-якої шкоди або збитків для життя окремої людини, людського суспільства в цілому та/або для навколишнього середовища.

На появу «людського фактору» можуть вплинути: недостатні знання морських фахівців, погана комунікація між членами екіпажу, відсутність ситуаційної обізнаності або невірна оцінка ситуації, невірно або не вчасно прийняте рішення, не злагоджена командна робота, помилки в розрахунках, бездіяльність при виникненні небезпек, недотримання техніки безпеки, погане ментальне здоров'я моряків.

Проблемі ментального здоров'я фахівців річкового та морського транспорту останнім часом приділяється все більше уваги, оскільки галузь починає усвідомлювати, що від психо-емоційного стану членів суднового екіпажу залежить безпека судна та вантажу.

Ментальне здоров'я, згідно з визначенням ВООЗ – це стан щастя, добробуту, в якому людина реалізує свої творчі здібності, може протистояти життєвим стресам продуктивно працювати та робити внесок у суспільне життя [1]. Ментальне здоров'я моряка є прямим результатом дії навколишнього середовища в якому він працює.

На ментальне здоров'я моряків впливають: соціальні фактори, суднова організація, управління на судні та на березі, умови роботи і побуту, судові фактори, навколишнє середовище, обмеження пов'язані з пандемією COVID-19. Крім того, серед факторів, що погіршують ментальне здоров'я моряків слід вказати ізоляцію і самотність; відсутність берегової відпустки; булінг; страх криміналізації; страх втратити роботу; розлучення з родиною; мультикультурний екіпаж, авторитарний капітан, обмежений доступ до мережі Internet тощо.

Нестабільне ментальне здоров'я моряка впливає на об'єм уваги та швидкість реакції; знижує мотивацію до роботи та власне працездатність; погіршує відчуття дистанції, часу та швидкості; збільшує конфліктність, ризикованість та схильність до шкідливих звичок. Крім того, виникає небезпека появи психічних розладів та самогубств.

За даними P&I club з 2010 по 2019 рр. зафіксовано 65 смертей, 32 випадки психічних захворювань та в середньому 4,6 самогубств на рік (до цих даних не включено моряків, що пропали безвісти).

Про погіршення ментального здоров'я моряка може свідчити поява хронічної втоми, депресії, депривації, постійного стресу тощо. Однак ознаки погіршення ментального здоров'я моряка можуть бути різними, залежно від симптомів, обставин та інших факторів. Приклади ознак і симптомів включають: відчуття суму або пригнічення; розгублене мислення або зниження здатності до концентрації; надмірний страх чи тривожність; надзвичайне почуття провини; різкі зміни настрою на максимумах і мінімумах; конфліктність; проблеми зі сном; втрата реальності (марення); параноя або

галюцинації; нездатність впоратися з повсякденними проблемами або стресом; проблеми з розумінням та ставленням до ситуацій та до людей; проблеми з вживанням алкоголю або наркотиків; суттєві зміни в харчових звичках; надмірний гнів, ворожість чи насильство; суїцидальне мислення.

Пандемія COVID-19 створила додаткову невизначеність, адже моряки побоюються за власну безпеку, а також за безпеку сім'ї та друзів. За даними цілодобової служби підтримки MHSS, кількість моряків, що звертаються за психологічною допомогою зросла на 60 % з квітня по червень 2021 року порівняно з попереднім кварталом. У звіті MHSS більшість випадків пояснюється впливом пандемії на психічне здоров'я, коли тривога, булінг або конфлікт екіпажу викликають стрес у моряків.

International SOS Foundation та Affinity Health at Work провели дослідження та проаналізували наслідки пандемії COVID-19 для ментального здоров'я моряків. Результати показали, що у 62% погіршилося ментальне здоров'я порівняно з попередніми роками. Майже 23 % опитаних відчували щотижня емоційне виснаження. 40 % усіх респондентів відчували суїцидальні думки в очікуванні ротації. 23 % – не отримували належної психологічної підтримки від роботодавців. 65 % – відчували підвищені вимоги до роботи, а 56 % – страждали від стресу та тривоги у робочий час.

На думку експертів Міжнародної палати судноплавства (International Chamber of Shipping, ICS) судноплавні компанії повинні турбуватися про ментальне здоров'я моряків так само як і про фізичне. ICS опублікувала «Handling a Mental Health Crisis or Emergency and Spotting Suicidal Behaviour in Seafarers», мета якого допомогти представникам морської галузі справлятися з проблемами ментального здоров'я та виявляти суїцидальну поведінку серед членів екіпажу [3].

Міжнародна мережа добробуту та допомоги моряків (ISWAN) розробила ряд ресурсів, щоб допомогти морякам впоратися з поганим настроєм, стресом і втому на судні та максимально подолати проблеми з ментальним здоров'ям. Standard Club та Sailors' Society's Wellness at Sea опублікували на своїх сайтах поради та рекомендації з підтримки позитивного ментального здоров'я в умовах пандемії COVID-19. А з 4 листопада 2021 р. Sailor's Society розпочинає тижневу програму «Wellness at Sea», що включатиме п'ять модулів щодо оздоровлення на морі: фізичного, емоційного, соціального, інтелектуального та духовного.

У свою чергу, Mental Health Support Specialist (MHSS) рекомендує навчати капітанів та офіцерів позитивним комунікативним навичкам, що посилює згуртованість екіпажу й сприяє налагодженню зворотного комунікативного зв'язку в управлінні та знижує кількість помилкових дій. MHSS також радить проводити навчання для всього бортового та берегового персоналу, щоб якомога більша кількість фахівців пов'язаних з морською галуззю оволоділа навичками визначення та адекватного реагування на проблеми з ментальним здоров'ям. У разі неможливості самостійно вирішити проблему звертатися за допомогою до Telemedical Maritime Assistance Service (TMAS) [5].

До групи ризику, яка більш схильна до проблем з психологічним здоров'ям, MHSS відносить кадетів та молодих фахівців. З огляду на це Mental Health Support Specialist рекомендує в морських навчальних закладах запроваджувати курси нормалізації ментального здоров'я; тренінги з психологічної підготовки до рейсу та післярейсової реабілітації.

Щоб допомогти фахівцям судноплавної галузі, які стали заручниками проблем з ротацією під час пандемії COVID-19, морська тренінгова компанія Tarpit Live з 2020 р. запровадила курси: «Trauma and PTSD Awareness», «Mental Well-Being for Seafarers», «Mental Well-Being for Maritime Leaders» та «Bullying & Harassment», що надають рекомендації морякам з покращення ментального здоров'я, зниження стресової напруги та протидії булінгу.

У співпраці з Eastern Pacific Shipping (EPS) Mental Health Support Specialist розробили програму «Life at Sea» – це інтерактивний контент, що турбуватиметься про

ментальне здоров'я морських фахівців та забезпечить цілодобову конфіденційну та професійну психологічну підтримку моряків як на борту судна так і на березі за допомогою безкоштовної гарячої лінії MHSS. Безкоштовну гарячу лінію з надання психологічної допомоги морякам іCALL запустила також компанія Synergy Group [2].

Фахівці Seafarers International Research Centre, що є частиною Cardiff University вважають, що капітани повинні володіти навичками обговорення з членами екіпажу проблем з ментальним здоров'ям, а також вміти виявляти схильних до суїциду або агресії моряків та вчасно реагувати на можливі загрози. Серед порад, що надаються морякам щодо покращення психологічного та фізичного стану слід виділити: підтримання цифрового здоров'я; заняття спортом; участь у заходах соціальної взаємодії на борту; активний відпочинок; утримання від шкідливих звичок; уникати конфліктів та прояву булінгу; саморозвиток; самоменеджмент тощо. Судноплавним компаніям рекомендовано налагодити програми конфіденційної психологічної допомоги морякам, що перебувають на борту судна; забезпечити максимально комфортні побутові умови усім членам екіпажу; у контрактах потрібно збалансовувати час роботи та час відпочинку; запроваджувати на суднах політику протидії булінгу.

American Club та Seamen's Church Institute (SCI) опублікували посібник «Caring for Seafarers' Mental Wellbeing». Посібник містить рекомендації щодо реагування як на повсякденні, так і на екстремальні стрес-фактори, що впливають на якість життя та безпеку моряків як на березі, так і на борту, а також сприяють загальній обізнаності щодо проблем ментального здоров'я моряків [4].

Отже, ментальне здоров'я моряка, хоч його часто не помічають, є важливим аспектом безпеки судноплавства. Аварії чи інциденти, що виникли внаслідок втоми, стресового стану чи психічного зриву фахівця, матимуть значні наслідки для компанії та екіпажу судна. Тож для морської спільноти розуміння та взаємодія з питань ментального здоров'я є життєво важливими. Окрім несприятливого впливу на особистий стан членів екіпажу, існують також фінансові ризики для судовласників.

Не зважаючи на певні позитивні зміни у ставленні світової морської спільноти до проблем підтримки ментального здоров'я моряків, слід зазначити, що відбуваються вони повільно і не в усіх судноплавних компаніях сприймаються із розумінням. Тож тема нашого дослідження є досить актуальною та потребує подальшого більш докладного вивчення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ментальне здоров'я. URL:<http://www.who.int/ru>
2. Eastern Pacific Shipping in mental health partnership. URL:<https://www.seatrade-maritime.com/ship-operations/eastern-pacific-shipping-mental-health-partnership>
3. ICS launches new guidance for seafarers and shipowners to navigate ongoing pandemic challenges. URL:<https://www.ics-shipping.org/press-release/ics-launches-new-covid19-guidance-for-seafarers-and-shipowners/>
4. Industry initiatives for seafarer wellness on World Mental Health Day. URL:<https://www.seatrade-maritime.com/americas/industry-initiatives-seafarer-wellness-world-mental-health-day>
5. Rise in seafarer mental health issues reported. URL: <https://www.seatrade-maritime.com/ship-operations/rise-seafarer-mental-health-issues-reported>

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАК ОСНОВА НОВОЙ МЕТОДОЛОГИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Чимшир В.І.

Дунайський інститут

Національного університету «Одеська морська академія»

(Україна)

Большая часть направлений человеческой деятельности непрерывно развиваются. Среди ряда специалистов, ученых и наблюдателей появилось устоявшееся мнение, которое заключается в том, что текущий этап развития находится на революционной стадии, основанной на цифровых технологиях, как правило, связанных с глобальной сетью Интернет.

В результате этих изменений в сфере производства, бизнеса и академических кругов получил распространение процесс цифровой трансформации. Это в свою очередь, стало предметом многочисленных комментариев, дискуссий и исследований.

Цифровая трансформация – это процесс интеграции цифровых технологий во все аспекты бизнес-деятельности, требующий внесения коренных изменений в технологии, культуру, операции и принципы создания новых продуктов и услуг. Для максимально эффективного использования новых технологий и их оперативного внедрения во все сферы деятельности человека предприятия должны отказаться от прежних устоев и полностью преобразовать процессы и модели работы [1].

В основе цифровой трансформации лежат две обеспечивающие концепции: киберфизическая система и Интернет вещей.

С позиции рассматриваемой темы под киберфизической системой понимается информационно-технологическая концепция, подразумевающая интеграцию вычислительных ресурсов в физические сущности любого вида, включая биологические и рукотворные объекты. В киберфизических системах вычислительная компонента распределена по всей физической системе, которая является её носителем, и синергетически увязана с её составляющими элементами [2]. Что касается Интернет вещей то это концепция сети передачи данных между физическими объектами («вещами»), оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой [3]. Предполагается, что организация таких сетей способна перестроить экономические и общественные процессы, исключить из части действий и операций необходимость участия человека [4].

Осваивая эти технологии, сторонники цифровой трансформации визуализируют взаимосвязанный мир вещей, который может эффективно реагировать на потребности социума с помощью IT организаций, создавая виртуальную репликацию физической системы, которая обеспечивает интеллектуальный анализ больших наборов данных в реальном времени.

Хотя данный подход имеет большой потенциал для расширения производственных возможностей и удовлетворения потребностей более развитых организаций, на сегодняшний день ее внедрение не обязательно является гарантией успеха.

Как правило, многолетняя методология работы компании является частью ее культуры, где работники имеют соответствующее образование и знакомы с отношением используемых методов и возможностей организации. Перевод компании к новой методологии, которая должна в будущем максимально использовать потенциальные выгоды от этого внедрения, потребует от компании не только обеспечить соблюдение технической архитектуры, а и необходимость представить компанию в рамках новой методологии как социотехническую систему. При этом заинтересованные стороны,

вовлеченные в новую методологию, получают необходимое понимание технологий и взаимосвязей модели организации с внешним окружением.

Правила цифровой трансформации все еще формулируются, где основное внимание уделяется успешному техническому развертыванию новой модели социотехнической системы в рамках новой методологии [5].

В рамках новой методологии, связанной с цифровой трансформацией, предлагается концепция параллельной виртуализации, что можно считать изменением парадигмы использования производственных технологий.

Данная концепция подразумевает виртуализацию социотехнической системы, в которую входит вся совокупность устройств, машин, производственных центров и продуктов, которые будут автономно взаимодействовать друг с другом, обмениваться информацией, выполнять действия независимо друг от друга. Управлять такой социотехнической системой станет возможно посредством единой киберфизической системы.

Благодаря данному подходу, любая социотехническая система, прошедшая реструктуризацию в соответствии с новой методологией, становится «умной» и фактически ее функционирование представляет собой две группы процессов, одна группа, проходящая в реальном мире вторая в виртуальном.

Другими словами, в виртуальном пространстве социотехническая система существует как «цифровой двойник», где интеллектуальные алгоритмы могут обрабатывать данные, генерируемые физической системой, предоставляя информацию о производительности, состоянии и состоянии физической системы в реальном времени. Именно в «виртуальном мире» социотехническая система становится «умной», позволяя машинам самостоятельно осознавать свое состояние, обеспечивая самодиагностику, ведущую к прогнозированию неисправных компонентов или возможных отказов. Точно так же производственная система может планировать работу социотехнической системы для удовлетворения конкретных потребительских требований, понимая статус каждой машины в сети организации в реальном времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цифровая трансформация экономики и промышленности: проблемы и перспективы/ под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. –СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 807 с.
2. Sanfelice R.G. Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach // Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice / D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic. — CRC Press, 2016. ISBN 978-1-4822-6333-6.
3. Internet Of Things (англ.). Gartner IT glossary. Gartner (5 May 2012). — «The Internet of Things is the network of physical objects that contain embedded technology to communicate and sense or interact with their internal states or the external environment.». Дата обращения: 30 ноября 2012. Архивировано 24 января 2013 года.
4. Hung LeHong, Jackie Fenn. Key Trends to Watch in Gartner 2012 Emerging Technologies Hype Cycle (англ.). Forbes (18 September 2012). Дата обращения: 30 ноября 2012. Архивировано 24 января 2013 года.
5. Проектно-орієнтоване управління процесами соціотехнічних систем [Текст] : монографія / Чимшир Валентин Іванович ; Нац. ун-т "Одес. мор. акад.", Дунайський ін-т. - Одеса : Купрієнко СВ, 2018. - 193 с. : рис. - Бібліогр.: с. 174-192. - 300 прим. - ISBN 978-617-7414-36-9

РОЗРОБКА НАВІГАЦІЙНИХ ВПРАВ ДЛЯ НАВІГАЦІЙНОГО ТРЕНАЖЕРУ TRANSAS/ WÄRTSILÄ, ЩО ВІДПОВІДАЮТЬ КОМПЕТЕНЦІЇ ПДНВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ У ВСІХ УМОВАХ

Кім М.І., Макарчук Д.В.

*Херсонська державна морська академія
(Україна)*

Вступ. Головною тенденцією сьогодні є зростання вимог до професійних навичок майбутніх судноводіїв на міжнародному ринку праці, тому для того щоб бути конкурентоспроможними вони мають бути добре підготовлені до особливих умов роботи, зокрема з сучасними навігаційними приладами, а також орієнтуватися в складних професійних ситуаціях, швидко навчатися та пристосовуватися до різних умов. Тому впровадження тренажерів, що повторюють реальні системи управління судном в освітній процес є великою перевагою, як для закладу вищої освіти так і для здобувачів, що в них навчаються.

Необхідно відмітити, що навчально-лабораторна і тренажерна бази для організації навчально-виховного процесу ХДМА відповідають вимогам Міжнародної морської організації (ІМО) та Міжнародної Конвенції ПДНВ 78 з поправками. Підтвердженням того є висновки результатів перевірки стану системи навчання, тренажерної підготовки та дипломування моряків Датським морським управлінням та інспекційної перевірки Європейським агентством з морської безпеки (EMSA). У січні 2011 року морський інститут отримав Сертифікат та Знак відповідності вимогам міжнародного стандарту ДСТУ ISO 9001:2009 в реєстрі пароплавства України.

Академія володіє кращими навчальними тренажерами і обладнанням для забезпечення ефективного навчання. Тренажерна база надає можливість для всіх здобувачів отримати необхідні навички і знання [1]. Але на даний момент існує проблема відсутності створених та прописаних сценаріїв навігаційних вправ з управління судном за будь-яких умов для навігаційного тренажеру TRANSAS/WÄRTSILÄ, для повної відповідності робочій навчальній програмі дисципліни «Управління судном».

Актуальність досліджень. Стрімкий розвиток комп'ютерних та інформаційних технологій у кінці ХХ - на початку ХХІ ст. сприяв росту спеціалізованих тренажерних центрів, які здійснюють практичну підготовку рядового та командного складу морських суден. Можливість адекватного моделювання навігаційної та метеорологічної обстановки, аварійних ситуацій, відпрацювання взаємодії екіпажу судна з береговими службами, іншими суднами розширили застосування морських тренажерів як у рамках освітніх стандартів під час підготовки спеціалістів у навчальних закладах, так і в системі професійної перепідготовки моряків. Більш того, Міжнародна морська організація (ІМО) дала визначення тренажерної підготовки і ввела її в Міжнародну конвенцію і відповідний Кодекс про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ-78). Поправки, внесені ІМО в Конвенцію в 1995 році, визначили експлуатаційні вимоги до ряду тренажерів і вперше в міжнародній нормативній практиці ввели підготовку і оцінку компетентності за допомогою тренажерів для підтримання професіоналізму, що вимагається частиною А Кодексу ПДНВ [2].

Розділ А-І/12 Кодексу ПДНВ визначає стандарти щодо навчання та оцінювання за допомогою тренажерів. Держави-учасники конвенції повинні виконувати цілі та завдання навчання на тренажері, визначені в загальній програмі навчання. Конкретні навчальні цілі та завдання необхідні для того, щоб якомога тісніше співвідноситися з судновою практикою.

За останні кілька років є чимало доказів того, що тренажер можна розглядати як ефективний інструмент для вдосконалення практичних навичок у багатьох напрямках,

таких як управління судном, обробка вантажів, радіозв'язок і так далі. Тренажер може перетворити теоретичні знання на ефективні практичні навички. Але на сьогоднішній день існують проблеми з оновленням та вдосконаленням тренажерів та навчальних програм для них. Важливо розробити сценарії вправ максимально наближеними до реальних ситуацій.

Актуальні проблеми, які можуть бути вирішені завдяки розробці і використанню навігаційних вправ для тренажеру TRANSAS:

1. Відсутність практичних навичок у використанні навігаційних приладів. Практичне навчання з усіма можливими тренажерами може сприяти ознайомленню з новими технологіями та обізнаності щодо людських ресурсів, що є одним із важливих факторів для морської промисловості, для досягнення високого рівня судноплавства. Заняття на комплексних тренажерах дасть практичні навички щодо використання всіх навігаційних приборів та їх взаємозв'язок під час управління судном за різних умов.

2. Аварій, що пов'язані з управлінням судна. За даними Європейського агентства з морської безпеки (European Maritime Safety Agency, EMSA), зіткнення судів займає 12,8%, посадка на міліну 13% та втрата управління 32,1% з усіх аварій, що трапилися на морському флоті за період з 2014 по 2020 роки. Згрупувавши ці аварії, що стосуються навігації і управління судном, отримуємо 57,9% [3].

3. Хибна самовпевненість судноводіїв у їх навичках по управлінню судном. Суть проблеми в тому, що всі судноводії вміють управляти судном при нормальних умовах, але більшість з них не знають як це робити при критичних умовах будь-то погані погодні умови або щільній трафік. Тому що більшість судноводіїв знають про це тільки в теорії, а на практиці зустрічаються з такими умовами дуже рідко

Постановка задачі. Метою роботи є розробка та впровадження навігаційних вправ для навігаційного тренажеру TRANSAS, що відповідають компетенціям ПДНВ до дисципліни «Управління судном у всіх умовах». Комплекс вправ допоможе повноцінно і ефективно використовувати весь потенціал тренажеру TRANSAS, а також підвищить рівень підготовки майбутні судноводіїв.

Результати досліджень. На управління судном впливає багато різноманітних аспектів починаючи з маневрених характеристики судна і закінчуючи районом плавання. Але очевидно те що найважче управляти судном в проливах, затоках та каналах, тобто коли судно обмежене в просторі для здійснення маневру. Саме в таких районах судноводії повинні бути найбільш уважними та готовими до швидкого прийняття рішень. Тому для найвищої ефективності комплексних навігаційних вправ локацією було обрано протоку Босфор. Ця локація є дуже популярною та вдалою з точки зору різноманітності навігаційних аспектів, що дозволить змоделювати різні умови для управління судном.

Вправа № 1:

Судно «Bulk carrier 8» рухається з початковою швидкістю 9 вузлів. Задача: за попередньо побудованим маршрутом успішно та безпечно пройти Босфор за наступних умов:

1. Основні характеристики судна:

- Тип судна – суховантажне судно (Bulk carrier);
- Водотоннажність – 1087,0 т.;
- Максимальна швидкість – 14,0 вуз.;
- Довжина – 56,9 м. ;
- Ширина – 9,4 м. ;
- Осадка носом – 2,98 м. ;
- Осадка кормою – 4,36 м. ;
- Висота ока спостерігача – 9 м. ;
- Тип двигуна – середньооборотний дизель (1 x 1324 кВт) ;
- Тип гвинта – ГРК;

- Носовий підрулюючий пристрій – присутній;
 - Кормовий підрулюючий пристрій – відсутній.
2. Погодні умови:
- Протягом всього маршруту вітер та течія відсутні;
 - Повний штиль;
 - Оподи відсутні.
3. Видимість: добра – 6-8 морських миль.
4. Трафік – мінімальній:
- Декілька суден рухається по нашій полосі руху та по зустрічній;
 - Ніхто не пересікає систему розподілу руху;
 - Небезпечних цілей немає.
5. Робочий стан судна: усі навігаційні прилади, головний двигун, рульовий пристрій працюють у штатному режимі.

Вправа № 2:

Судно «Container ship 1» рухається з початковою швидкістю 10 вузлів. Задача: за попередньо побудованим маршрутом успішно та безпечно пройти Босфор за наступних умов:

1. Основні характеристики судна:
- Тип судна – контейнеровоз (Container ship);
 - Водотоннажність – 32025,0 т.;
 - Максимальна швидкість – 19,5 вуз.;
 - Довжина – 203,6 м. ;
 - Ширина – 25,4 м. ;
 - Осадка носом – 9,64 м. ;
 - Осадка кормою – 9,97 м. ;
 - Висота ока спостерігача – 23 м. ;
 - Тип двигуна – малооборотний дизель (1 x 15890 кВт) ;
 - Тип гвинта – ГФК;
 - Носовий підрулюючий пристрій – присутній;
 - Кормовий підрулюючий пристрій – відсутній.
2. Погодні умови:
- Присутній північно-західний вітер, що досягає 8 м/с;
 - Присутня течія з Чорного моря в Мармурове море, що має швидкість 3 вузла;
 - Оподи відсутні.
3. Видимість: добра – 6-8 морських миль.
4. Трафік – мінімальній:
- декілька суден рухається по нашій полосі руху та по зустрічній;
 - ніхто не пересікає систему розподілу руху;
 - небезпечних цілей немає.
5. Робочий стан судна: усі навігаційні прилади, головний двигун, рульовий пристрій працюють у штатному режимі.

Вправа № 3:

Судно «Bulk carrier 6» рухається з початковою швидкістю 8 вузлів. Задача: за попередньо побудованим маршрутом успішно та безпечно пройти Босфор за наступних умов:

1. Основні характеристики судна:
- Тип судна – суховантажне судно (Bulk carrier);
 - Водотоннажність – 44081,0 т.;

- Максимальна швидкість – 16,4 вуз.;
- Довжина – 225,0 м. ;
- Ширина – 32,3 м. ;
- Осадка носом – 7,37 м. ;
- Осадка кормою – 7,97 м. ;
- Висота ока спостерігача – 26 м. ;
- Тип двигуна – малооборотний дизель (1 x 8002 кВт) ;
- Тип гвинта – ГФК;
- Носовий підрулюючий пристрій – відсутній;
- Кормовий підрулюючий пристрій – відсутній.

2. Погодні умови:

- Присутня течія з Чорного моря в Мармурове море, що має швидкість 4 вузла;
- Вітер відсутній;
- Густий туман.

3. Видимість: обмежена через туман – до 500 метрів.

4. Трафік – високий:

- Декілька суден здійснюють обгін;
- На протязі маршруту декілька яхт та паромів пересікають наш курс;
- На відрізку між WP 10 та WP 11 судно зірвало з якоря та несе на нашу полосу

руху.

5. Робочий стан судна: усі навігаційні прилади, головний двигун, рульовий пристрій працюють у штатному режимі.

Висновки. Навігаційні вправи для тренажеру TRANSAS забезпечать нову якісну професійну підготовку майбутніх судноводіїв завдяки зануренню осіб, що навчаються, у реальну атмосферу, оптимальну для формування професійних компетентностей та особистісних якостей майбутніх судноводіїв в умовах, що максимально наближені до умов майбутньої професійної діяльності. Ефективне навчання на основі тренажерів може призвести до розвитку нетехнічних навичок, таких як усвідомлення ситуації та прийняття рішень. Ці навички важливі для кожного моряка, особливо для старших офіцерів, для прийняття негайних правильних рішень, що стосуються безпеки судна та людей, а також охорони морського середовища.

Перспективи подальших досліджень. У майбутніх наукових працях плануємо розробити повноцінний комплекс навігаційних вправ по управлінню судном та методи їх виконання на навігаційному тренажері TRANSAS. Так як ефективність тренажерної підготовки знаходиться на високому рівні, але все ще існує проблема відсутності комплексу навігаційних вправ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Офіційний веб-сайт ХДМА, Тренажерна база, Загальна інформація : веб-сайт. URL: https://ksma.ks.ua/?page_id=589 (дата звернення: 27.09.2021)
2. Волошинов С.А. Удосконалення професійної підготовки морських фахівців засобами навчально-тренажерного комплексу. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. / редкол.: А.В. Сущенко (голов. ред.) та ін. Запоріжжя : КПУ, 2018. Вип. 60. Т. 2. С. 23-27.
3. Preliminary annual overview of marine casualties and incidents 2014-2020, EMSA. URL: <http://www.emsa.europa.eu/damage-stability-study/items.html?cid=77&id=4378> (дата звернення: 29.09.2021)

СЕКЦІЯ:

МЕНЕДЖМЕНТ РИЗИКІВ МОРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Войченко Т.О., Ліганенко В.В., Кіпар М.О.

*Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
(Україна)*

Радченко О.А.

*Національний авіаційний університет
(Україна)*

Вступ. Ризик, будучи невіддільною частиною економічного, політичного, соціального життя суспільства, неминуче супроводжує всі сфери діяльності і напрямки будь-яких організацій, в тому числі тих, які займаються перевезеннями на морському транспорті. У зв'язку з цим, головним і неодмінним критерієм нормальної дієздатності сучасного підприємства морського транспорту є вміння вищого керівництва, спираючись на сувору наукову основу, прогнозувати, проводити профілактику, раціонально контролювати і ефективно управляти ризиками.

Управління ризиками на підприємствах морського транспорту тісно пов'язано з управлінням безпекою морських перевезень вантажів і пасажирів, буксируванням морських об'єктів, яке зводиться до вибору методів і засобів забезпечення заданих (нормативних) значень показників безпеки при мінімальному обсязі необхідних для цього ресурсів. Ефективність управління тим вище, чим менший обсяг витрат, необхідний для досягнення мети управління – забезпечення нормативних значень показників безпеки перевезень. Аналіз ситуації в частині управління безпекою на підприємствах морського транспорту показує, що на сьогоднішній день в рамках вимог Міжнародної морської організації (ІМО) у всіх судноплавних компаніях і суднах морського флоту впроваджена в практику управління безпекою система, в основу якої покладено вимоги Міжнародного кодексу управління безпекою на море (МКУБМ) [1]. У цьому документі сформульовані основні вимоги, якими повинні керуватися судовласники, капітани і екіпажі суден в частині забезпечення безпеки життєдіяльності, мореплавання, забезпечення схоронності вантажів, виконання завдань, пов'язаних з комерційною діяльністю та ін.

Актуальність досліджень. Основним завданням етапу обробки ризику є правильний вибір методу управління тим чи іншим ризиком. В даний час світова практика виробила широкий спектр методів по управлінню ризиками. Більшість з них, безумовно, ефективні в застосуванні, але вимагають спеціальних розробок і матеріальних витрат, які можуть відкрити вигоди від їх застосування. Тому необхідно чітко уявляти, що очікується від процесу управління ризиками.

Постановка задачі. Процес управління ризиками морських перевезень є складною і багаторівневою процедурою, яку можна розглядати з різних точок зору. Зокрема, її можна умовно розділити на ряд етапів, що виділяються відповідно до особливостей послідовних дій з управління ризиком. Виділення відповідних етапів слід розглядати як умовне, тому що на практиці часто вони реалізуються одночасно, а не послідовно, один за одним [4].

Результати досліджень. Система управління ризиками на морському транспорті – це сукупність взаємопов'язаних процесів і операцій, орієнтованих на досягнення єдиної мети – зниження рівня ризику на морському транспорті [3]. В системі управління ризиками найважливішими процесами і операціями є: моніторинг умов роботи флоту і моніторинг ризиків, які трапляються або можуть бути можливими; ідентифікація ризиків; аналіз ризиків; розробка та планування заходів щодо усунення або зниження рівня

ризиків; організація і контроль за виконанням заходів щодо усунення або зниження рівня ризиків; аналіз ефективності планованих заходів та їх віддалених наслідків; аналіз вже реалізованих заходів; формування файлів позитивних досягнень і негативного досвіду; факторний аналіз ризиків на основі ретроспективних даних та експертних оцінок.

Сучасні підходи до змісту процесу управління ризиками сприяють розумінню загальної тенденції розвитку механізму управління ризиками, але не дають однозначної відповіді на питання про цілі і завдання функцій управління ризиками. Потрібно проводити обмін інформацією з внутрішніми і зовнішніми учасниками цього процесу, отже, необхідна функція «взаємодії і консультування». Процес управління ризиками морських перевезень можна представити у вигляді послідовних етапів з описом основних цілей і завдань (рис.1). Аналіз тенденцій і перспектив розвитку міжнародних морських перевезень показує, що зі збільшенням обсягів вантажоперевезень підвищується і рівень аварійності.

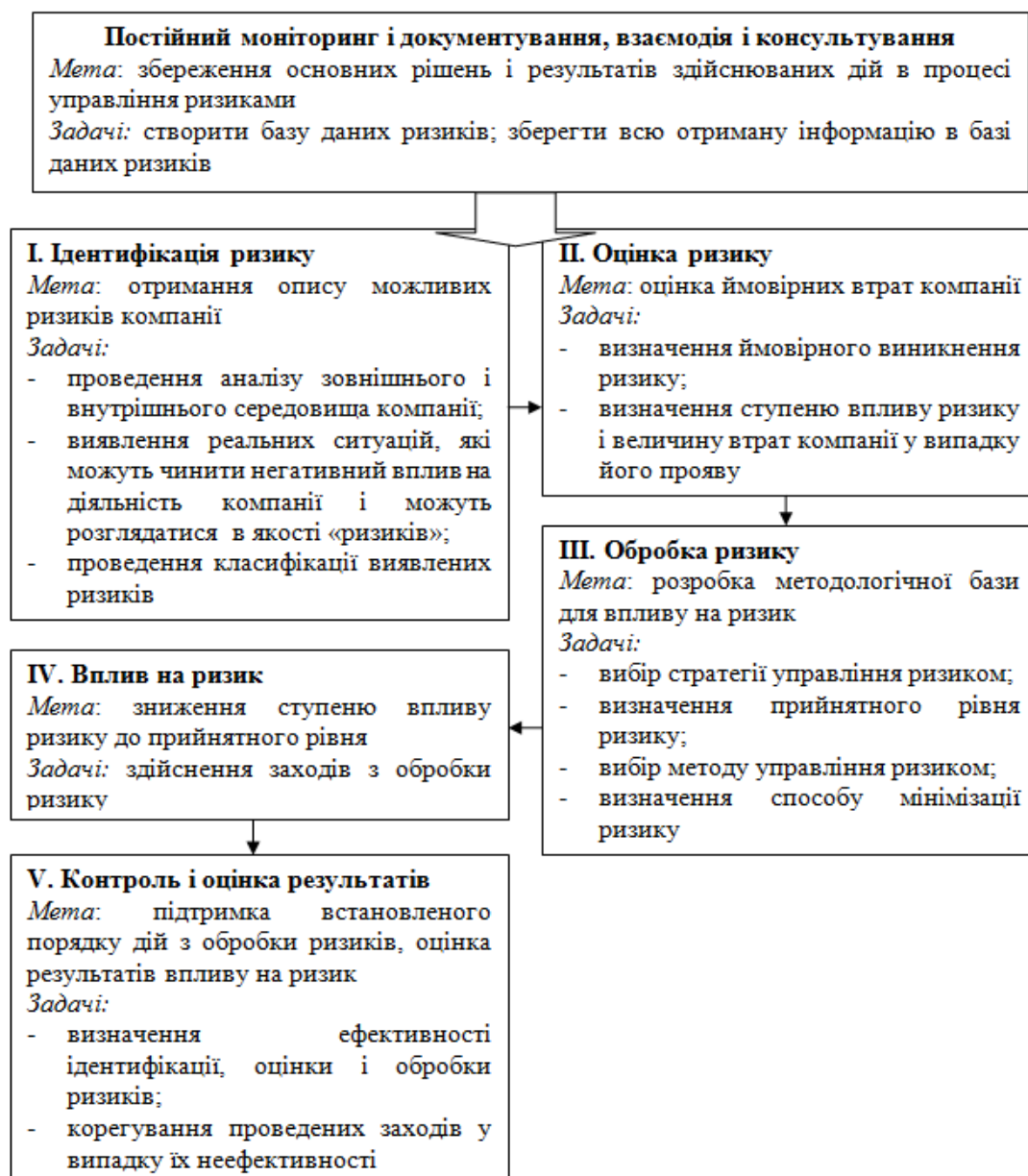


Рисунок 1 – Узагальнена схема управління ризиками компаній, які здійснюють морські перевезення [6]

Разом з тим, при розробці транспортно-логістичних схем доставки вантажів недостатня увага приділяється питанням оцінки факторів ризику і зниження ступеня їх впливу на процес перевезення. В значній мірі це пояснюється тим, що питання кількісної оцінки ризиків, так само як і оцінки факторів ризиків, розроблені недостатньо. У більшості використовуваних на практиці методиках оцінки рівня ризику акцент робиться на характеристиці ймовірності настання несприятливої події, а не на величині можливих втрат. В результаті аналізу причинно-наслідкових зв'язків морських пригод і втрати вантажів, можна виділити фактори, що мають найбільший негативний вплив на безпеку морських вантажоперевезень і мореплавання в цілому [5].

До числа таких факторів можна віднести:

- природний фактор (гідрометеорологічні умови, землетруси, цунамі) і фактор часу (рік, місяць, доба);
- конструктивний фактор (розміри судна, навігаційне оснащення судна, навігаційне облаштування каналів, гідрографічне обладнання);
- технічний фактор (надійність техніки, вік судна або інших транспортних засобів, швидкісний режим, маневрені характеристики, характер вантажу, що перевозиться, його розміщення на транспортному засобі, технічний стан транспорту);
- технологічний фактор (експлуатаційні характеристики, фізико-хімічні властивості вантажу, складування і кріплення вантажу, порушення правил перевезення);
- людський фактор (порушення міжнародних правил попередження зіткнень суден в морі, низька кваліфікація, помилки при маневруванні і навігаційній проводці, недоліки організації суднової служби, порушення трудової дисципліни).

Однак в практиці перевезень вплив цих факторів враховуються в основному на якісному рівні, що не завжди сприяє прийняттю кращих рішень при організації перевезень.

Аналіз проблем безпеки морських вантажоперевезень показує, що рівень аварійності морського флоту залишається високим, особливе занепокоєння викликає високий рівень ризику загибелі суден, що обумовлено багатьма факторами природного, техногенного та організаційно – управлінського характеру. Однак в практиці мореплавання питанням кількісної оцінки ризиків та управління ризиками не приділяється належної уваги. З прийняттям в 1993 р Резолюції ІМО А.741 Міжнародного кодексу з управління безпечною експлуатацією суден і запобігання забрудненню (МКУБ - ISM CODE) і обов'язковим його застосуванням згідно гл. IX Конвенції СОЛАС проблеми забезпечення безпеки морських суден стали першочерговими [1-3].

Висновки. Більшість підприємств морського транспорту використовують якісні методи оцінки ризику без урахування їх кількісної складової, а також неформальні та інтуїтивні методи без застосування математичного апарату, що, в кінцевому підсумку, призводить до низької ефективності управління ризиками. Таким чином, з одного боку підвищення безпеки на транспорті та безпеки морських перевезень, зокрема, є актуальним соціально-економічним завданням, але з іншого боку, питання оцінки факторів ризику, розрахунки інтегральних оцінок рівня ризику, як основних критеріїв для прийняття рішень, розроблені недостатньо. У зв'язку з цим, виникає необхідність розробки комплексного, всебічного підходу до ризик-менеджменту, який буде координуватися в рамках всього підприємства, забезпечуючи його успішне функціонування, фінансову стійкість, високу конкурентоспроможність і стабільну прибутковість. Для досягнення цієї мети повинні бути розроблені методики, які дозволили б керівництву підприємств морського транспорту управляти ризиками, використовуючи певні засоби і методи, що дозволяють максимально прогнозувати наступ ризикової події та вживати відповідні заходи щодо зниження ступеня ризику.

ЛІТЕРАТУРА

1. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (SOLAS-74/78): Консолидированный текст с изменениями и дополнениями. ИМО. Лондон, 1978. 436 с.
2. Кодекс по расследованию морских аварий и инцидентов (Резолюция А.849 (20): Сборник кодексов ИМО. СПб., 1997. 330 с.
3. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78). ИМО. Лондон, 1978. 378 с
4. Топалов В.П., Торский В.Г. Риски в судоходстве. Одесса: Астропринт, 2007. 368 с.
5. Фаустова О.Г. Розробка методики інтегральної оцінки і управління ризиком виникнення надзвичайних ситуацій для підвищення безпеки морських і мультимодальних перевезень: дис. ... канд. техн. наук: 01.02.04 / Калінінградський державний технічний університет, 2016. 200 с.
6. Санжієва Т.В. Дослідження етапів і методів управління ризиками судноплавної компанії. Економічна наука і практика: матеріали II Міжнарод. наук. конф., м. Чита, лютий 2013 р. Чита, 2013. С. 113-119.

PERSONNEL QUALIFICATION MANAGEMENT APPROACHES IN MARINE ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS

*Ponomaryova V., Dyagileva O., Nosov P.
Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)*

Analysis of many organizational and technical systems associated with complex processes of interaction of material objects and human resources indicates the need for approaches to assess the quality of the main processes of functioning. However, due to the multi-criteria nature of the construction of models for the functioning of organizational and technical systems, there are limitations associated with uncertainty factors.

It should be borne in mind that the higher the influence of the human factor on the quality of the organizational and technical systems processes, the more difficult it is conceptually and algorithmically to build an adequate model of the entire system. It can be unambiguously stated that the influence dependence of the human factor on quality of marine transportation exists and plays a key role [1-5].

In turn, the formation of the qualification elements of a marine specialist depends on a number of chronological stages, from educational to training in the course of practical activity. To a large extent, due to its specificity and efficiency, the level of qualification is influenced by simulator training using navigation simulators and virtual (augmented) reality systems [6-11]. Considering that the degree of influence of each such process on the quality of functioning of the organizational and technical system, we can conclude that the final qualification level is difficult to predict.

From the basic descriptive principles of organizational and technical systems, it can be concluded that in order to manage the development of the skill level, it is necessary to develop a system of aggregate information functions and transformations – operations.

Thus, the purpose of the study is the formation of operations aimed at creating a target strategy for the dynamic growth of qualifications of the subjects of maritime organizational and technical objects to reduce risk factors when transporting goods by means of automation.

Within the framework of the research goal, it is proposed to form a structural-logical scheme of influence on the indicators of personnel qualification growth in the elements of marine organizational and technical facilities such as: training centers and retraining centers for marine specialists; educational organizations and institutions; forums and symposia from international and domestic employers; port control services; stages of interaction between pilots (superintendents) and captains.

At the same time, the organization of strategically directed activities depends on a set of material objects such as: navigation simulators, machine room simulators and electrical installations; laboratory equipment; practice base courts; port infrastructure and lifting and crane equipment.

Taking into account the fact that organizational and technical objects of the maritime industry are difficult to formalize, it is necessary to develop mathematical and software to analyze their state and schemes of information relationships.

Thus, in order to achieve the goal of the study, it is necessary to complete the main task: to develop methods for optimizing the processes of fulfilling qualification requirements for the personnel of marine organizational and technical objects synthesized under conditions of formal uncertainty in the dynamics of transformation processes.

To determine the sequence of actions in solving the problem, we define their structure schematically (Fig. 1.)

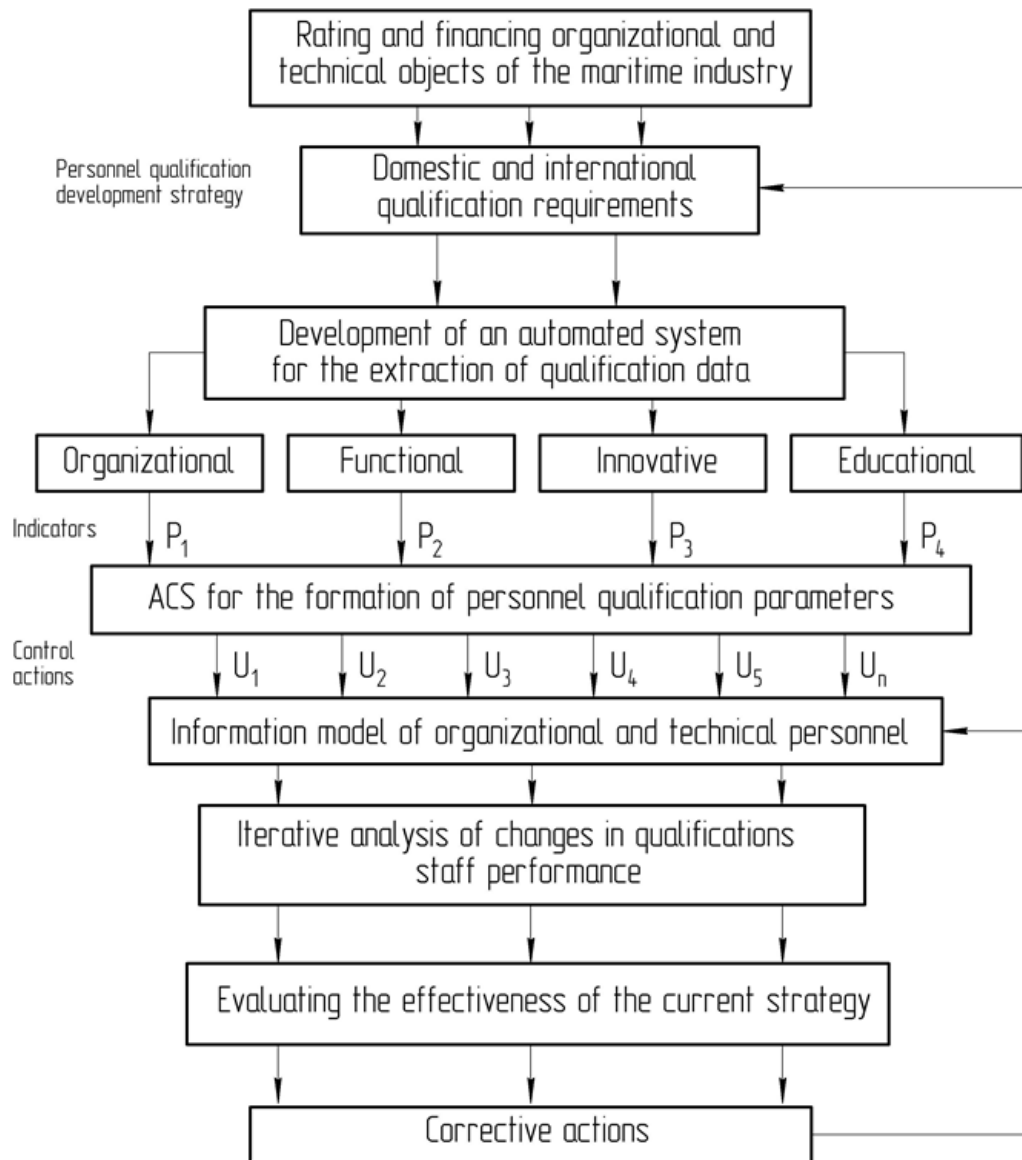


Figure 1 – Scheme of processes optimization for fulfilling qualification requirements for personnel of offshore organizational and technical facilities

According to the scheme, an important step is to determine the current requirements on the part of organizational and technical objects of the maritime industry in order to determine the target strategy for the formation of qualification indicators of P_i personnel. By managing the set of U_i influences on the part of maritime organizations, it becomes possible to form a personnel model in the context of the dynamics of the development of the industry as a whole.

An important feature is the determination of the step of exposure in time. Depending on the category of personnel, such a step will be different and not always discrete. In turn, it is also necessary to take into account the psychological component when working with personnel for its goal-orientation in the time frame [12]. In this case, the formalization of the problem in general form will be as follows:

$$F = (P - P^*),$$

$$F(U_1, U_2, U_3, U_4, \dots, U_n) \rightarrow \min,$$
$$P \geq P^* \Rightarrow P(U_1, U_2, U_3, U_4, \dots, U_n) \geq P^*$$

Then, the parameters can be approximated with respect to the increment:

$$P(U_1, U_2, U_3, U_4, \dots, U_n) = \frac{\partial P}{\partial U_1} U_1 + \frac{\partial P}{\partial U_2} U_2 + \dots + \frac{\partial P}{\partial U_n} U_n$$

In this case, the introduction of the gain k , will make it possible to obtain:

$$P = k_1 P_1 + k_2 P_2 + \dots + k_n P_n \rightarrow \min, F \rightarrow \min,$$

Consequently, it becomes possible to determine the sensitivity coefficient of the influence

$$\frac{\partial P}{\partial U_i} = k_1 \frac{\partial P_1}{\partial U_i} + k_2 \frac{\partial P_2}{\partial U_i} + \dots + k_n \frac{\partial P_n}{\partial U_i}$$

U_i on P:

Obtaining experimental data, as well as their statistical processing, will make it possible to determine the weighting factors of the influence of factors on the processes of managing the state of qualification parameters in relation to the personnel of the organizational and technical systems of the maritime industry.

REFERENCES

1. Ponomaryova V.P., Dyagileva O.S., Nosov P.S. Approaches to the automation of maritime educational processes planning system // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування (СЕУТТО 2021). С. 277-279.
2. 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>.
3. 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.
4. Nosov, P., Zinchenko, S., Ben, A., Prokopchuk, Y., Mamenko, P., Popovych, I., Moiseienko, V., Kruglyj, D. (2021). Navigation safety control system development through navigator action prediction by Data mining means. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (9 (110)), 55–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229237>.
5. 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.
6. Zinchenko S.M., Nosov P.S., Mateichuk V.M., Mamenko P.P., Grosheva O.O. Use of navigation simulator for development and testing ship control systems. МНПК пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS - 2019), 24 – 28 квітня 2019, Одеса – Стамбул – Одеса. Pages 350-355.
7. Serhii Zinchenko, Oleh Tovstokoryi, Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Vitaliy Kobets, Gennadii Abramov. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // CEUR Workshop Proceedings, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>.
8. Zinchenko S., Ben A., Nosov P., Popovych I., Mateichuk V., Grosheva O. The vessel movement optimisation with excessive control // Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics, 2020. - № 3(99). P. 86-96. DOI: 10.31489/2020Ph3/86-96.
9. Serhii Zinchenko, Vadym Mateichuk, Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Oleksandr Solovey, Pavlo Mamenko, Olga Grosheva. Use of simulator Equipment for the development and testing of vessel control system // Electrical, Control and Communication Engineering. Sciendo. Riga technical university. 2021. Vol. 16, Nom. 2, P. 58-64. DOI:10.2478/ecce-2020-0009.

10. Zinchenko S.M., Ben A.P., Nosov P.S., Mamenko P.P., Mateichuk V.M. Improving the accuracy and reability of automatic vessel moution control system // Materials of the XII International Scientific and Practical Conference "Advanced Information and Innovative Technologies for Transport (MINTT - 2020), May 27-29, 2020, Kherson p. 54-58.

11. Zinchenko S., Moiseienko V., Tovstokoryi O., Nosov P., Popovych I. (2021) Automatic Beam Aiming of the Laser Optical Reference System at the Center of Reflector to Improve the Accuracy and Reliability of Dynamic Positioning. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education IV. ICCSEEA 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 83. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80472-5_1.

12. Popovych, I. S., Cherniavskyi, 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.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE CAPTAIN'S FATIGUE FACTOR INFLUENCE IN CRITICAL SITUATIONS

*Koretsky O.A., Haponov B.E., Nosov P.S., Gurov A.A.
Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)*

Researches aimed to analyzing the negative impact of the human factor at maritime industry are increasingly faced with the problem of the versatility of this phenomenon [1-3]. Meanwhile, according to the reports of the expert commission “Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2020” more than 56% of accidents at sea were caused by the human factor. Needless to say that impossible to completely eliminate the influence of the human factor in the ergatic systems of maritime transport [4-8]. However, due to the large human and economic losses, it is necessary to do everything what possible for neutralizing the most significant developments of the human factor.

On a same row of many developments of this fact, fatigue and sleepiness during navigational watch, watch when alongside, and during maneuvering are especially prominent. Especially this is currently actual at the present stage, when COVID-19 pandemic problems are superimposed on transport processes, which introduces significant restrictions and enhances the negative effect of the human factor.

As an example, from the 2013 year “The Stress Research Institute” at Stockholm University has conducted a number of studies which shown a tendency towards sleepiness and fatigue depending on the type of watch keeping and daily time as well as influence from additional paper work after the shift. Optimal watch keeping time has been determined as 4 hours of watch 8 hours of rest, and also that a minimum of 8 hours of uninterrupted sleep is necessary for safe watch keeping, all other methods are a compromise of safety. These works have become a platform for large-scale collaborative with The Centre for Maritime Health and Society, University of Southern Denmark, Warsash Maritime Academy, Southampton Solent University research named “Martha Project” The results of this researches formed a basis for IMO GUIDELINES ON FATIGUE issued 24 January 2019 and also taken into account when drawing up some amendments to the MLC 2006 in 2018. Research data confirmed that fatigue affects memory impairment, reaction, changes in psychological state and perception of the surrounding navigational situation, and that captains are the first who fall into the risk group. However, despite the amendments introduced regarding changes in the organization of work and rest time, there were no significant improvements in the work of navigational watches. This is primarily due to the lack of tools for identifying signs and root causes of the negative developments of captain’s fatigue. The accumulating psychophysiological pressure during many days of the ship's passage individually and unpredictably causes a loss of concentration as well as spontaneous loss of activity. The problem is that this aspect develops itself in the most stressful and difficult navigation situations, when the captain is required to make managerial and responsible decisions.

As practice has shown, it is impossible to eliminate this factor only by organizational measures, however, was noted that in addition to 7-8 hours of continuous sleep, it is very important and necessary for the captains to have a deep sleep factor, which makes up 25-30% of the total time.

Thus, a set of measures aimed at introducing information technologies, training students and cadets, simulator training cannot fully guarantee the successful navigational watch keeping directly on board of the vessel in real conditions. At the same time, a wide range of related psychological studies also indirectly indicates the significance of fatigue, drowsiness and mental deformation of the personality, which is also confirmed by medical reports.

A number of basic studies clearly point to the causes of the human factor from fatigue and loss of concentration [9]. However, the tools that offered by the researchers do not allow their use in the conditions of real control of the ship by the captain [10-12]. At the same time, the analysis of the above studies made the possibility to conclude that it is not possible to eliminate and / or control this factor due to the facts of:

- drug correction methods are unacceptable and require medical supervision;
- methods of psychological correction are take a lot of time and also require a specialist psychologist on board;
- methods of influencing the cerebrum with micro-currents require expensive non-mobile equipment and specially trained personnel.

For the scientific analysis of the problem, an experiment carried out on the base of the training center of Kherson Maritime State Academy (Ukraine) within the working limits of the research laboratory "Development of decision support systems, ergatic and automated ship traffic control systems." As a sensor for monitoring the presence of a deep sleep phase, used a smart watch that able to controlling data on the amount and quality of sleep, heart rate and other physiological parameters with sufficient accuracy. During the experiment, noted that in event of absence or shortage of the deep sleep phase even with a total sleep duration of 7-8 hours in case of appearance of a critical or non-standard situation, there is a sharp decreasing of the heart rate below the level of a calm state (Fig. 1).

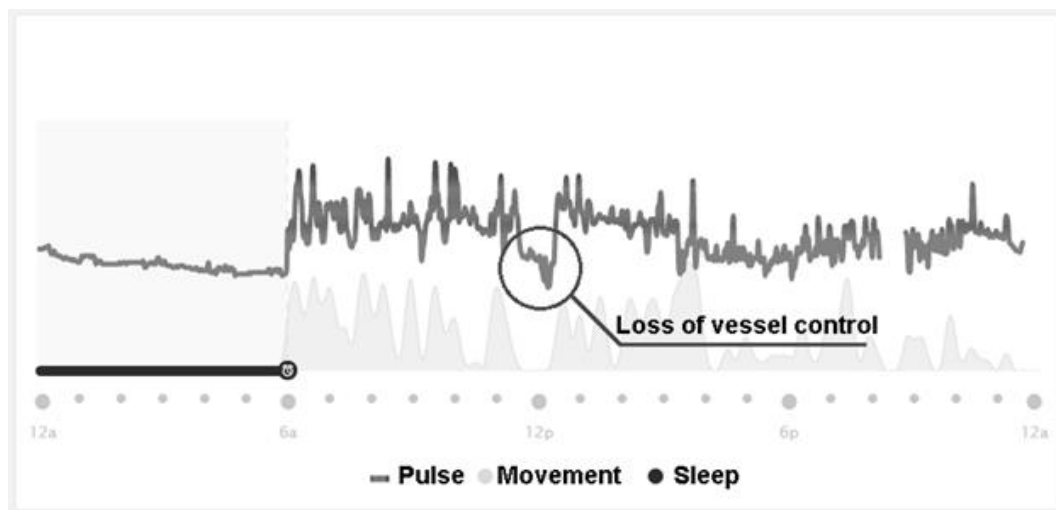


Figure 1 – Phases of activity combined with watch keeping with a preliminary phase of deep sleep of 9 minutes. (about 2% of the required 25-30%)

The experiment showed that the captain, at the moment of loss of control, was in a state of inadequate perception of the navigational situation. As a result, decisions were made in accordance with the dominant type of personality (the scale of psychopathy was overestimated, which demonstrates a tendency to disregard rules and accepted norms) High sleepiness level was also noted on the Epworth Subjective Sleepiness Scale (11 points in scale - which corresponds to abnormal sleepiness).

Thus, this problem requires deep research and solution. In a view of the difficulty of directly determining the negative actions of the human factor from the side of psychologists and physicians, proposed to develop a specialized automated system for identifying signs of the occurrence of this appearance at early stages in conditions of uncertainty. Development of such system will significantly reduce the risk of disasters in maritime transport by providing automated decision-making support for Captains Mariners.

REFERENCES

1. IMO GUIDANCE ON FATIGUE MITIGATION AND MANAGEMENT MSC/Circ.1014 12 June 2001.
2. IMO GUIDELINES ON FATIGUE MSC.1/Circ.1598 24 January 2019.
3. EMSA ANNUAL OVERVIEW OF MARINE CASUALTIES AND INCIDENTS 2020 07.12.2020.
4. Nosov P.S., Ben A.P., Mateichuk V.N., Safonov M.S. Identification of “Human error” negative manifestation in maritime transport // Radio Electronics, Computer Science, Control. Zaporizhzhia National Technical University. № 4(47). - 2018. Pages 204-213. Web of Science. doi: 10.15588/1607-3274-2018-4-20.
5. 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>
6. 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.
7. Nosov, P., Zinchenko, S., Ben, A., Prokopchuk, Y., Mamenko, P., Popovych, I., Moiseienko, V., Kruglyj, D. (2021). Navigation safety control system development through navigator action prediction by Data mining means. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (9 (110)), 55–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229237>
8. 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.
9. 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.
10. Zinchenko S.M., Nosov P.S., Mateichuk V.M., Mamenko P.P., Grosheva O.O. Use of navigation simulator for development and testing ship control systems. МНПК пам’яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS - 2019), 24 – 28 квітня 2019, Одеса – Стамбул – Одеса. Pages 350-355.
11. Serhii Zinchenko, Oleh Tovstokoryi, Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Vitaliy Kobets, Gennadii Abramov. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // CEUR Workshop Proceedings, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>.
12. Zinchenko S., Ben A., Nosov P., Popovych I., Mateichuk V., Grosheva O. The vessel movement optimisation with excessive control // Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics, 2020. - № 3(99). P. 86-96. DOI: 10.31489/2020Ph3/86-96.

ANALYSIS OF STAKEHOLDER REQUIREMENTS FOR IDENTIFICATION OF THE STATES OF NAVIGATOR'S MODEL

*Masonkova M.M., Dyagileva O.S., Nahrybelnyi Ya.A.
Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)*

In the context of the increasing digitalization of the global processes of the transport industry, there are trends leading to the unification of standards and requirements for maritime professionals. New approaches in crewing selection are increasingly based on the interests of large maritime companies or their conglomerates. In response to this, adaptive educational systems appear that adjust to the individuality of each student / cadet in order to get a professional of the required level most flexibly, without additional retraining. In the context of the direct dependence of the human factor influence on the ship handling processes, the most responsible and bordering on risks is the profession of a navigator (ship captain). Therefore, this approach requires the transformation of the educational process into a format that would focus on practical, simulator training using navigation simulators [1].

The purpose of this research is to analyze the existing system of requirements on the part of stakeholders, the system of knowledge that students / cadets master during the learning process. Also it is about a comparison of the results obtained for the development of an automated system that allows to process data that are multifactorial in their structure, which is necessary for organizing the management of complex educational processes.

The profession of navigator is specific and requires concentration of attention, strength, endurance, since first of all it is very difficult from psychological point of view. Along with the emotional factor, seafarers must carry out their work in accordance with all IMO requirements and in compliance with the STCW rules [2]. The performance of professional duties under the pressure of these two factors requires high qualifications from seafarers, that also indirectly affects the elimination of the negative human factor [3-8]. That is why, one of the main criteria for assessing the state of navigator's model is the educational aspect, but the complexity of this approach is about the fact that the results of the assessment should not be subjective. Consequently, the use of information technologies and the development of automated management systems is the approach that will allow at a qualitatively new level to solve the issues of establishing a flexible training system for navigators in the context of dynamically changing stakeholder requirements. At the same time, we must take into account two levels of stakeholders: national (Ministry of Education of Ukraine, National Agency for Higher Education Quality Assurance); and international (shipping companies, crewing).

Given this specificity, the development of an automated system for identifying a model of a professional navigator should monitor its state throughout the educational trajectory, predicting the chances of successful employment at each discrete moment in time. It is necessary to know exactly whether the knowledge and skills acquired by students meet the requirements of the practical stakeholders (who provide jobs for maritime professionals).

In 2021, scientists Setiawan, Paratama conducted a survey among stakeholders of different levels [9]: crewing Manager of a shipping company; deputy' Manager of a shipping company; a lecturer of Marine Engineering; active Captain On-Board; the head of ship management (the crew service center). The expert group identified a number of requirements: The new hatch of seafarer lacking the discipline, improvement motivation, also both skill and knowledge; The new generation of seafarers need to improve their linguistic skill and mentality in general; Our seafarers nowadays are still lacking in communication skill and IT knowledge to compete with others nation seafarers; Our seafarers need better character building and the motivation to learn. Aside from that, the MET itself needs improvement in term of activities regarding seafarer trainees; Our seafarers are barely adequate in practical field and lacking in

theoretical field also our seafarers need to be more adaptable toward dynamic nature of their field of work; The most fatal flaw our seafarers have are the poor interest of reading and the lack of theoretical knowledge in general.

Also it was initiated a survey in order to identify the main qualifications that a maritime professional should have. As a result of the survey, after processing all the answers, the mandatory hard (technical and theoretical knowledge; English communication skill; IT skill) and soft skills (managerial skills; hardiness; learning motivation Attitude) were identified [10].

The priority of skills was placed in a different order by all stakeholders, but the same thing for all is the moment that in addition to improving these skills, great attention should be paid to practical, simulator training. The use of specialized training and navigation simulators makes it possible to simulate working conditions, which means that it significantly expands the range of identification of the navigator's model data.

Stakeholders are interested in employing professionals who will be able to complete the work as efficiently as possible in the shortest time. To ensure the availability of these skills among its graduates [11,12], the following types of simulators are used at KSMA:

- virtual (“Navigation Information Systems”, Training Laboratory “Global Maritime Distress and Safety System”, Training Laboratory “Full-Mission Engine Room Simulator”, “Electronic Navigation Means” etc.)
- full-scale (“Training Complex – Mooring Station”, Training-Methodological Laboratory onboard Vessel “Warnow Jupiter”, Training Laboratory “Survival at Sea and Fire Fighting Training Complex” etc.)
- VR technologies (the use of specialized equipment: glasses, manipulators and a server, will allow the introduction of virtual reality into training).

The use of these training complexes will allow at the device and software level to extract data on the progress of student/cadet's training, build a formal-logical model of his state, perform forecasts and strategic planning on the scale of KSMA.

REFERENCES

1. Serhii Zinchenko, Oleh Tovstokoryi, Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Vitaliy Kobets, Gennadii Abramov. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // CEUR Workshop Proceedings, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>
2. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers [Електронний ресурс]. – 1978. – Режим доступу до ресурсу: https://puc.overheid.nl/nsi/doc/PUC_2386_14/3/.
3. Nosov P., Ben A., Safonova A., Palamarchuk I. Approaches going to determination periods of the human factor of navigators during supernumerary situations // Radio Electronics, Computer Science, Control № 2(49). - 2019. Pages 140-150. Web of Science. doi: 10.15588/1607-3274-2019-2-15
4. 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>
5. Nosov P. S., Palamarchuk I.V., Safonov M.S., Novikov V.I. Modeling the manifestation of the human factor of the maritime crew // Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan (Dnipro) № 5 (77). – 2018. Pages 82-92. doi:10.15802/stp2018/ 147937
6. 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

7. Zinchenko S.M., Nosov P.S., Mateichuk V.M., Mamenko P.P., Grosheva O.O. Use of navigation simulator for development and testing ship control systems. МНПК пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS - 2019), 24 – 28 квітня 2019, Одеса – Стамбул – Одеса. Pages 350-355.
8. 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.
9. Ade Niko Setiawan. Exploring the Qualifications of Future Seafarers from the Perspective of Stakeholders: its Implications in the Maritime Education and Training / Ade Niko Setiawan, Yudha Prawira Dijaya, Andhika Wira Paratama // Jurnal Penelitian Transportasi Laut. – 2021. – №23. – С. 33–38.
10. Шелест Т. М. Передумови застосування стейкхолдер-менеджменту на ринку підготовки моряків / Т. М. Шелест // Інноваційна економіка. - 2016. - № 1-2. - С. 206-211. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/inek_2016_1-2_35.
11. 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.
12. Mariia Masonkova, Olena Dyagileva, Pavlo Nosov. Development of the identification system of cadets' qualification characteristics regarding stakeholder // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування (СЕУТТО 2021). С. 280-282.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ВЗАЄМОДІЇ ТА РОЗХОДЖЕННЯ СУДЕН У МОРІ НА ОСНОВІ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

Осипчук В.В., Круглий Д.Г.

*Херсонська державна морська академія
(Україна)*

Вступ. В сучасних умовах збільшення інтенсивності судноплавства, необхідно звернути особливу увагу на можливість керування суднами при змінних умовах навколишнього середовища. Відомо, що більшість аварій припадає на перебування суден в обмежених водах та в зонах відповідальності портів. Тому найбільш гостро постає проблема безпеки руху саме в цих районах. У зв'язку з цим актуальними стають дослідження задач взаємодії і розходження суден та чинників, урахування яких забезпечить безпеку плавання.

Актуальність дослідження. Задача взаємодії та розходження суден на водних шляхах є однією з складових процесу судноплавства. Складність вирішення цієї задачі полягає не тільки в координації колективного плавання, а й у винятковій важливості володіння судноводієм МПЗЗС, знанням точних значень навігаційних параметрів судна, урахуванням кліматичних, природних чинників, які впливають на безпеку руху. Маса та розмір судна, його швидкість, характеристики остійності; мінливість та швидкість течії, рельєф дна, близькість берегової лінії та її вигини, що разом з погодними чинниками (шквальний вітер, туман) обумовлює певну навігаційну ситуацію. Для оцінки всіх обставин, визначення місця положення судна необхідний одночасний аналіз показників всіх навігаційних систем, в тому числі показників судна, супутникових систем спостереження, даних інформаційних систем, розташованих на буях в місці проходження судна та наявність поруч інших суден та напрямом і характеристики їх руху.

Постановка задачі. Пропонуємо розглянути формалізацію задачі взаємодії та розходження суден у морі на основі кластерного аналізу.

Для вирішення поставленої задачі було проаналізовано низку літературних джерел. В результаті аналізу ми дійшли висновку, що саме формалізація на основі кластерного аналізу врахує весь необхідний інформаційний комплекс і тим самим створить умови для безпечного судноплавства.

В процесі плавання судно піддається впливу насамперед двох середовищ: водного і повітряного. Крім того, існує багато природних і штучних перешкод, які можуть представляти навігаційну небезпеку. Тобто для забезпечення безпеки плавання судноводію необхідно мати гідрографічне, гідрометеорологічне та навігаційне забезпечення.[1]

До гідрографічного забезпечення належить характеристика такого поняття, як «судновий хід» (фарватер). Вони бувають основні (на транзиті водного шляху) та підхідні (з транзиту до причалів та ін.). З точки зору безпеки плавання важливі такі характеристики суднового ходу, як протяжність, глибина, ширина, радіус закруглення. Крім того, судновий хід треба розглядати у зв'язці з характеристиками течій (швидкістю, напрямком), їх видами (свальна, притискна, затяжна), фазами води по всьому маршруту слідування.

Що стосується гідрометеорологічної інформації, то її надає сучасна морська гідрометеорологічна мережа спостережень, яка є частиною наземної підсистеми отримання гідрометеорологічних даних в прибережній зоні України Чорного та Азовського морів і складається з 37 морських оперативно-виробничих організацій (станцій і постів). Відповідно до програми спостережень стандартні гідрологічні спостереження на морській береговій мережі проводяться за наступними елементами:

рівнем моря, елементами хвилювання моря, температурою поверхневого шару, льодовими явищами, солоністю і ін.

За якістю морської води ведуть спостереження сім гідрохімічних лабораторій, п'ять з яких проводять комплексні спостереження за забрудненням природного середовища. Додатково проводяться спостереження за небезпечними і стихійними гідрометеорологічними явищами. Крім того, виробляються метеорологічні спостереження за вітром, температурою і вологістю повітря, хмарністю, видимістю і різними атмосферними явищами [2].

Навігаційне забезпечення надає інформацію про навігаційні небезпеки. Вони поділяться на постійні різко піднятий рельєф дна, звивистість водного шляху, затоплені судна або споруди) та тимчасові (головним чином гідрометеорологічними факторами – туманом, вітром, хвилюванням. Крім того, особливу увагу слід приділяти характеру ґрунту або наносів і течіям в районі плавання).

Через розгалуження Дніпра судноводієві треба бути особливо уважним в місцях проходження поблизу проток зі швидкою течією. Також до навігаційних небезпек необхідно віднести і плаваючі об'єкти: топляки, буї, рибальські снасті та ін. Такі об'єкти можуть примусити судно змінити курс, що в стислих умовах плавання може призвести до виникнення проблем з керуванням судна, посадкою на мілину та загрозою зіткнення, в тому числі з іншим судном, якщо останнє знаходиться на небезпечній відстані.[3] Сам елемент такого ризику вказує на те, що найважливішу роль в процесі забезпечення безпеки плавання відіграє людський фактор. Вчасне виявлення можливості небезпечного зближення суден, маневрування для відходу судна від небезпечного зближення, планування траєкторії безпечного руху судна від правильності та швидкості прийнятого рішення залежить безпека судна, вантажу і насамперед людські життя.

Висока кваліфікація судноводія, його особистісні риси мають велике значення для процесу прийняття рішення на основі аналізу не тільки видимої обстановки, а й інформаційної підтримки з боку цілої низки вхідних факторів. З метою забезпечення безпеки судноплавства в стислих умовах плавання в районі дельти річки Дніпро і відповідальної ділянки Херсонського морського порту встановлені джерела безперервної інформаційної підтримки прийняття рішень судноводієм. Ці джерела є складовою частиною загальної системи, яка створюється на території Херсонської області на базі Херсонської державної морської академії. Складність проходження району дельти Дніпра при покиданні зони розмежування і виходу до моря ще більше загострює питання розходження і взаємодії суден. У зв'язку з цим актуальними стають дослідження задач взаємодії і розходження суден та чинників, урахування яких забезпечить безпеку плавання.

Результати досліджень. Розглянемо систему моніторингу з використанням сенсорних мереж, де вузли датчиків можуть бути оснащені звуковими, вібраційними, температурними і відображаючими зондами. Припустимо, датчики контролюють географічний регіон і повинні стежити, обробляти і обмінюватися даними один з одним, щоб відстежувати і ідентифікувати об'єкти, що представляють інтерес судноводія.[4] Спостереження зазвичай представляють собою дані в вигляді часових рядів. Система моніторингу може контролювати безліч об'єктів X:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$$

Кожен об'єкт характеризується набором атрибутів A:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$$

При цьому система моніторингу стежить за значенням атрибута x кожного об'єкта в кожен момент часу t:

$$x_i(t) = \{a_{1i}(t), a_{2i}(t), \dots, a_{ji}(t), \dots, a_{mi}(t)\}$$

Таким чином, аналізовані дані для системи моніторингу можливо представити у вигляді таблиці.

Таблиця 1 – Дані системи моніторингу

t	X	$A1$	$A2$...	A_j	...	A_m	M
$t1$	$X1(t1)$	$a11(t1)$	$a21(t1)$...	$aj1(t1)$...	$am1(t1)$	$M1$
	$X2(t1)$	$a12(t1)$	$a22(t1)$	...	$aj2(t1)$	...	$am2(t1)$
	
	$Xi(t1)$	$a1i(t1)$	$a2i(t1)$	...	$aji(t1)$	...	$ami(t1)$
	
	$Xn(t1)$	$A1n(t1)$	$a2n(t1)$	...	$ajn(t1)$	...	$amn(t1)$
...								
$t2$	$X1(t2)$	$a11(t2)$	$a21(t2)$...	$aj1(t2)$...	$am1(t2)$	$M2$
	$X2(t2)$	$a12(t2)$	$a22(t2)$	...	$aj2(t2)$	...	$am2(t2)$
	
	$Xi(t2)$	$a1i(t2)$	$a2i(t2)$	...	$aji(t2)$	...	$ami(t2)$
	
	$Xn(t2)$	$A1n(t2)$	$a2n(t2)$	...	$ajn(t2)$	...	$amn(t2)$

Варто звернути увагу, що системи можуть бути однорідними (тобто кожен вузол спостерігає загальне підмножина даних) або гетерогенними (тобто кожен вузол спостерігає відповідне підмножина даних). Гетерогенна система розглядає два види розподілу даних: горизонтальне і вертикальне. При горизонтальному розподілі дані діляться на джерела по рядках або для тимчасових рядів за часом або по об'єктам з X . При вертикальному розподілі дані діляться на джерела по стовпчиках або по атрибутам з A .

Одним зі стандартних підходів сегментації є кластеризація [5]. Яка є одним з найбільш використовуваних методів інтелектуального аналізу даних в розподілених системах моніторингу. Метою цього методу є розкладання або розбиття набору даних на групи шляхом мінімізації міжгрупового несхожесті і максимізації внутрішньогрупової подібності. У такому випадку потрібно організувати передачу даних від датчиків в єдине сховище для подальшої кластеризації.

Фактично, кластерний аналіз є набором різноманітних алгоритмів класифікації і дає найбільш можливо-значиме рішення. Тому вважаємо доцільним і актуальним використання кластерного аналізу для вирішення поставленої задачі.

Аналіз процесу взаємодії і розходження суден дозволяє виділити інформаційні об'єкти, які його забезпечують.: правила МППСС, навігаційні характеристики суден, умови навколишнього середовища. Виділивши в окремі кластери деякі з них, а саме течії та маневрену швидкість судна і, приступивши до кластеризації ознак звичного набору спостережень, ми використали алгоритм, який є вдосконаленою версією методу k середніх для обробки великих масивів даних. Сутність його полягає в обчисленні ваг, які оцінюють міру відносної важливості участі кожної змінної в формуванні кожного кластера. Ці ваги включаються в функцію відстані, тим самим зменшуючи його для більш значущих змінних, і перераховуються на кожній ітерації об'єднання в кластери.

На рис. 1 наведено графічне зображення результатів кластерного аналізу методом K -середніх.

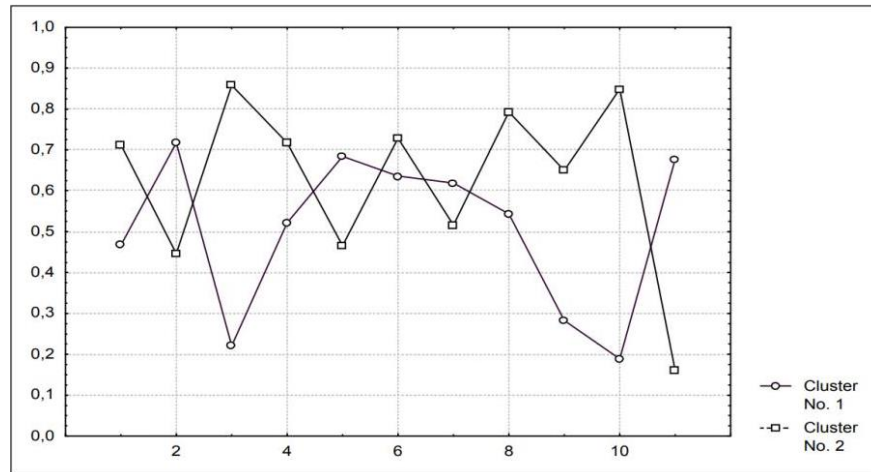


Рисунок 1 – Метод К-середніх для 2-х кластерів

Висновки. Відмінною рисою методів забезпечення безпеки мореплавання є спрямованість на збереження усіма морськими суднами своїх основних функцій при всіх виникаючих незапланованих факторах: забезпечення плавучості, остійності, збереження керованості судна при несприятливих кліматичних умовах - штормі, сильному вітрі і перебігу, тощо. Створення єдиного та узгодженого інформаційного простору впливу на прийняття рішень судноводієм шляхом формалізації задачі взаємодії і розходження суден значно розширить можливості вдосконалення і оптимізації забезпечення безпеки судноплавства. Запропонований нами метод формалізації на основі кластерного аналізу дозволить ефективно вирішити цю задачу.

Проведені дослідження доводять що проблема формалізації взаємодії та розходження суден в прибережних водах України, а особливо в дельті річки Дніпро є актуальною і гострою. Розширення системи інформаційного супроводу, використання кластерного аналізу в обробці всього інформаційного комплексу забезпечення судноплавства і створять умови безпечного руху суден в стислих умовах плавання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Навигационно-гидрографическое и гидрометеорологическое обеспечение судовождения на внутренних водных путях: монография / В.А.Катенин, А.В.Зернов, М.В.Журавлёв, В.И.Дмитриев.-СПб.: «Элмор», 2011.
2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам.Л.: Гидрометеиздат,1987.-Вып.1.
3. Бояров А.В. Исследование информационного обеспечения систем диспетчерской службы речных автоматизированных систем управления движением судов: дис., канд.тех.наук,СПб.:СПГУВК, 2005.
4. Котов, А. Кластеризация данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://logic.pdmi.ras.ru/~yura/internet/02ia-seminar-note.pdf>
5. Ершов, К. С. Анализ и классификация алгоритмов кластеризации / К. С. Ершов, Т. Н. Романова. // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2016. № 19.

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ КОНЦЕПЦІЇ E-NAVIGATION У ІНТЕГРОВАНОМУ МІСТКУ СУЧАСНОГО СУДНА

*Безбах О. М., Стрелковська Л. О.
Херсонська державна морська академія
(Україна)*

Вступ. e-Navigation – це стратегія, розроблена Міжнародною морською організацією (ІМО), спеціалізованою установою ООН. Дана концепція спрямована на підвищення ефективності судноплавства шляхом кращої організації даних на судні та на березі, а також кращого обміну даними та зв'язку у режимі судно-судно та судно-берег.

Концепція була започаткована, коли морські влади із семи країн звернулася до Комітету ІМО з безпеки на морі з проханням додати розробку стратегії e-Navigation до програм роботи підкомітетів NAV та COMSAR. Робочі групи з трьох підкомітетів (NAV, COMSAR та STW) та міжсесійна група, очолювана Норвегією, згодом розробили План впровадження Стратегії e-Navigation (SIP). Держави-члени ІМО та ряд міжурядових та неурядових організацій додали свій внесок у роботу, включаючи Міжнародну гідрографічну організацію (МГО / ІНО), Міжнародний радіо-морський комітет (СІРМ), Міжнародну асоціацію маячних служб (ІАЛА), Міжнародну Палату судноплавства (ІС), Балтійську та Міжнародну морську раду (ВІМСО) та Міжнародну електротехнічну комісію (МЕК / ІЕС) [1 – 2].

e-Navigation – це гармонізовані заходи по збору, інтеграції, обміну, представленню та аналізу інформації, що стосується судноплавства, на судні та у берегових службах за допомогою електронних технологій для підвищення рівня безпеки мореплавання, забезпечення якості та ефективності роботи відповідних служб, безпеки на морі та захисту навколишнього середовища. У загальному плані e-Navigation представляє собою систему комплексного використання інформації для забезпечення та обслуговування судноводіння та пов'язаних з ним засобів, систем та служб.

Актуальність дослідження. Актуальність комплексного використання навігаційних даних пов'язана з концепцією комбінування інформації з досліджуваних джерел з метою знайти більш точні, більш повні та більш достовірні дані про ситуації, ніж результати, які отримуються від цих датчиків окремо. Як компоненти системи e-Navigation розглядаються: інтегрований місток судна (ІМС / ІБС), суднова автоматична ідентифікаційна система (АІС / АІС), засіб автоматичної радіолокаційної прокладки (ЗАРП / АРРА), електронна картографічна навігаційна інформаційна система (ЕКНІС / ЕСДІС), глобальні супутникові навігаційні системи (ГСНС / GNSS), система дальньої ідентифікації та контролю (LRIT), засоби навігаційного обладнання (ЗНО / АТОН), системи управління рухом суден (СУРС / VTS) тощо.

e-Navigation – це складна довгострокова концепція, яка об'єднує різні зацікавлені сторони та чинить вплив на судноплавство у цілому. Серед тих, на чий професійні інтереси поширюється виконання програми e-Navigation, можна назвати: моряків, лоцманів, виробників суднового обладнання, служби управління рухом суден, прибережні держави, держави портів та держави прапорів, гідрографічні організації, власників та операторів суден, фрахтувальників тощо [3].

Технології концепції e-Navigation у цілому зменшують навігаційні помилки та кількість несприятливих подій, приносить користь у таких областях, як пошук і спасіння, запобігання забрудненню навколишнього середовища, забезпечення безпеки на морі та захисту важливих морських ресурсів, таких як місця вилову риби тощо. Технології концепції e-Navigation також мають здатність забезпечити ефективність у плануванні та

експлуатації судноплавної логістики, надаючи інформацію щодо гідрометеорологічних умов, умов портів та експедиторів тощо.

Результати дослідження. Концепція e-Navigation впроваджується саме з метою підтримки процесів прийняття рішень у судноводінні, підвищення ефективності та запобігання помилкам OOW. Для досягнення зазначених цілей навігаційні системи повинні містити функції аналізу, застосування яких надає допомогу OOW при виконанні інструкцій, при ідентифікації ризиків, при уникненні зіткнень й посадок на міліну тощо.

Берегові системи повинні аналізувати можливість негативного впливу суден на навколишнє середовище, здійснювати перспективне планування їх руху, оцінку ступеня ризику, повідомляти про можливість аварійних ситуацій і заходів щодо їх запобігання. Увага також має бути приділена [3]:

- використанню аналізу для оперативного реагування на різні несприятливі обставини, плануванню заходів у відповідь;
- виявленню аварійних ситуацій і запобігання цим ситуаціям;
- забезпеченню готовності засобів управління і зв'язку;
- відновленню функціональності навігаційного обладнання.

Одна з цілей концепції e-Navigation полягає в об'єднанні судноводіїв та операторів VTS в єдину команду для забезпечення ефективного й безпечного судноплавства шляхом обміну інформацією. Концепція e-Navigation повинна гарантувати також прийом на березі та на судах інформації від засобів навігаційного огороження і передачу їм даних стандартизованим узгодженим способом, щоб підвищити ефективність процесу оцінки навігаційної обстановки. Виділяють сім ключових компонентів концепції e-Navigation, які застосовуються як на бортах суден, так й береговими службами [3 – 4]:

- електронні карти та гідрометеорологічна інформація;
- цифрові сигнали про позицію судна;
- інформація у цифровому вигляді про маршрут судна, його курс та швидкість, про маневрування;
- організація передачі усієї наявної навігаційної інформації;
- відображення усієї наявної навігаційної інформації;
- інформаційні повідомлення, визначення пріоритетів і можливість попереджень;
- передача сповіщень про лихо та морська інформація по безпеці.

Архітектура концепції e-Navigation найчастіше досліджується як електронна, але за своєю суттю є й технічною і повинна розвиватися, використовуючи впровадження інженерних основ. Деякі з них вже зазначені у Плані впровадження Стратегії e-Navigation (SIP). Головна основа полягає у тому, що будь-яка суднова технічна система, що відповідає вимогам концепції e-Navigation, повинна бути «відкритою» із стандартизованим зв'язком між основним модулем та її складовими.

Відповідно концепції e-Navigation, кожен крок розвитку будь-якої суднової технічної системи буде враховувати вимоги користувачів (OOW), тобто інженерам доводяться до відома всі потреби в окремих сферах при розробці конкретних інтерфейсів людина-машина (англ. Human Machine Interface – HMI), які будуть реалізовані як системи на бортах різноманітних суден, що здатні ефективно вирішувати поставлені завдання. Така інформаційна потреба призводить до встановлення інноваційних датчиків навігаційної інформації, які доводять до користувачів (OOW) тільки необхідну інформацію, а HMI служить тільки для зв'язку з даними. Тому, інформація, яка надається інтегрованим містком судна, підлягає переосмисленню в певних ситуаціях, а OOW, в свою чергу, сам відбирає необхідні дані [3-4].

На основі теорії можливостей актуально розробити узагальнену модель оцінки надійності програмного забезпечення перспективних систем e-Navigation. Як відомо, безліч моделей оцінки надійності, базуються на математичних складових апарату теорії

ймовірностей, багато в чому запозичених з теорії розрахунку та аналізу надійності технічних систем. Загальним недоліком цих моделей є відсутність обліку впливу розробника або особи, що тестує дану систему, що відповідає вимогам концепції e-Navigation, на процес налагодження та тестування програмного забезпечення інтегрованого містка судна. При цьому виключно необхідно враховувати вплив названих осіб на надійність програмного забезпечення, що визначається рядом факторів:

- компетенція особи-розробника створює різний вплив на процес налагодження та тестування і визначається нечітким поняттям;
- активність особи-розробника відповідає її досвіду, а досвід особи є нечітким поняттям;
- налагодження програмного забезпечення залежить від зусиль особи-розробника та її продуктивності, які також є нечіткими поняттями.

Отже, для врахування впливу людини в моделях надійності програмного забезпечення інтегрованих містків сучасних суден повинні бути використані нечіткі методи.

Відомо, що в процесі налагодження програмного забезпечення розробник може не тільки не виправити помилку, але й ввести нові помилки, які знизять надійність програмного забезпечення у цілому. Причинами цього є:

- помилки, що з'являються після виправлення помилки, яка їх маскувала;
- випадкові зміни коректного коду програм;
- недостатній досвід і знання особи-розробника предметної області;
- ускладнення програм при виправленні помилок.

Ясно, що в процесі налагодження програмного забезпечення відбувається «навчання» розробника, тобто підвищення його досвіду, що також впливає на процес виправлення помилок і має бути враховане в моделі розрахунку і аналізу надійності програмного забезпечення інтегрованих містків сучасних суден. Більшість названих чинників може бути враховано введенням в модель однієї нечіткої змінної, що характеризує число помилок, які виправляються або були внесені, а також функції зміни числа названих помилок в процесі налагодження програми. На цій підставі може бути запропонована модель надійності програмного забезпечення, яка узагальнює нечітку модель [5].

Нехай T_i – інтервал часу між $(i - 1)$ -м та i -м відмовами програмного забезпечення інтегрованого містка, який є нечіткою змінною з $\mu_i(x) = \exp[-(x - a_i)^2]$, де a_i – очікуваний час до наступної i -ої відмови. Можна припустити, що $a_i = f(i)$, де f – деяка функція, що характеризує зростання надійності програмного забезпечення інтегрованого містка судна в процесі виправлення помилок, тобто:

$$f(i) = (A + B_i)^{-\alpha} \text{ або } f(i) = \exp [(A + B_i)^{-\alpha} + C]. \quad (1)$$

практичний інтерес опис цієї функції та її параметрів A , B , C та α так, щоб вони найбільш точно відображали зміни надійності програмного забезпечення інтегрованого містка судна у процесі налагодження.

Висновки. Основна особливість розподілу можливостей полягає у встановленні деякої впорядкованості переваг на безлічі значень нечіткої змінної, що характеризує надійність настання події. Нерівність двох функцій розподілу ймовірності говорить про те, що одне значення нечіткої змінної більш (менш) правдоподібне. Рівність функцій розподілу ймовірності нулю означає, що дане значення нечіткої змінної неможливе, а рівність одиниці вказує на те, що значення найбільш правдоподібне. Таким чином, аналіз надійності настання подій в рамках теорії можливостей має сенс тільки на якісному порівняльному рівні. Як висновок, можна стверджувати, що застосування теорії можливостей для аналізу надійності програмного забезпечення інтегрованого містка судна у рамках концепції e-Navigation, є обґрунтованим.

Відомо з ергономіки та інженерної психології, що система «людина-машина» реалізує алгоритми операторської діяльності в ході вирішення поставлених перед оператором системи завдань. Час їх вирішення засобами будь-якої умовної технічної системи судна, що відповідає вимогам концепції e-Navigation, залежить від психологічних і фізичних особливостей оператора (OOW) і рівня його підготовки. Саме це повинне розглядатися як нечітке, аналогічно нечіткими є стан помилок як OOW, так і апаратно-програмних засобів берегових та / або бортових систем, що відповідають вимогам концепції e-Navigation. При цьому виправдано вважати, що надійність апаратно-програмних засобів берегових та / або бортових систем, що відповідають вимогам концепції e-Navigation, значно вища, ніж осіб-операторів, таких як вахтові помічники капітанів, оператори систем управління рухом суден тощо, за умов аналізу рівня помилок при реалізації поставлених завдань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hagen J. E. Implementing e-Navigation. Boston: Artech House, 2017. 220 p.
2. Appleyard S. F., Linford R. S., Yarwood P. J. Marine Electronic Navigation: 3d edition. Abingdon: Routledge, 2005. 616 p.
3. Weintrit A. International Recent Issues about ECDIS, e-Navigation and Safety at Sea. Boca Raton: CRC Press, 2017. 204 p.
4. Weintrit A. Navigational Systems and Simulators. Boca Raton: CRC Press, 2011. 208 p.
5. Вагущенко Л. Л. Интегрированные системы ходового мостика. Одесса: Латстар, 2003. 170 с.

СЕКЦІЯ:
***ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА
МОРЬКОМУ ТРАНСПОРТІ***

SYNTHESIS AND USE OF A NEURAL NETWORK MODEL OF A VESSEL TO SOLVE CONTROL PURPOSE

*Cherniavskiy V.V., Ben A.P., Zinchenko S.M.
Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)*

Introduction. The characteristics of the vessel change significantly over time due to the aggressiveness of the environment, the overgrowth of the hull with plankton, mollusks, which leads to the need to periodically refine them by conducting field tests. At the time of field tests, the vessel is decommissioned, which is associated with financial costs. In addition, the characteristics of the vessel change between field tests, increasingly different from the passport at the time of the last tests, which increases the risk of error in various operations (divergence, maneuvering near dangerous facilities for ships servicing oil and gas platforms, etc.). The theoretical foundations of classical identification methods are set out, for example, in [1] and other sources. Classical methods of parametric identification are focused on obtaining estimates of individual parameters of the mathematical model of the control object. For complex dynamic systems, which is a ship, obtaining the mathematical model itself is problematic and is based on the use of empirical formulas and coefficients [2]. All this makes significant errors in the mathematical model. Many works have been devoted to improving maritime safety, in particular, the study of psychological effects on control processes, the use of ergonomic systems and automatic modules in automated systems [3-12]. The aim of this article is to develop algorithms that allow to estimate with mathematical accuracy the maneuverability of the vessel taking into account its individual characteristics and real parameters of immersion (displacement, depth and trim) by identifying its mathematical model and its further use to assess maneuverability.

Relevance of research. Recently, neural networks have become increasingly used in control systems, which has allowed to perform a variety of vessel control tasks, including identification tasks. Unlike classical identification methods, neural networks can identify not only individual parameters of a mathematical model, but also the whole mathematical model as a whole. This is especially important for purely nonlinear control objects, for which knowledge of the nature of interaction with the immersion medium is approximate (interaction of the propeller with water, interaction of the jet of water from the propeller with the rudder and hull, shallow water, precipitation and trim, etc.). Therefore, the solution of this problem is relevant.

Problem statement. In the general case, the vector equation of motion of the ship, as a nonlinear control object, can be written as finite differences:

$$X(n+1) = F(X(n-j), U(n-j), P(n-j)), j = 1..m \quad (1)$$

where $F(*)$ is a nonlinear operator for converting a sequence of ship state vectors $X(n-j)$, $j = 0..m$, sequences of control vectors $U(n-j)$, $j = 0..m$ and sequences of immersion parameter vectors $P(n-j)$, $j = 0..m$, on the current and previous steps of calculation in the vessel state vector $X(n+1)$ in the next calculation step (mathematical model of the vessel).

To identify the mathematical model represented by equation (1), the neural network (2) is chosen:

$$[X(n+1)] = NN_{8,10,3}^2[X(n), U(n), P(n)] \quad (2)$$

consisting of input, output and one hidden layer. The input layer consists of 8 neurons, the input of which receives: 3 parameters of the state vector $X(n) = (Vx(n), Vy(n), \Omega z(n))$, 2 control parameters $U(n) = (\theta(n), \delta(n))$ and 3 dive parameters $P(n) = (d(n), h(n), \Delta(n))$.

The hidden layer consists of 10 neurons. The number of hidden layers and the number of neurons in the hidden layers were selected experimentally by training the neural network. The output layer consists of 3 neurons for deriving the parameters of the state vector:

$$X(n+1) = (Vx(n+1), Vy(n+1), \Omega z(n+1))$$

at the $(n+1)$ calculation step.

All parameters included in equation (2) are available for direct measurement using the ship's linear and angular velocity sensors, telegraph and rudder angle deflection sensors, as well as draft, depth of keel and trim sensors. Thus, it is possible to obtain all the necessary training and reference samples for training the neural network during the normal operation of the vessel.

Research results. The research was conducted in the MATLAB environment. Neural network learning parameters: array of normalized training samples p_n [8x3500], array size of normalized reference samples t_n [3x3500], hidden tansig layer initialization function, purelin output layer initialization function, trainlm learning algorithm, m001 learning criterion, learning accuracy epochs 50. Figure 1 shows the results of neural network training on the collected training and reference samples. The training results showed a good quality of training for the selected structure.

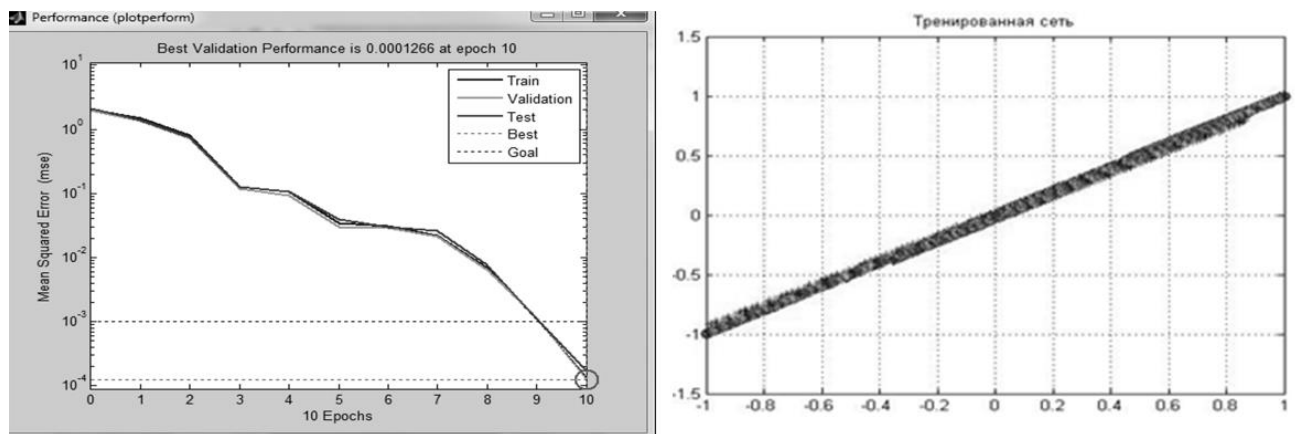


Figure 1 – The results of neural network training

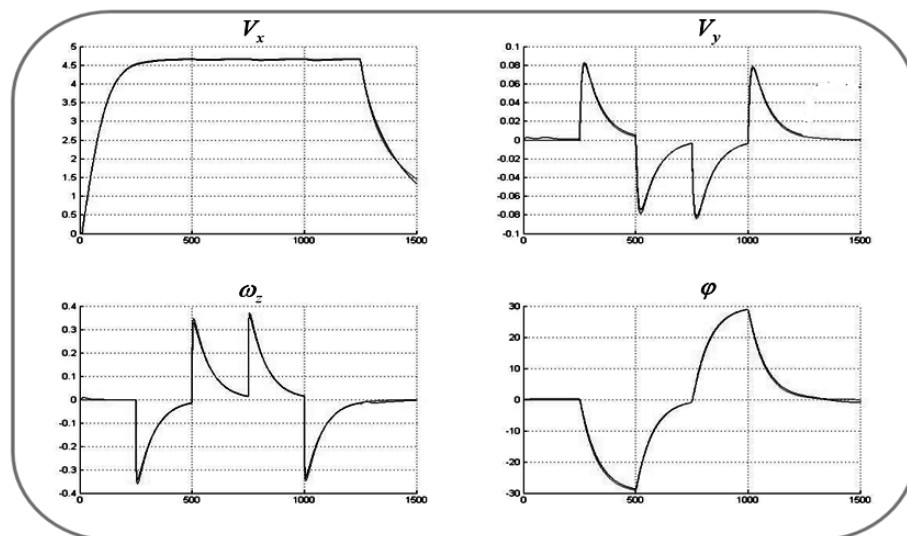


Figure 2 – Modeling results in MATLAB

Figure 2 shows the simulation results obtained using the original model (blue curve) and the simulation results obtained using the neural network (red line).

Conclusions. As the results of mathematical modeling show, assessment of the maneuverability of the vessel using a neural network model synthesized during its normal operation on the measured parameters of the state and control vector, is possible for all types of maneuvering (acceleration, braking, change of course, circulation) with high accuracy.

REFERENCES

1. V.A. Antonov, M.N. Pis'mennyj. Teoreticheskie osnovy upravleniya sudnom. – Vladivostok: MGU im.admirala G.I.Nevel'skogo, 2007. - 78 s.
2. Perez, T. Dynamic Positioning Marine Manoeuvring (2017). DOI: 10.1002/9781118476406.emoe110
3. Zinchenko, S.M., Nosov P.S., Mateychuk, V.M., Mamenko, P.P. & Grosheva, O.O. (2019). Automatic Collision Avoidance with multiple targets, including maneuvering ones. Radio Electronics, Computer Science, Control, № 4, pp. 211-221. DOI 10.15588/1607-3274-2019-4-20
4. Zinchenko S., Ben A., Nosov P., Popovych I., Mateichuk V., Grosheva O. The vessel movement optimisation with excessive control // Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics, 2020. - № 3(99). P. 86-96. DOI: 10.31489/2020Ph3/86-96
5. 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 system // Electrical, Control and Communication Engineering. Sciendo. Riga technical university. 2021. Vol. 16, Nom. 2, P. 58-64. DOI:10.2478/ecce-2020-0009
6. Zinchenko S., Moiseienko V., Tovstokoryi O., Nosov P., Popovych I. (2021) Automatic Beam Aiming of the Laser Optical Reference System at the Center of Reflector to Improve the Accuracy and Reliability of Dynamic Positioning. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education IV. ICCSEEA 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 83. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80472-5_1.
7. Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Nosov, Popovych I.S., Kobets V., Abramov G. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // CEUR Workshop Proceedings, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>
8. Zinchenko S.M., Nosov P.S., Mateichuk V.M., Mamenko P.P., Grosheva O.O. Use of navigation simulator for development and testing ship control systems. МНПК пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS - 2019), 24-28 квітня 2019, Одеса-Стамбул-Одеса. Pages 350-355.
9. Zinchenko, S.M., Mateichuk, V.M., Nosov, P.S., Popovych I.S. & Appazov, E.S. (2020). Improving the accuracy of automatic control with mathematical meter model in on-board controller. Radio Electronics, Computer Science, Control, pp. 197-207. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-4-19>
10. Zinchenko, S.M., Mamenko, P.P., Grosheva, O.O., Mateichuk, V.M. (2019). Automatic control of the vessel's movement under external conditions. Науковий вісник ХДМА, №2(21), s.10-15. DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.010-015
- Zinchenko, S., Tovstokoryi, O., Ben, A., Nosov, P., Popovych, I., Nahrybelnyi. Ya. (2021) Automatic optimal control of a vessel with redundant structure of executive devices. In: Babichev S., Lytvynenko V. (eds) Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 77. P. 266-281, Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-82014-5_18

IMPROVEMENT OF MONITORING MEANS OF VOLTAGE UNBALANCE FACTOR IN SHIPBOARD ELECTRICAL POWER SYSTEMS

Ushkarenko O.O., Domanskyi O.Y.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
(Ukraine)

Shipboard electrical power systems (SEPS) are isolated and autonomous. Voltage unbalance can occur in a three-phase system due to the non-zero impedance of the power source and differences in phase loads. The power quality by the unbalance factor is considered to be in compliance with the standards if the total duration of its going beyond the normally permissible values (2%) is no more than 1 hour and 12 minutes per day. In addition, there should be no measurements exceeding the maximum permissible value (4%) [1]. In electric machines (e.g. induction motors), due to the appearance of additional magnetic fields rotating in the direction opposite to the direction of the rotor rotation, their service term is reduced by 10-15%. The efficiency of power (synchronous) generators is decreased. Also, voltage unbalance leads to an increase in losses in the neutral wire during power transmission. In this case, disruption of uninterrupted power supply, disruption of computers and other equipment [2] is possible. Therefore, it is relevant to improve the systems for measuring and monitoring the quality of electricity in three-phase networks.

In [3] the increasing useage of electric traction on ships is noted, which leads to a significant increase in nonlinear loads in the system due to the presence of drives with variable frequency. Also, in [3] the calculation of indicators of the power quality, based on the results of modeling, was carried out. At the same time, the options for the hardware implementation of the unbalance rate measurement system and algorithms for the software implementation of signal processing methods, brought to ready-made technical solutions, have not been considered. In [4], a research was made of the effect of a break in the neutral wire on the voltage unbalance ratio and electricity consumers. The importance and necessity of the presence of means for monitoring the voltage unbalance ratio is noted. The solutions proposed in [4] are useful in the design of power systems. The research carried out in this work will provide control and timely detection of the fact of voltage unbalance.

In [5], the influence of voltage unbalance on the magnitude of the moment on the shaft of an induction motor and its operating modes was investigated. Research has been done for 8 different types of asymmetry; the method of symmetric components was used. Analysis of the research results showed that in order to minimize hardware, it is advisable to measure the characteristics of phase voltages with a sequential calculation of the RMS values of line voltages.

The purpose of the research is the development and improvement of methods and means of control, analysis and monitoring of power quality indicators, one of which is the unbalance factor of the three-phase voltage system.

One of the purposes of the power quality monitoring system is the calculation and transfer to the automated control system at the operator's request of the zero sequence asymmetry coefficients:

$$K_{0U} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N K_{0U(i)}^2}{N}} \quad (1)$$

and reverse sequence:

$$K_{2U} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N K_{2U(i)}^2}{N}} \quad (2)$$

where $K_{0U(i)}$ and $K_{2U(i)}$ are the corresponding coefficients obtained on the basis of the data of the i -th sample; N is the number of samples in the averaging interval (according to [1], the averaging interval is 3 seconds and N must be at least 9).

The mathematical expression (1) can be written in the form of an analytical expression shown in Fig. 1.

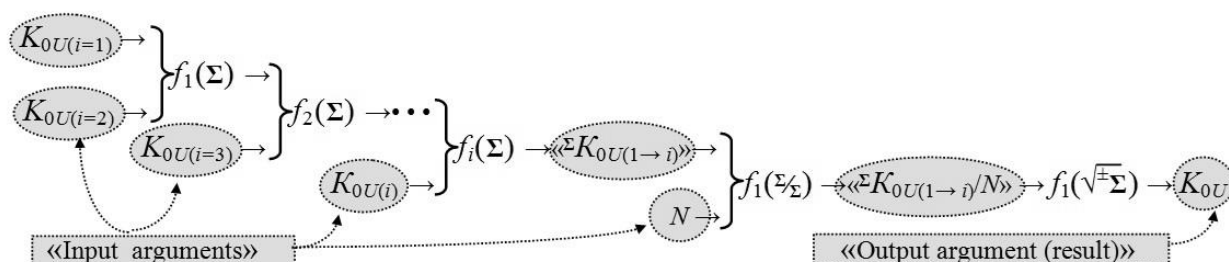


Figure 1 – Analytical expression for calculating K_{0U}

There are the functional structures of adders $f_1(\Sigma)$, $f_2(\Sigma) \dots f_i(\Sigma)$ in the figure; $f_1(\frac{\Sigma}{N})$ – functional structure of the divider; $f_1(\sqrt{\Sigma})$ is a functional structure for calculating the square root. A feature of the analytical expression shown in Fig. 1 is an unambiguous sequence of actions performed. Similarly, the mathematical expression (2) can be represented.

To calculate the voltage unbalance ratio, an effective method from the point of view of subsequent practical implementation on the basis of a microcontroller or a programmable logic integrated circuit is to use the expressions [6]:

$$K_U = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (3)$$

$$A = \frac{2U_{AB} - U_{BC} - U_{CA}}{U_{AB} + U_{BC} + U_{CA}} \quad (4)$$

$$B = \frac{\sqrt{3}(U_{BC} - U_{CA})}{U_{AB} + U_{BC} + U_{CA}} \quad (5)$$

where U_{AB} , U_{BC} and U_{CA} are the measured RMS values of the line-to-line voltages. The mathematical expression (3) can be written in the form of an analytical expression (Fig. 2).

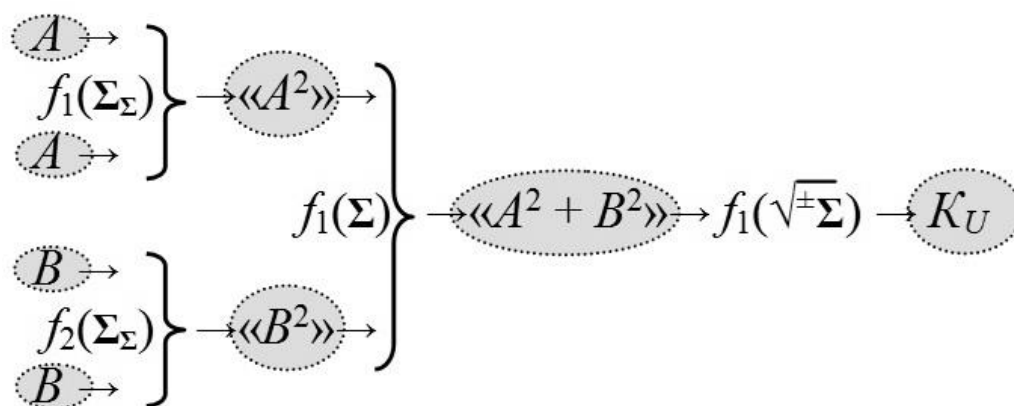


Figure 2 – Analytical expression for calculating K_U

Fig. 2 shows that by means of the functional structures of multipliers $f_1(\Sigma_\Sigma)$ and $f_2(\Sigma_\Sigma)$, intermediate arguments « A^2 » и « B^2 » are obtained for calculating, using the functional structure of the adder $f_1(\Sigma)$, the intermediate argument « A^2+B^2 », which is the input argument of the functional structure for calculating the square root $f_1(\sqrt{\Sigma})$ to obtain the output (resulting) argument K_U .

The mathematical expression (4) can be written in the form shown in Fig. 3.

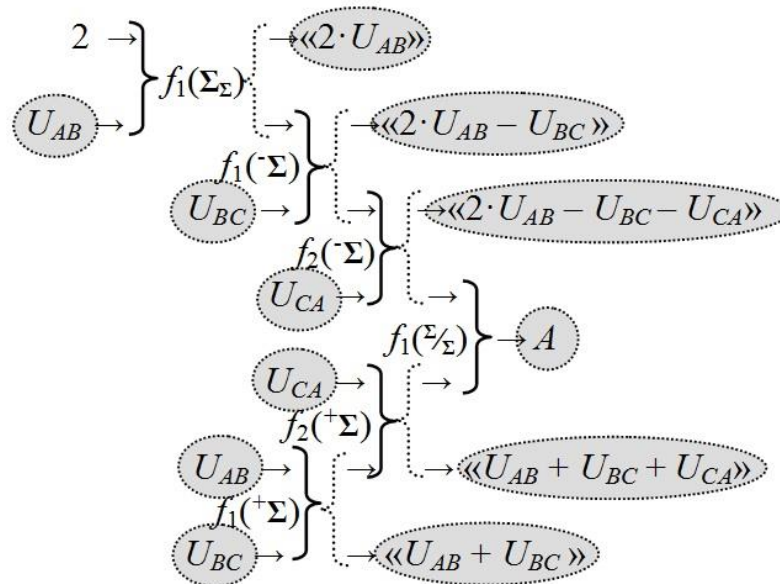


Figure 3 – Analytical expression for calculating the intermediate argument A

Using the functional structure of the multiplier $f_1(\Sigma_\Sigma)$, an intermediate argument $f_1(\Sigma_\Sigma)$ is obtained, which, together with the input arguments, is sequentially fed to the second inputs of subtractors $f_1(-\Sigma)$ and $f_2(-\Sigma)$ for obtaining the converted argument « $2 \cdot U_{AB} - U_{BC} - U_{CA}$ » and feeding it to the first input of the functional structure of the divider $f_1(\frac{\Sigma}{\Sigma})$ to obtain the resulting argument A. Simultaneously with this procedure, the second input of the functional structure of the divider $f_1(\frac{\Sigma}{\Sigma})$ receives an intermediate result (argument) « $U_{AB} + U_{BC} + U_{CA}$ », which is obtained using the functional structures of adders $f_1(+\Sigma)$ and $f_2(+\Sigma)$ from the input arguments U_{AB} , U_{BC} and U_{CA} .

Mathematical expression (5) can be written in the form shown in Fig. 4.

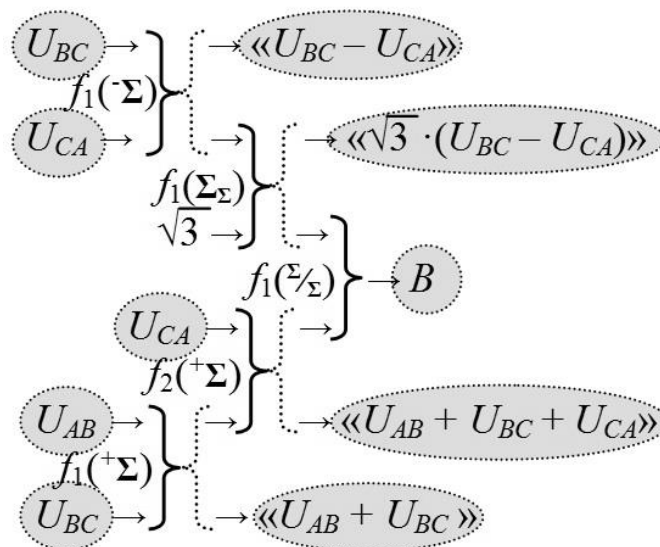


Figure 4 – Analytical expression for calculating the intermediate argument B

Fig. 4 shows that using the functional structure of the subtractor $f_1(\Sigma)$, an intermediate argument « $U_{BC}-U_{CA}$ » is obtained for subsequent calculation using the functional structure of the multiplier $f_1(\Sigma\Sigma)$ of the argument « $\sqrt{3} \cdot (U_{BC}-U_{CA})$ » to obtain using the first input of functional structure of the divider $f_1(\frac{\Sigma}{\Sigma})$ of the resulting argument B. In this case, the second input of the functional structure of the divider $f_1(\frac{\Sigma}{\Sigma})$ receives the intermediate argument « $U_{AB}+U_{BC}+U_{CA}$ », which is obtained by the functional structures of adders $f_1(+\Sigma)$ and $f_2(+\Sigma)$ from the input arguments U_{AB} , U_{BC} and U_{CA} .

Thus, one of the requirements for the hardware of the power quality monitoring system is the ability to measure the line-to-line voltages of the network. However, to ensure clarity of display of voltage unbalance, it is necessary to have a value of at least one of the angles between the vectors of phase voltages. Since there is an unambiguous relationship between the vectors of phase and line voltages, in order to minimize the hardware, it is proposed to measure the characteristics of the vectors of phase voltages with the subsequent calculation of the effective values of line voltages. The resulting argument $U_{AB(i)}$ can be written in the form of the analytical expression shown in Fig. 5, and the resulting argument $U_{BC(i)}$ can be written as an analytical expression as shown in Fig. 6.

$$\begin{array}{c} \left\langle \left\langle U_{A(i)}^2 - 2 \cdot U_{A(i)} \cdot U_{B(i)} \cdot \cos \varphi_{AB(i)} \right\rangle \right\rangle \\ \Sigma \\ \left\langle U_{B(i)}^2 \right\rangle \end{array} \rightarrow f_1(\sqrt{\pm \Sigma}) \rightarrow U_{AB(i)}$$

Figure 5 – Analytical expression for calculating the line voltage $U_{AB(i)}$

$$\begin{array}{c} \left\langle \left\langle U_{B(i)}^2 - 2 \cdot U_{B(i)} \cdot U_{C(i)} \cdot \cos(\varphi_{AB(i)} - \varphi_{AC(i)}) \right\rangle \right\rangle \\ \Sigma \\ \left\langle U_{C(i)}^2 \right\rangle \end{array} \rightarrow f_1(\sqrt{\pm \Sigma}) \rightarrow U_{BC(i)}$$

Figure 6 – Analytical expression for calculating the line voltage $U_{BC(i)}$

The obtained analytical expressions were implemented in the automated system of measurement and control of the three-phase voltage system unbalance factor in the network of the ship electrical power system and introduced into production at the LLC "Inter Electro". A distinctive feature of the developed system is a low measurement error in the presence of the voltage frequency variation, which does not exceed 2%, which is achieved by using an optimized structure of the digital signal processing subsystem and using modern hardware.

Conclusion. The obtained expressions for calculating the unbalance factor, in which the RMS values of the phase voltages are used, make it possible to minimize the hardware required to obtain the required signals. It also provides a high speed of the developed system, since it is equipped with three zero cross detectors, the signals from which are fed to the microprocessor for processing and determining the phase shifts. The noise immunity of the system is improved due to the independence of the measured phase displacement angles between line voltages from the shape of the mains voltage. The use of the developed system to determine the voltage unbalance ratio allows taking timely actions to eliminate voltage unbalance and reduce losses in the SEPS network by 10-15%.

REFERENCES

1. GOST 13109-97. Normyi kachestva elektricheskoy energii v sistemah elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya : GOST 13109-97. – [Data vvedeniya s 01.01.1999 g.]. Minsk : IPK Izdatelstvo standartov, 1998. 35 s. (Mezhgosudarstvennyiy standart).

2. Barros J. A review of measurement and analysis of electric power quality on shipboard power system networks / J. Barros, R. I. Diego // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 62. P. 665-672.
3. Rodrigues T. A. Impact of electric propulsion on the electric power quality of vessels / T. A. Rodrigues, G. S. Neves, L. C. S. Gouveia, M. A. Abi-Ramia, M. Z. Fortes, S. Gomes // *Electric Power Systems Research*. 2018. Vol. 155. P. 350-362.
4. Lepadat I. Effect of the neutral interruption on the unbalanced three-phase consumers / I. Lepadat, E. Helerea, S. Abagiu // *In Proc. of the Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM) 2014 International Conference*. Brasov, Romania, 2014. P. 192-197.
5. Youb L. Effects of Unbalanced Voltage on the Steady State of the Induction Motors / L. Youb // *International Journal of Electrical Energy*. 2014. Vol. 2, Issue 1. P. 34-38.
6. Sposob izmereniya koeffitsienta nesimmetrii napryazheniy trehfaznoy seti i ustroystvo dlya ego osuschestvleniya: pat. 1308947 SSSR. № 4009588; zayavl. 21.01.1986; opubl. 07.05.1987, Byul. № 17. 4 s.

POSITION KEEPING EXPERIMENT USING LOPRS AND DGPS IN ROUGH SEA

Moiseienko V.S., Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Mamenko P.P., Mateichuk V.M., Kyrychenko K.V.

*Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)*

Introduction. The DP system is a computerized dynamic positioning system that provides automatic control of the position and course of the vessel [1]. The set points of the position and course are set by the operator [2], after which the dynamic positioning system produces control signals for all propulsion engines, including propellers of the main engines. Deviations of the heading and position from the set points are displayed automatically, and the dynamic positioning system produces control signals for the thrusters to compensate for these deviations. The system can receive vessel position data from various reference systems such as Laser Optical Position Reference System (LOPRS) and DGPS. DP vessels are equipped with reference systems that are based on different principles of work in order to ensure the best reliability in the process of performing various tasks.

The relevance of research. Many studies have been devoted to improving accuracy and reliability of the control systems, in particular, in works [3-12] the capabilities of automatic systems are considered.

Due to the peculiarities of the work performed in the offshore zone, most offshore vessels are built in small sizes, in comparison with standard cargo vessels. The big drawback of such vessels is that they are highly susceptible to pitching and rolling in bad weather, which worsens the performance of the DP system. The task was to find out the difference between how exactly the vessel will keep a given position with the LOPRS and GNSS working under the influence of pitching and rolling. The data obtained in this work will help the DP operator to determine the risks of the upcoming operation using LOPRS, as well as to choose the optimal reference when working in rough sea.

Problem formulation. It is required to identify the accuracy and reliability of the LOPRS and DGPS in conditions of rough sea.

Research results. The experiments were carried out on the platform supply vessel “ADNOC 225” (DP-2). The first vessel positioning experiment used the latest model of DGPS Kongsberg DRS 500. GNSS receiver channel configuration: 240 channels; GPS - L1, L2, L2C, L5; GLONASS L1, L2; BeiDou2 B1, B2; Galileo E1, E5a, E5b, AltBOC; SBAS; QZSS; L-Band. The second vessel positioning experiment used the laser-optical positioning reference system (LOPRS) consisting of the first-class IEC60825 semiconductor laser diode, 30 KHz, 12° vertical beam, 0.13° horizontal beam, 0.5% accuracy and reflectance, scanning frequency of 1 Hz (60 rpm), or 2 Hz (120 rpm).

Fig. 1 shows graphs of the vessels pitching and rolling parameters during the GPS positioning period.

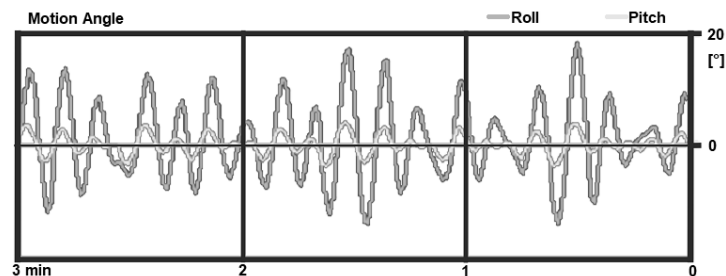


Figure 1 –Graphs of the vessels pitching and rolling parameters during the GPS positioning period

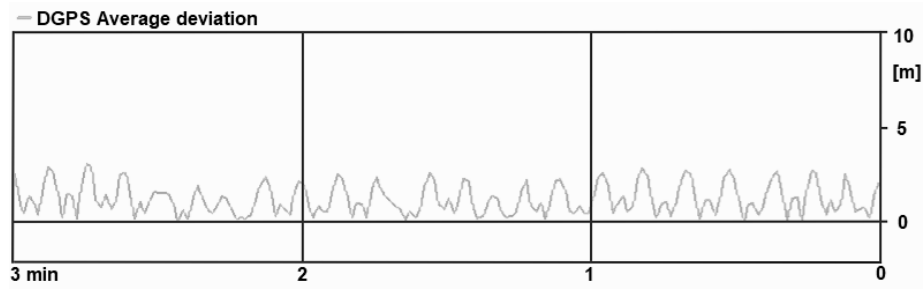


Figure 2 – Graph of the DGPS average deviation

Fig. 2 shows a graph of DGPS average deviation at the values of pitching and strong rolling. The average deviation of DGPS was 1-1.5 m. and the maximum is 2.5 m.

In Fig. 3, we could observe the plotter of the Kongsberg K-POS 21 dynamic positioning system, which displayed the position of the vessel relative to the set point when the DGPS was operating at the values of pitching and strong rolling. In this experiment, it was observed that the deviation of the vessel from the required position did not exceed 1.5 m, thus never exceeding the established limit of 2 m.

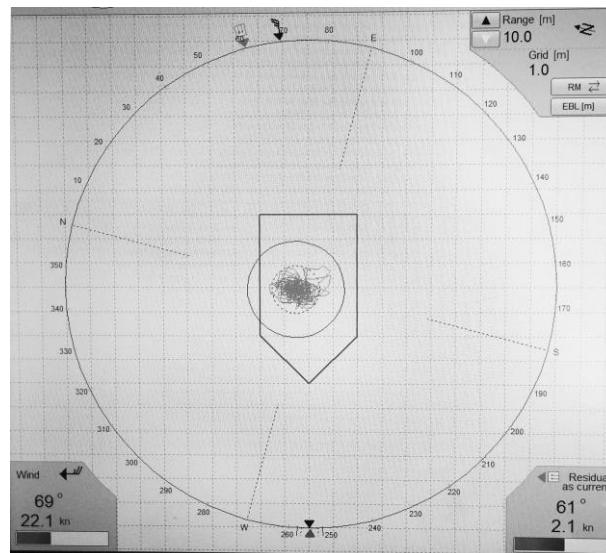


Figure 3 – DGPS positioning accuracy in bad weather conditions

Fig. 4 shows graphs of the vessels pitching and rolling parameters during the LOPRS positioning period.

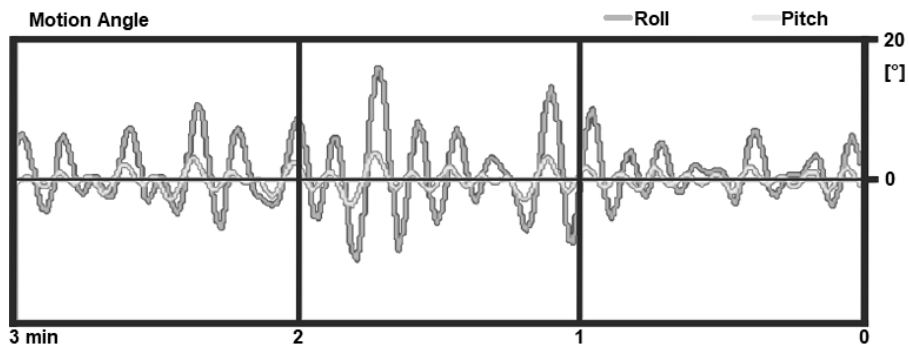


Figure 4 – Graphs of the vessels pitching and rolling parameters during the LOPRS positioning period

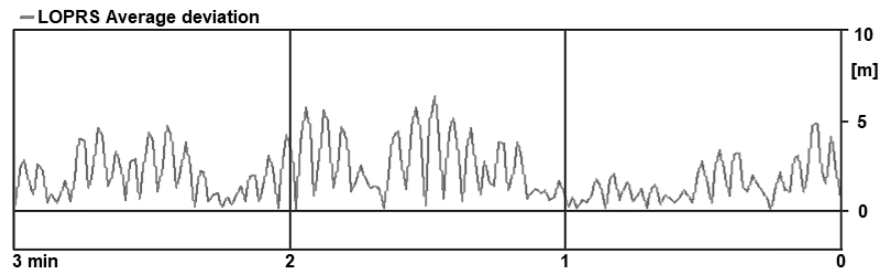


Figure 5 – Graph of the LOPRS average deviation

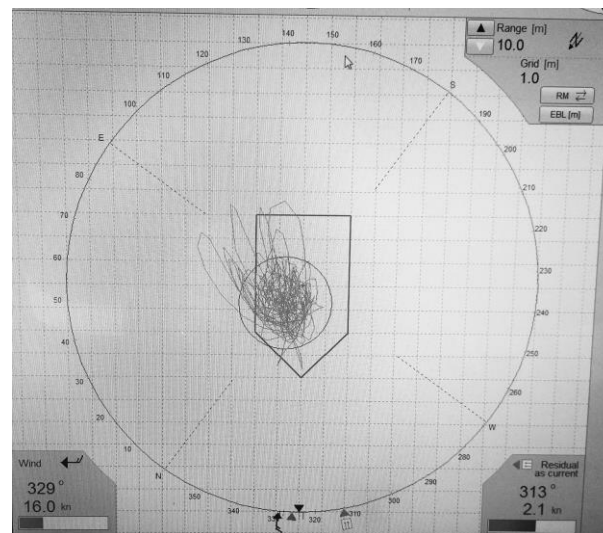


Figure 6 – LOPRS positioning accuracy in bad weather conditions

In Fig. 6, we could observe that the deviation of the vessel from the required position exceeded established limit of 2 m. and it reached up to 5 m.

Conclusions. The paper indicates the difference in keeping the position of the vessel using LOPR and GPS. As we can see, in a rough sea, the vessel was more accurately positioned by DGPS than by LOPR. This is due to the fact that the DGPS does not have mechanical rotating elements that are installed in the LOPR, so the refresh rate is higher. LOPRS needs to constantly scan the position of the reflector, which is very difficult in rough seas and gives a lot of position errors.

REFERENCES

1. Dynamic positioning vessel design philosophy guidelines. Det Norske Veritas Germanischer Lloyd (2015)
2. Moiseienko V.S. (2020) Determination of Dangerous Actions of Offshore Vessel Operators During Use of Laser-Optical Positioning Reference System. *Transport Development*, No 2(7), pp111-123. DOI: 10.33082/td.2020.2-7.10
3. Zinchenko, S.M., Nosov P.S., Mateychuk, V.M., Mamenko, P.P. & Grosheva, O.O. (2019). Automatic Collision Avoidance with multiple targets, including maneuvering ones. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, № 4, pp. 211-221. DOI 10.15588/1607-3274-2019-4-20
4. Mamenko P.P., Zinchenko S.N., Kobets V.M, Nosov P.S, Popovych I.S. (2021) Solution of the Problem of Optimizing Route with Using the Risk Criterion [Text] // In: Babichev S., Lytvynenko V. (eds) *Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 77. P. 252-265, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82014-5_17.
5. 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

system // Electrical, Control and Communication Engineering. Sciendo. Riga technical university. 2021. Vol. 16, Nom. 2, P. 58-64. DOI:10.2478/ecce-2020-0009

6. Zinchenko S.M., Ben A.P., Nosov P.S., Mamenko P.P., Mateichuk V.M. Improving the accuracy and reability of automatic vessel moution control system // Materials of the XII International Scientific and Practical Conference "Advanced Information and Innovative Technologies for Transport (MINTT - 2020), May 27-29, 2020, Kherson p. 54-58.

7. Zinchenko S., Moiseienko V., Tovstokoryi O., Nosov P., Popovych I. (2021) Automatic Beam Aiming of the Laser Optical Reference System at the Center of Reflector to Improve the Accuracy and Reliability of Dynamic Positioning. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education IV. ICCSEEA 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 83. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80472-5_1.

8. Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Nosov, Popovych I.S., Kobets V., Abramov G. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // CEUR Workshop Proceedings, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>

9. Zinchenko, S.M., Nosov, P.S., Mateichuk, V.M., Mamenko, P.P., Popovych, I.S. & Grosheva, O.O. (2019). Automatic collision avoidance system with multiple targets, including maneuvering ones. Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics, № 4(96), pp. 69-79. DOI: 10.31489/2019Ph4/69-79

10. Zinchenko, S.M., Mateichuk, V.M., Nosov, P.S., Popovych I.S. & Appazov, E.S. (2020). Improving the accuracy of automatic control with mathematical meter model in on-board controller. Radio Electronics, Computer Science, Control, pp. 197-207. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-4-19>

11. Zinchenko, S., Tovstokoryi, O., Nosov, P., Popovych, I., Kobets, V. & Abramov, G. (2020). Mathematical support of the vessel information and risk control systems. CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2805, pp. 335-354. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>

12. Zinchenko, S., Ben, A., Nosov, P., Popovich, I., Mamenko, P. & Mateychuk, V. (2020). Improving the Accuracy and Reliability of Automatic Vessel Motion Control Systems. Radio Electronics, Computer Science, Control, № 2, pp. 183-195. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-2-19>

SOLUTION OF THE PROBLEM OF OPTIMIZING ROUTE WITH USING THE RISK CRITERION

Mamenko P.P., Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Mateichuk V.M., Kyrychenko K.V., Moiseienko V.S.

*Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)*

Introduction. Sea transportation provides about 90% of world trade, which leads to an increase in the number and tonnage of ships, as well as the intensification of human activity at sea. The issue of safety and trouble-free operation of shipping is still a key issue today, since the number of accidents at sea is practically not reduced, annually claiming human lives, causing significant damage to the global economy and harm to the environment. According to statistics, about 70% of the causes of accidents at sea is the "human factor". The influence of the human factor on the accident rate in maritime transport is investigated in the works of many authors.

Automatic control systems can radically reduce the influence of the human factor on the ship's control processes, since the operator decides only on the use of the automatic module, and further control of the ship is provided by an automatic control system, some of which are considered, for example, in [2-12].

Particularly important is the factor of the emergence of autonomous ships and systems, the actions of which have a clear algorithm and a specific goal. Thus, it becomes possible to reduce the uncertainty in the task of forecasting the actions of ships, which expands the possible range of actions of own ship. The simplest method of preventing collision of ships is maneuvering by changing the course or speed of own ship [1,8]. A more efficient method is to determine a safe trajectory of the vessel, taking into account the trajectories of all vessels involved in the operation. However, there is considerable uncertainty associated with the actions of the courts in the divergence process. Uncertainty reduction can be achieved if the actions of own ship are consistent with those of other ships. This task requires the use of optimal control methods.

Relevance of research. Recently, the intensity of shipping has increased significantly, autonomous ships and transport systems have appeared, the traffic control algorithms of which obviously require an optimal approach. The criterion of optimality is the minimization of risk along the entire route. In this regard, the problem of finding a control algorithm that delivers the best results for all participants in the operation is urgent. The ability to obtain a general solution to the problem of optimal ship control makes this study expedient.

Problem statement. The task of optimal plotting of a course first of all requires the determination of an optimality criterion or goal function. It becomes necessary to plot the trajectory of the vessel $S(x)$ in such a way as to avoid possible collisions, loss of cargo and other complications. This need is formulated as minimization of the risk C on the trajectory of the vessel. Obstacles to navigation are expressed by constraints such as the equalities $\varphi_i(x) = 0$, $i = 1..m$, and inequalities, $\varphi_i(\mathbf{x}) < 0$, $i = m+1, \dots, n$, that is, we obtain the Lagrange problem.

$$\begin{aligned} \mathbf{x}^* &\rightarrow \min C(S(\mathbf{x})), \\ \varphi_i(\mathbf{x}) &= 0, \quad i = \overline{1..m} \\ \varphi_i(\mathbf{x}) &< 0, \quad i = \overline{m+1..n} \end{aligned} \quad (1)$$

Research results. The well-known technique for solving this problem involves the formation of the Lagrange function $L(x, \lambda)$, the gradient of which on x^* vanishes:

$$\frac{\partial L}{\partial x} = 0,$$

$$L(x, \lambda) = \lambda_0 S(x) - \lambda_1 \varphi_1(x) - \lambda_2 \varphi_2(x), \quad \text{grad}L = 0, \rightarrow \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = 0, \quad (2)$$

$$\lambda_2 \varphi_2(x) = 0$$

Condition (2), known as the Kuhn-Tucker theorem, defines the optimum point as a point stationary in the coordinate when constraints such as equality are satisfied and the goal function is insensitive to constraints such as inequality. In this simple but important problem, let us trace the meaning of the Lagrange multipliers λ :

$$\text{grad}L(x, \lambda) = 0 \rightarrow \frac{\partial S}{\partial x} = \lambda \frac{\partial \varphi}{\partial x} \rightarrow \lambda = \frac{\partial S}{\partial \varphi}. \quad (3)$$

Taking into account the meaning of Lagrange multipliers (3), we can write down the optimality condition in problem (4):

$$\frac{\partial S_i}{\partial S_j} = 0; \quad i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n}; \quad i \neq j; \quad (4)$$

$$i \neq j \rightarrow \frac{\partial S_i}{\partial S_j} = 1.$$

From condition (9) it follows that the optimal solution should not worsen any of the solutions, that is, the components of the goal vector are independent and their states do not affect each other. This result is known as the Pareto criterion or the Jeffrion effective solution].

In fig. 1 shows the results of mathematical modeling of the processes of divergence of ships. In fig. 5a shows a divergence trajectory 5 with one vessel, built for the case of no intersection of the zones of a given risk 3, 6. In this case, the sliding trajectory 2 is repeated with an offset to the minor axis of the self-risk ellipse.

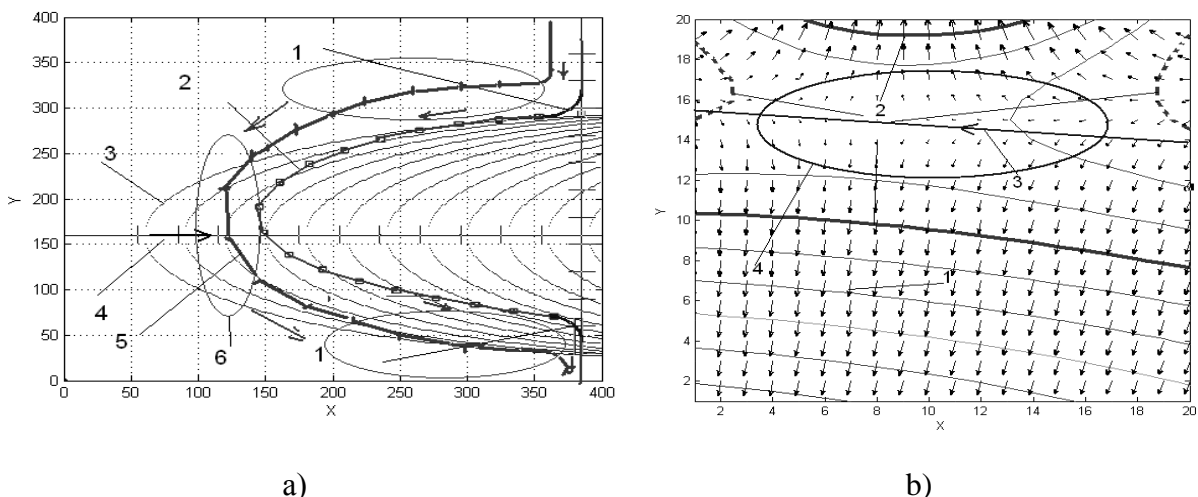


Figure 1 – Results of mathematical modeling of ship divergence processes

In fig. 5b shows the results of mathematical modeling of divergence processes with several vessels. In this situation, the intersection of the lines of the given risks 2 and 4. To ensure the optimal divergence, in this case, the movement is organized along the minimum of the gradient.

Conclusions:

- for the first time, the problem of optimal control of a system of dynamic objects with a vector – a functional goal was posed and solved;
- optimality of control is achieved due to optimization of the vector – functional on the entire trajectory of motion;
- the problem of optimal control with a vector – the goal functional, when fulfilling the hypothesis of the convexity of the integrands of the components of the vector – goal functional, is solved using the methods of the calculus of variations;
- as a result of solving the optimal control problem, a simple algorithm for constructing the optimal trajectories of the ship's movement during the divergence maneuver was obtained;
- an algorithm for constructing the optimal trajectory of the vessel's movement using risk fields has been obtained;
- mathematical modeling of divergence processes with one or more vessels was carried out using the risk criterion.

REFERENCES

1. Youngjun You, Key-Pyo Rhee, Kyoungsoo Ahn, A method of inferring collision ratio based on maneuverability of own ship under critical collision conditions. doi:10.2478/IJNAOE-2013-0126.
2. Mamenko P.P., Zinchenko S.N., Kobets V.M., Nosov P.S., Popovych I.S. (2021) Solution of the Problem of Optimizing Route with Using the Risk Criterion [Text] // In: Babichev S., Lytvynenko V. (eds) Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 77. P. 252-265, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82014-5_17.
3. Zinchenko S., Ben A., Nosov P., Popovych I., Mateichuk V., Grosheva O. The vessel movement optimisation with excessive control // Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics, 2020. - № 3(99). P. 86-96. DOI: 10.31489/2020Ph3/86-96
4. 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 system // Electrical, Control and Communication Engineering. Sciendo. Riga technical university. 2021. Vol. 16, Nom. 2, P. 58-64. DOI:10.2478/ecce-2020-0009
5. Zinchenko S., Moiseienko V., Tovstokoryi O., Nosov P., Popovych I. (2021) Automatic Beam Aiming of the Laser Optical Reference System at the Center of Reflector to Improve the Accuracy and Reliability of Dynamic Positioning. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education IV. ICCSEE 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 83. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80472-5_1.
6. Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Nosov, Popovych I.S., Kobets V., Abramov G. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // CEUR Workshop Proceedings, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>
7. Zinchenko S.M., Nosov P.S., Mateichuk V.M., Mamenko P.P., Grosheva O.O. Use of navigation simulator for development and testing ship control systems. МНПК пам'яті професорів Фоміна Ю.Я. і Семенова В.С. (FS-2019), 24-28 квітня 2019, Одеса-Стамбул-Одеса. Pages 350-355.
8. Zinchenko, S.M., Nosov, P.S., Mateichuk, V.M., Mamenko, P.P., Popovych, I.S. & Grosheva, O.O. (2019). Automatic collision avoidance system with multiple targets, including maneuvering ones. Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics, № 4 (96), pp. 69-79. DOI: 10.31489/2019Ph4/69-79

9. Zinchenko, S.M., Mateichuk, V.M., Nosov, P.S., Popovych I.S. & Appazov, E.S. (2020). Improving the accuracy of automatic control with mathematical meter model in on-board controller. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, pp. 197-207. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-4-19>
10. Zinchenko, S., Tovstokoryi, O., Nosov, P., Popovych, I., Kobets, V. & Abramov, G. (2020). Mathematical support of the vessel information and risk control systems. *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2805, pp. 335-354. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>
11. Zinchenko, S., Ben, A., Nosov, P., Popovich, I., Mamenko, P. & Mateychuk, V. (2020). Improving the Accuracy and Reliability of Automatic Vessel Motion Control Systems. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, № 2, pp. 183-195. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-2-19>
12. Zinchenko, S.M., Mamenko, P.P., Grosheva, O.O., Mateichuk, V.M. (2019). Automatic control of the vessel's movement under external conditions. *Науковий вісник ХДМА*, № 2(21), s.10-15. DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.010-015

ВИЯВЛЕННЯ І ВІДМІННІСТЬ ПОЛЯРИЗОВАНИХ СИГНАЛІВ НАВІГАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ НАЯВНОСТІ НОРМАЛЬНИХ ЧАСТКОВО ПОЛЯРИЗОВАНИХ ПЕРЕШКОД

Корбан Д.В.

*Національний університет «Одеська морська академія»
(Україна)*

Вступ. При радіолокаційному виявленні і розпізнаванні навігаційних об'єктів судновими радіолокаційними станціями (РЛС) особлива роль відводиться застосуванню поляризаційних параметрів радіохвиль з метою підвищення їх потенційних інформаційних можливостей. Однак, луна-сигнали атмосферних утворень (перешкод), на тлі яких проводиться радіолокаційне виявлення і розпізнавання навігаційних об'єктів, є частково поляризованими і тому виникає необхідність у використанні статистичних методів дослідження.

В даний час розгляду і застосуванню частково поляризованих радіохвиль в задачах радіолокаційного виявлення, розпізнавання і класифікації сигналів на тлі перешкод присвячені роботи [1-3], в яких дається фізична інтерпретація, теорія і практика поляриметрії. Поляризаційна селекція хмар і опадів розглянута в роботі [4]. Відомості щодо статистичної теорії поляризації радіохвиль поміщені в роботі [5].

Однак, в реальних умовах радіолокаційного спостереження навігаційних об'єктів при наявності атмосферних перешкод, поляризація луна-сигналів залежить від природи джерела її випромінювання (розсіювання, відбиття) і в більшості випадків не співпадає з поляризацією приймальної антени суднової РЛС. Поляризація гідрометеорологічних атмосферних перешкод також не співпадає з поляризацією луна-сигналу навігаційного об'єкта і з поляризацією приймальної антени. Тому обробка сумарного луна-сигналу, без урахування його поляризаційних характеристик, не є оптимальною і виникає проблема виділення луна-сигналу навігаційного об'єкта з луна-сигналу атмосферного утворення.

Актуальність досліджень. При радіолокаційному спостереженні навігаційних об'єктів на тлі флюктуючих заважаючих відбиттів від частинок атмосферних утворень, якими є випадючі опади і тумани, луна-сигнал буде представляти сукупність детермінованої і флюктуючої складових. Детермінована складова обумовлена відбиттями від навігаційних об'єктів з практично незмінними поляризаційними властивостями, а флюктуюча складова обумовлена відбиттями від перешкоджаючого атмосферного утворення, поляризаційні властивості якого змінюються в часі.

У складі такого складного об'єкта, поляризаційні властивості навігаційного об'єкта не залежать від поляризаційних параметрів окремих відбивачів атмосферного утворення, що утворюють флюктуючий об'єкт і залишаються постійними в будь-який момент часу радіолокаційного спостереження. З огляду на це, загальні поляризаційні властивості сукупності стабільного навігаційного об'єкта і флюктуючого атмосферного утворення (перешкоджаючого фону) можна описати за допомогою статистичної матриці розсіювання, що і визначає актуальність дослідження.

Постановка задачі. Завданням даного дослідження є розгляд питань статистичного синтезу алгоритмів виявлення і відмінності поляризованих луна-сигналів навігаційного об'єкта, при наявності луна-сигналів частково поляризованих перешкод атмосферного утворення.

Результати досліджень. Сформуємо радіолокаційну модель складного об'єкта (навігаційний об'єкт + атмосферне утворення), на вході якого діє зондуючий сигнал, представлений чотирма параметрами Стокса $I(t)$, $Q(t)$, $U(t)$, $V(t)$:

$$E^{gun}(t) = [E_1^{gun}(t), E_2^{gun}(t), E_3^{gun}(t), E_4^{gun}(t)] \quad (1)$$

Тут:

$$E_1^{sun}(t) = \begin{bmatrix} I_1^{sun}(t) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де $I_1^{sun}(t) = E_{x_1}^{2sun}(t) + E_{y_1}^{2sun}(t)$;

$$E_2^{sun}(t) = \begin{bmatrix} I_2^{sun}(t) \\ Q_2^{sun}(t) \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

де $I_2^{sun}(t) = Q_2^{sun}(t) = E_{x_2}^{2sun}(t) + E_{y_2}^{2sun}(t)$;

$$E_3^{sun}(t) = \begin{bmatrix} I_3^{sun}(t) \\ 0 \\ U_3^{sun}(t) \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

де $I_3^{sun}(t) = U_3^{sun}(t) = E_{x_3}^{2sun}(t) + E_{y_3}^{2sun}(t)$;

$$E_4^{sun}(t) = \begin{bmatrix} I_4^{sun}(t) \\ 0 \\ 0 \\ V_4^{sun}(t) \end{bmatrix}, \quad (5)$$

де $I_4^{sun}(t) = V_4^{sun}(t) = E_{x_4}^{2sun}(t) + E_{y_4}^{2sun}(t)$.

Відбитий об'єктом сигнал запишеться у вигляді:

$$E^{eid}(t) = [E_1^{eid}(t), E_2^{eid}(t), E_3^{eid}(t), E_4^{eid}(t)] \quad (6)$$

або з урахуванням його завдання параметрами Стокса відбитий сигнал представимо в такий спосіб:

$$E_1^{eid}(t) = \begin{bmatrix} I_1^{eid}(t) \\ Q_1^{eid}(t) \\ U_1^{eid}(t) \\ V_1^{eid}(t) \end{bmatrix}, \quad (7)$$

де

$$I_1^{eid}(t) = E_{x_1}^{2eid}(t) + E_{y_1}^{2eid}(t);$$

$$Q_1^{eid}(t) = E_{x_1}^{2eid}(t) - E_{y_1}^{2eid}(t);$$

$$U_1^{eid}(t) = 2E_{x_1}^{eid}(t)E_{y_1}^{eid}(t)\cos\Phi_{x_1y_1}(t);$$

$$V_1^{eid}(t) = 2E_{x_1}^{eid}(t)E_{y_1}^{eid}(t)\sin\Phi_{x_1y_1}(t);$$

$\Phi(t)$ – різниця фаз між ортогональними складовими хвилі E_x і E_y .

$$E_2^{ei\delta}(t) = \begin{bmatrix} I_2^{ei\delta}(t) \\ Q_2^{ei\delta}(t) \\ U_2^{ei\delta}(t) \\ V_2^{ei\delta}(t) \end{bmatrix}, \quad (8)$$

де

$$\begin{aligned} I_2^{ei\delta}(t) &= E_{x_2}^{2ei\delta}(t) + E_{y_2}^{2ei\delta}(t); \\ Q_2^{ei\delta}(t) &= E_{x_2}^{2ei\delta}(t) - E_{y_2}^{2ei\delta}(t); \\ U_2^{ei\delta}(t) &= 2E_{x_2}^{ei\delta}(t)E_{y_2}^{ei\delta}(t)\cos\Phi_{x_2y_2}(t); \\ V_2^{ei\delta}(t) &= 2E_{x_2}^{ei\delta}(t)E_{y_2}^{ei\delta}(t)\sin\Phi_{x_2y_2}(t); \end{aligned}$$

$$E_3^{ei\delta}(t) = \begin{bmatrix} I_3^{ei\delta}(t) \\ Q_3^{ei\delta}(t) \\ U_3^{ei\delta}(t) \\ V_3^{ei\delta}(t) \end{bmatrix}, \quad (9)$$

де

$$\begin{aligned} I_3^{ei\delta}(t) &= E_{x_3}^{2ei\delta}(t) + E_{y_3}^{2ei\delta}(t); \\ Q_3^{ei\delta}(t) &= E_{x_3}^{2ei\delta}(t) - E_{y_3}^{2ei\delta}(t); \\ U_3^{ei\delta}(t) &= 2E_{x_3}^{ei\delta}(t)E_{y_3}^{ei\delta}(t)\cos\Phi_{x_3y_3}(t); \\ V_3^{ei\delta}(t) &= 2E_{x_3}^{ei\delta}(t)E_{y_3}^{ei\delta}(t)\sin\Phi_{x_3y_3}(t); \end{aligned}$$

$$E_4^{ei\delta}(t) = \begin{bmatrix} I_4^{ei\delta}(t) \\ Q_4^{ei\delta}(t) \\ U_4^{ei\delta}(t) \\ V_4^{ei\delta}(t) \end{bmatrix}, \quad (10)$$

де

$$\begin{aligned} I_4^{ei\delta}(t) &= E_{x_4}^{2ei\delta}(t) + E_{y_4}^{2ei\delta}(t); \\ Q_4^{ei\delta}(t) &= E_{x_4}^{2ei\delta}(t) - E_{y_4}^{2ei\delta}(t); \\ U_4^{ei\delta}(t) &= 2E_{x_4}^{ei\delta}(t)E_{y_4}^{ei\delta}(t)\cos\Phi_{x_4y_4}(t); \\ V_4^{ei\delta}(t) &= 2E_{x_4}^{ei\delta}(t)E_{y_4}^{ei\delta}(t)\sin\Phi_{x_4y_4}(t). \end{aligned}$$

Особливістю вирішення поставленого завдання є необхідність оперувати не з однією випадковою функцією, а з шістнадцятьма. Оптимальною процедурою обробки такого складного частково поляризованого сигналу є алгоритм, що формує наступні відношення правдоподібності R :

$$\begin{aligned} R(I_{11}, I_{12}, I_{13}, I_{14}, Q_{21}, Q_{22}, Q_{23}, Q_{24}, U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}, V_{41}, V_{42}, V_{43}, V_{44}) = \\ \frac{W_{S+l} [I_{11}, I_{12}, I_{13}, I_{14}, Q_{21}, Q_{22}, Q_{23}, Q_{24}, U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}, V_{41}, V_{42}, V_{43}, V_{44}]}{W_l [I_{11}, I_{12}, I_{13}, I_{14}, Q_{21}, Q_{22}, Q_{23}, Q_{24}, U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}, V_{41}, V_{42}, V_{43}, V_{44}]} \end{aligned} \quad (11)$$

де W_{S+l} і W_l – функції правдоподібності спостережуваних координат за умови наявності або відсутності луна-сигналів навігаційного об'єкта і перешкоди відповідно.

При $R \geq R_0$ приймається рішення про наявність поляризованого луна-сигналу навігаційного об'єкта. При $R < R_0$ приймається рішення про відсутність поляризованого луна-сигналу навігаційного об'єкта. Тут R_0 – поріг, який визначається критерієм вибору рішення задачі.

Наявність поляризованого луна-сигналу навігаційного об'єкта з використанням порогу R_0 може здійснюватися за кожним параметром Стокса окремо.

Висновки.

1. Розглянутий алгоритм прийняття рішення є оптимальним для будь-якого критерію якості вибору рішення, що визначається величиною порога R_0 .

2. Отримана в роботі оптимальна процедура обробки складного частково поляризованого луна-сигналу, алгоритм якої формує ставлення правдоподібності, дозволяє підвищити ефективність радіолокаційного розпізнавання судновими РЛС навігаційних об'єктів при наявності атмосферного утворення.

3. При виявленні за поляризаційною матрицею детермінованого сигналу при наявності частково поляризованої корелятивної перешкоди подальші дослідження будуть спрямовані на пошук залежності $P_D = f(P_F)$, де P_D – ймовірність правильного виявлення об'єкта, а P_F – ймовірність помилкової тривоги і побудови функціональної схеми виявника.

ЛІТЕРАТУРА

1. Канарейкин Д.Б., Павлов Н.Ф., Потехин В.А. Поляризация радиолокационных сигналов : Москва : Изд-во «Советское радио», 1966. 440 с.
2. Канарейкин Д.Б., Потехин В.А., Шишкин И.Ф. Морская поляриметрия : Л.: Судостроение, 1968. 328 с.
3. Поляризация сигналов в сложных транспортных радиоэлектронных комплексах / В.Б. Авишев, Ю.В. Алексеев, В.М. Бернер и др.; под ред. А.И. Козлова и В.А. Сарычева. Санкт-Петербург : «Хронограф», 1994. 460 с.
4. Корбан В.Х. Поляризаційна селекція хмар і опадів / В.Х. Корбан. Одеса : 2004. 248 с.
5. Поздняк С.И., Мелитицкий В.А. Введение в статистическую теорию поляризации радиоволн. М. : Изд-во «Советское радио», 1974. 480 с.
6. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М. : Изд-во «Советское радио». Кн. 1, 1968. 273 с.

КАВІТАЦІЙНЕ ЗНОШУВАННЯ ТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Якусевич Ю.Г., Гімпель Р.М., Дорофєєва З.Я.

*Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
(Україна)*

Вступ. Потоки рідини, в яких експлуатуються річні та морські судна, завжди викликають кавітацію. Її фізичний сенс полягає в утворенні парогозових пухирів у тих ділянках рідини, де виникає значне зниження тиску. Якщо зовнішній тиск підвищується або пухир переміщується в область підвищеного тиску, утворюються кумулятивні струмені. Кавітаційні порожнини схлопуються дуже швидко (приблизно за 0,001 с). Це створює умови для створення кумулятивних струменів надзвичайно великої швидкості. Актуальність дослідження зумовлена тим, що кавітаційне зношування як наслідок кавітації є однією з основних причин ремонту поверхонь втулок та блоків циліндрів дизелів, лопатей гідротурбін, лопатей та направляючих насадок гребних гвинтів, крильчаток насосів, тощо, водного транспорту.

Кавітаційне зношування виникає через нестаціонарний характер кавітації. Такий тип зношування у часі має декілька яскраво виражених періодів: інкубаційний (протягом якого втрачає масу з поверхні тіла, підданого кавітаційному впливу, майже відсутній), періоду наростання швидкості зношування та періоду її поступового зниження до якогось постійного (або нестабільного) значення.

Задачею дослідження є студіювання закономірностей кавітаційного зношування типових елементів складової суднової енергетичної установки, які піддаються кавітаційному впливу.

Практика свідчить про локальний характер кавітаційних ушкоджень на лопатях гребних гвинтів. Вони виглядають як осередки з губчатою текстурою. Кавітаційні зношення є причиною зниження міцності лопатей, рідше, втрачає судном ходу через проблеми з гребним гвинтом.

Високооборотні дизелі також не обійдені увагою кавітаційному впливу. Так, осередки кавітаційного зношення з'являються на охолоджувальних поверхнях блоків та втулок циліндрів, що є перпендикулярними площині хитання поршня.

Результати дослідження. Інкубаційний період є відмінною рисою кавітаційного зношення металів. Протягом цього періоду спочатку поверхневий шар пластично деформується до повного вичерпання матеріалом запасу пластичності. Далі частки відділяються з металеві поверхні. Тривалість інкубаційного періоду визначає кінетику подальшого зношування матеріалу. Тому тривалість інкубаційного періоду можна вважати за найбільш емну характеристику поведінки металу при кавітаційному впливі.

Отже, зрозуміло, що від точності визначення інкубаційного періоду залежать результати досліджень кавітаційного впливу на об'єкт. Причому для оцінки інкубаційного періоду необхідно не тільки отримати однозначний результат, а й зафіксувати відповідність моменту зміни ведучих механізмів зношування.

Для визначення закінчення інкубаційного періоду кавітаційного зношування застосовують спосіб виявлення моменту досягнення зношування визначеної величини або графічний спосіб. В останньому випадку знаходять точку перетинання прямої, отриманої екстраполяцією прямолінійної ділянки максимальної швидкості зношування на кінетичній кривій зношування, з віссю абсцис.

Через неоднозначну оцінку часу закінчення інкубаційного періоду, вплив супутніх явищ іншої природи, наприклад електрохімічної корозії, та особливості кінетики

кавітаційного зношування певних деталей у конкретних умовах експлуатації водного транспорту перший спосіб застосовується крайнє рідко.

Другий спосіб оцінки часу закінчення інкубаційного періоду також має певні обмеження. Так, він дозволяє позбавитися позначеної вище неоднозначності. Це пояснюється тим, що можливий тільки єдиний спосіб екстраполяції прямолінійної ділянки на кривій “знос” – “час”, що відповідає максимальній швидкості зношування.

Але отримана оцінка є досить умовною. По-перше, отримана точка закінчення інкубаційного періоду не відображає зміну механізмів або кінетики зношування. По-друге, координати цієї точки визначаються формою кривої “знос” – “час”. По-третє, не враховується вплив супутніх факторів іншої природи на корозію. І наприкінці, по-четверте, цей спосіб реалізується при відомій залежності зношування від часу визначення інкубаційного періоду. Але у такій постановці власне не потрібно визначати час закінчення інкубаційного періоду.

Можливим способом отримання достатньо точного результату щодо оцінки часу закінчення інкубаційного періоду є застосування методів теорії нечітких множин. Причому навіть поверхневий огляд дозволяє впевнено говорити про можливість застосування нечітких множин другого типу для вирішення завдання даного класу.

Особливості кавітаційного зношування деталей суднового обладнання.

Досвід експлуатації показує, що основною причиною кавітаційного зношування суднових рушіїв є нестационарний характер кавітації лопатей. Це викликано нерівномірністю потоку рідини в диску гвинта. Але причини нерівномірності потоку рідини в диску гвинта водотонажних суден та суден на підводних крилах є різними.

Рух водотонажних суден супроводжується виникненням попутного потоку рідини за кормою. Його швидкість V_a досягає максимального значення V_{amax} у діаметральній площині судна та різко зменшується до мінімального значення V_{amin} до бортів. Отже, кінцеві перетини лопатей працюють у потоці найбільшої нерівномірності. Коли лопать гвинта знаходиться у верхньому вертикальному положенні, то швидкість аксіального попутного потоку досягає найбільшого значення V_{amax} , і, відповідно, кут атаки приймає максимальне значення α_{max} .

При виникненні кавітації виникає вибухоподібний стан пухирів при проходженні лопаттю верхнього вертикального положення і миттєво схлопується (цілком або частково) при входженні лопаті в положення з мінімальним значенням α_{min} кута атаки. Тому даному положенню лопаті відповідає найвища ймовірність виникнення кавітації. Отже, гребні гвинти водотонажних суден в основному мають кавітаційні ушкодження кінцевих перетинів лопатей, у той час як їх коренева та периферійна ерозія майже відсутні.

Таким чином, нерівномірність осьового попутного потоку в диску гвинта на гребному гвинті водотонажних суден викликана нестационарним характером кавітації. Зменшення кавітаційного впливу досягається збільшенням шорсткості поверхні лопатей.

Гребні гвинти суден на підводних крилах, на відміну від водотонажних суден, працюють у косому потоці. Тому швидкість потоку, який набігає на гвинт і дорівнює швидкості v судна, розкладається на осьову v_{oc} рівнобіжну осі гребного вала, і тангенціальну v_{τ} , розташовану в площині обертання гребного гвинта. Отже, основною причиною нестационарного характеру кавітації на гребних гвинтах суден на підводних крилах є поява тангенціальної складової потоку в диску гвинта.

Так, на бронзових гребних гвинтах суден на підводних крилах осередки кавітаційного зношування виникають після кожної навігації. Основними шляхами подолання кавітаційного зношування вважаються створення кавітаційностійких матеріалів та прогнозування кавітаційної зносостійкості.

Кавітаційне зношування є розповсюдженим видом пошкоджень охолоджуваних водою поверхонь втулок та блоків циліндрів суднових дизелів. Зношування виникає через

вібрацію стінок втулок при ударах поршня по втулці в момент його перекидання. Тоді ж і виникає вібраційна кавітація в охолоджувальній рідині.

Сучасні двигуни мають збільшену частоту обертання колінчатого вала і менші масу і габарити. У результаті втулки мають меншу товщину, більшу швидкість їх коливального руху, і, як наслідок, вищу імовірність виникнення кавітаційного руйнування. Тому захист від кавітаційного зношування водоохолоджуючих поверхонь втулок судових дизелів у найближчій перспективі потребує безпосередньої уваги. Так, встановлено, що на морських транспортних суднах кавітаційному зношуванню піддаються двигуни кожного четвертого судна.

Для зменшення кавітаційного зношування втулок циліндрів дизелів в охолоджувальну рідину додають різні присадки, здійснюють хіміко-термічну обробку втулок, наносять на їх поверхню покриття різного типу. Але відділення матеріалу з поверхні, підданої кавітаційному впливу, відбувається лише після закінчення інкубаційного періоду. Саме процеси накопичення ушкоджень протягом цього періоду визначають кінетику подальшого процесу відділення продуктів зношування.

Висновки.

1. Відповідальні деталі судового обладнання піддаються кавітаційному впливу. Кавітаційне зношування гребного гвинта викликається нестационарним характером кавітації. Основною причиною нестационарного характеру кавітації на гребних гвинтах водотонажних суден є нерівномірність осевого послідовного потоку в диску гвинта. На гребних гвинтах суден на підводних крилах нестационарність появляється через тангенціальну складову потоку в диску гвинта, що змінюється протягом обороту лопаті.

2. Кавітаційне зношування характеризується наявністю інкубаційного періоду. У цей період втрати матеріалу з поверхні, яка зношується, практично відсутні. Його закінчення характеризується наростанням швидкості зношування, досягненням максимуму і поступовим зниженням до якогось постійного (або нестабільного) значення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fontanesi, S. Numerical investigation of the cavitation damage in the wet cylinder liner of a high performance motorbike engine / S. Fontanesi, M. Giacomini, G. Cicalese, S. Sissa, S. Fantoni // *Engineering Failure Analysis*. 2014. Vol. 44. P. 408-423.

2. Bowden E.P., Brunton J.H. // *Proceedings of Royal Society, London*. A282. 1964. V. 331. P. 549-565.

3. Цветков Ю.Н., Горбаченко Е.О. Испытание сталей на кавитационное изнашивание с применением метода измерения профиля поверхности. *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. 2017. Т. 83. №7. С. 54-58.

4. Feller H.G., Kharrasi Y. Cavitation erosion of metals and alloys. *Wear*. 1984. V.93. № 3. P. 249-260.

5. Amann T., Waidele M., Kailer A. Analysis of mechanical and chemical mechanisms on cavitation erosion-corrosion of steels in salt water using electrochemical methods. *Tribology International*. 2018. Vol. 124. P. 238-246.

6. Haosheng C. Jiang L., Darong C., Jiadao W. Damages on steel surface at the incubation stage of the vibration cavitation erosion in water. *Wear*. 2008. Vol. 265. P. 692-698.

7. Цветков Ю.Н. Кавитационное изнашивание металлов и оборудования. СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2003. 155 с.

USE OF ZERO MOVEMENTS FOR ADJUSTMENT OF REDUNDANCY STRUCTURES

Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Mamenko P.P., Moiseenko V.S., Mateichuk V.M., Kyrychenko K.V.

Kherson State Maritime Academy

(Ukraine)

Introduction. Vessels with a dynamic positioning system operate in conditions of increased risk, so they are subject to increased requirements for reliability, accuracy and maneuverability. To meet these requirements, the control systems of such vessels are equipped with high-precision means of measuring absolute and relative position, which allow to determine with high accuracy the absolute position of the vessel (DGPS systems), or position relative to another vessel (Reference systems), redundant control structures, on-board computer system and automatic control system software [1]. These vessels have the highest degree of automation of traffic control processes. Excessive control is a very important characteristic of the vessel, as it improves not only reliability but also maneuverability and quality of control, reduces the risks of occurrence and development of adverse situations. The use of automatic control modules in automated systems was considered in articles [2-12], in particular the control of redundant structures in articles [7, 12]. As can be seen from the study [7, 12], the same control forces and torque can be created in redundant structures by different sets of control parameters, among which you can find the optimal according to the selected function of control quality. Changing the control quality function leads to readjustment of the structure, as a result of which disturbing forces and moments may occur, which is unacceptable when performing dynamic positioning operations.

The relevance of research. In connection with the above, there is a need to reconfigure redundant structures without creating disturbing forces and moments, and therefore, the development of methods and mathematical software that would allow such a reconfiguration is an urgent scientific and technical task.

Problem formulation. The redundant structure of stern ACD (Azimuth Control Devices) with a nasal steering device is given.

$$\begin{cases} P_x = P_1 \cos \alpha_1 + P_2 \cos \alpha_2, \\ P_y = P_1 \sin \alpha_1 + P_2 \sin \alpha_2 + P_3, \\ M_z = P_1 b \cos \alpha_1 - P_2 b \cos \alpha_2 - P_1 a \sin \alpha_1 - P_2 a \sin \alpha_2 + P_3 c. \end{cases} \quad (1)$$

$$|P_1| \leq P_1^{\max}, |P_2| \leq P_2^{\max}, |P_3| \leq P_3^{\max}, |\alpha_1| \leq \pi, |\alpha_2| \leq \pi$$

It is necessary to transfer this redundant structure from the initial position $(P_1(0), P_2(0), \alpha_1(0), \alpha_2(0), P_3(0))$ to the final position $(P_1(T), P_2(T), \alpha_1(T), \alpha_2(T), P_3(T))$ so that during the readjustment the vector of control forces and moment is equal to zero $(P_x, P_y, M_z) = (0, 0, 0)$.

Research results. Differentiate the system (1). System (2) has five control parameters $\mathbf{v} = (\dot{P}_1, \dot{P}_2, \dot{\alpha}_1, \dot{\alpha}_2, \dot{P}_3)$, which are subject to three constraints in the form of system equations (2), ie there are two independent controls $\mathbf{v} = (\dot{P}_1, \dot{P}_2, \dot{\alpha}_1, \dot{\alpha}_2, \dot{P}_3)$ that provide an infinite number of sets of solutions. Among these solutions we will look for those that transfer the redundant structure (2) into a given final position $(P_1(T), P_2(T), \alpha_1(T), \alpha_2(T), P_3(T))$:

$$\begin{cases} 0 = \dot{P}_1 \cos \alpha_1 - P_1 \sin \alpha_1 \dot{\alpha}_1 + \dot{P}_2 \cos \alpha_2 - P_2 \sin \alpha_2 \dot{\alpha}_2, \\ 0 = \dot{P}_1 \sin \alpha_1 + P_1 \cos \alpha_1 \dot{\alpha}_1 + \dot{P}_2 \sin \alpha_2 + P_2 \cos \alpha_2 \dot{\alpha}_2 + \dot{P}_3, \\ 0 = \dot{P}_1 (b \cos \alpha_1 - a \sin \alpha_1) - (P_1 b \sin \alpha_1 + P_1 a \cos \alpha_1) \dot{\alpha}_1 - \\ - \dot{P}_2 (b \cos \alpha_2 + a \sin \alpha_2) + (P_2 b \sin \alpha_2 - P_2 a \cos \alpha_2) \dot{\alpha}_2 + \dot{P}_3 c. \end{cases} \quad (2)$$

We introduce the quality control function:

$$Q_3 = (P_1 - P_1(T))^2 + (P_2 - P_2(T))^2 + (\alpha_1 - \alpha_1(T))^2 + (\alpha_2 - \alpha_2(T))^2 + (P_3 - P_3(T))^2 \quad (3)$$

and find its derivative in time

$$\begin{aligned} \frac{dQ_3}{dt} &= \frac{\partial Q_3}{\partial P_1} \dot{P}_1 + \frac{\partial Q_3}{\partial P_2} \dot{P}_2 + \frac{\partial Q_3}{\partial \alpha_1} \dot{\alpha}_1 + \frac{\partial Q_3}{\partial \alpha_2} \dot{\alpha}_2 + \frac{\partial Q_3}{\partial P_3} \dot{P}_3 = \langle \mathbf{grad} Q_3, \mathbf{v} \rangle, \\ \frac{\partial Q_3}{\partial P_1} &= 2(P_1 - P_1(T)), \quad \frac{\partial Q_3}{\partial P_2} = 2(P_2 - P_2(T)), \\ \frac{\partial Q_3}{\partial \alpha_1} &= 2(\alpha_1 - \alpha_1(T)), \quad \frac{\partial Q_3}{\partial \alpha_2} = 2(\alpha_2 - \alpha_2(T)), \\ \frac{\partial Q_3}{\partial P_3} &= 2(P_3 - P_3(T)). \end{aligned}$$

Write the law of control in the form

$$\frac{dQ_3}{dt} = \langle \mathbf{grad} Q_3, \mathbf{v} \rangle \rightarrow \max \quad (4)$$

which will provide the maximum speed of approximation of the objective function (3) to the optimal (minimum) value $Q_3 = 0$. It is necessary also consider the limits on the maximum

values of control parameters $\mathbf{v} = (\dot{P}_1, \dot{P}_2, \dot{\alpha}_1, \dot{\alpha}_2, \dot{P}_3)$

$$\left| \dot{P}_1 \right| \leq P_1^{\max}, \quad \left| \dot{P}_2 \right| \leq P_2^{\max}, \quad \left| \dot{\alpha}_1 \right| \leq \alpha_1^{\max}, \quad \left| \dot{\alpha}_2 \right| \leq \alpha_2^{\max}, \quad \left| \dot{P}_3 \right| \leq P_3^{\max}.$$

Conclusions. There was developed a method and mathematical support for automatic transfer of the redundant structure from the initial position to the given final position without creating disturbing forces and moments, which allows adjusting the redundant structure to a new quality control function during the main functional task.

REFERENCES

1. Perez, T. Dynamic Positioning Marine Manoeuvring (2017). DOI: 10.1002/9781118476406.emoe110
2. Zinchenko, S.M., Nosov P.S., Mateychuk, V.M., Mamenko, P.P. & Grosheva, O.O. (2019). Automatic Collision Avoidance with multiple targets, including maneuvering ones. Radio Electronics, Computer Science, Control, № 4, pp. 211-221. DOI 10.15588/1607-3274-2019-4-20
3. Mamenko P.P., Zinchenko S.N., Kobets V.M, Nosov P.S, Popovych I.S. (2021) Solution of the Problem of Optimizing Route with Using the Risk Criterion [Text] // In: Babichev S., Lytvynenko V. (eds) Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision

Making. ISDMCI 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 77. P. 252-265, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82014-5_17.

4. Serhii Zinchenko, Vadym Mateichuk, Pavlo Nosov, Ihor Popovych, Oleksandr Solovey, Pavlo Mamenko, Olga Grosheva. Use of simulator Equipment for the development and testing of vessel control system // Electrical, Control and Communication Engineering. Sciendo. Riga technical university. 2021. Vol. 16, Nom. 2, P. 58-64. DOI:10.2478/ecce-2020-0009

5. Zinchenko S.M., Ben A.P., Nosov P.S., Mamenko P.P., Mateichuk V.M. Improving the accuracy and reability of automatic vessel moution control system // Materials of the XII International Scientific and Practical Conference "Advanced Information and Innovative Technologies for Transport (MINTT - 2020), May 27-29, 2020, Kherson p. 54-58.

6. Zinchenko S., Moiseienko V., Tovstokoryi O., Nosov P., Popovych I. (2021) Automatic Beam Aiming of the Laser Optical Reference System at the Center of Reflector to Improve the Accuracy and Reliability of Dynamic Positioning. In: Hu Z., Petoukhov S., Dychka I., He M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education IV. ICCSEEA 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 83. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80472-5_1.

7. Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Nosov, Popovych I.S., Kobets V., Abramov G. Mathematical support of the vessel information and risk control systems P. 335-354. // CEUR Workshop Proceedings, 2805. <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>

8. Zinchenko S.M., Nosov P.S., Mateichuk V.M., Mamenko P.P., Grosheva O.O. Use of navigation simulator for development and testing ship control systems. МНПК пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. (FS - 2019), 24 – 28 квітня 2019, Одеса – Стамбул – Одеса. Pages 350-355.

9. Zinchenko, S.M., Nosov, P.S., Mateichuk, V.M., Mamenko, P.P., Popovych, I.S. & Grosheva, O.O. (2019). Automatic collision avoidance system with multiple targets, including maneuvering ones. Bulletin of University of Karaganda. Technical Physics, № 4(96), pp. 69-79. DOI: 10.31489/2019Ph4/69-79

10. Zinchenko, S.M., Mateichuk, V.M., Nosov, P.S., Popovych I.S. & Appazov, E.S. (2020). Improving the accuracy of automatic control with mathematical meter model in on-board controller. Radio Electronics, Computer Science, Control, pp. 197-207. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-4-19>

11. Zinchenko, S., Ben, A., Nosov, P., Popovich, I., Mamenko, P. & Mateychuk, V. (2020). Improving the Accuracy and Reliability of Automatic Vessel Motion Control Systems. Radio Electronics, Computer Science, Control, № 2, pp. 183-195. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-2-19>

12. Zinchenko, S.M., Mamenko, P.P., Grosheva, O.O., Mateichuk, V.M. (2019). Automatic control of the vessel's movement under external conditions. Науковий вісник ХДМА, №2(21), s.10-15. DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.010-015

13. Zinchenko, S., Tovstokoryi, O., Ben, A., Nosov, P., Popovych, I., Nahrybelnyi. Ya. (2021) Automatic optimal control of a vessel with redundant structure of executive devices. In: Babichev S., Lytvynenko V. (eds) Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 77. P. 266-281, Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-82014-5_18

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ РОТОРНИХ ВІТРИЛ

Купратий О.Г.

Одеський національний морський університет
(Україна)

Вступ. Німецький авіаційний інженер і винахідник Антон Флеттнер (1885–1961) увійшов в історію судноплавства як людина, яка намагалася замінити вітрила. Він довгий час блукав на вітрильнику в Атлантичному та Індійському океанах. На щоглах вітрильних кораблів тієї епохи ставилося багато вітрил. Вітрильне обладнання було дорогим, складним і аеродинамічно не дуже ефективним. Постійні небезпеки очікували моряків, яким навіть під час шторму доводилося мати справу з вітрилами на висоті 40-50 метрів.

Під час плавання у молодого інженера виникла ідея замінити вітрила, які вимагають більше зусиль, більш простим, але більш ефективним пристроєм, основним двигуном якого також буде вітер.

Думаючи про це, він згадав аеродинамічні експерименти, проведені його співвітчизником фізиком Генріхом Густавом Магнусом (1802–1870). Вони виявили, що при обертанні циліндра в повітряному потоці відбувається поперечна сила з напрямком в залежності від напрямку обертання циліндра (ефект Магнуса).

В наш час одним з флагманів у виробництві роторних вітрил є компанія NORSEPOWER [1,2]. У даній роботі пропонується розрахувати теоретичну енергоефективність роторних вітрил для сухогруза з чартерною швидкістю 12 вузлів та тягою 600000 Н.

Цілі та задачі. Ціллю дослідження є оцінити теоретичну енергоефективність роторних вітрил, а задачою дослідження є розрахувати теоретичну енергоефективність на переході «KARWAR-NISHTUN».

Методи і матеріали. У дослідженні застосовано метод числового експерименту в MS Excel, а матеріалом є технічні дані роторних вітрил компанії NORSEPOWER, дані переходи «KARWAR-NISHTUN» та статті [3-5]. Енергоефективність розрахована, відштовхуючись від витрат палива при роботі ДВС з опором гвинта 600000Н, а саме 22 тонни.

Результати і дискусія. З урахуванням необхідної для забезпечення чартерної швидкості тяги були обрані роторні вітрила висотою 18 метрів та діаметром 3 метри з максимальною потужністю 100000 Н. Отже, спочатку були записані початкові дані у таблицю 1.

Таблиця 1. Початкові дані переходу

KARWAR-NISHTUN											
No	Latitude	Longitude	Dist.	Course	d	H	n	ρ	P (req.)	Vessel speed	Time
				$^{\circ}$	m	m	item	$[kg/m^3]$	$[N]$	$[knots]$	$[hours]$
1	14 ^o 48.1'N	074 ^o 06.9'E		0							
2	14 ^o 48.6'N	074 ^o 07.1'E	0.5'	21.1 ^o	3	18	6	1.204	600000	12.0	0.0
3	14 ^o 48.7'N	074 ^o 06.4'E	0.7'	278.4 ^o	3	18	6	1.204	600000	12.0	0.0
4	14 ^o 48.8'N	074 ^o 03.3'E	3.0'	271.9 ^o	3	18	6	1.204	600000	12.0	0.2
5	15 ^o 05.0'N	068 ^o 15.0'E	337.5'	272.8 ^o	3	18	6	1.204	600000	12.0	19.9
6	15 ^o 20.0'N	062 ^o 23.0'E	340.6'	272.5 ^o	3	18	6	1.204	600000	12.0	20.0
7	15 ^o 35.0'N	056 ^o 30.0'E	341.2'	272.5 ^o	3	18	6	1.204	600000	12.0	20.1
8	14 ^o 49.1'N	052 ^o 12.3'E	253.3'	259.5 ^o	3	18	6	1.204	600000	12.0	14.9
		Distance	1276.8'							Cons=	312.9

Таблиця 2 показує теоретичну енергоефективності у січні та квітні, а таблиця 3 – у липні та жовтні.

У таблицях 2 та 3 WD – це напрям вітру, WCA – курсовий кут вітру, WS – абсолютна швидкість вітру, Vy – швидкість вітру відносно діаметральної площини судна, d – це діаметр вітрила, H – висота вітрила, n – кількість вітрил, ρ – густина вітру, P – сумарна потужність б вітрил.

Таблиця 2. Розрахунок енергоефективності на січень та квітень

JANUARY						
WD °	WCA °	WS {V} [m/s]	{Vy} [m/s]	P [N]	Effect. %	Cons. Econ. mt
0°	21.1°	7.7	2.8	71087	11.85	0.00
0°	81.6°	7.7	7.6	534745	89.12	0.05
0°	88.1°	7.7	7.7	545813	90.97	0.21
0°	87.2°	10.3	10.3	600000	100.00	25.78
45°	132.5°	10.3	7.6	528522	88.09	22.92
45°	132.5°	10.3	7.6	528452	88.08	22.95
45°	145.5°	10.3	5.8	312317	52.05	10.07
					Econom %	81.99 84.06%
APRIL						
315°	66.1°	7.7	7.1	457031	76.17	0.03
315°	36.6°	7.7	4.6	194193	32.37	0.02
315°	43.1°	7.7	5.3	254998	42.50	0.10
315°	42.2°	7.7	5.2	246966	41.16	10.61
315°	42.5°	7.7	5.2	249127	41.52	10.80
315°	42.5°	7.7	5.2	249167	41.53	10.82
225°	34.5°	7.7	4.4	175678	29.28	5.67
					Econom %	38.05 39.01%

Таблиця 3. Розрахунок енергоефективності на липень та жовтень

JULY						
WD °	WCA °	WS {V} [m/s]	{Vy} [m/s]	P [N]	Effect. %	Cons. Econ. mt
270°	111.1°	12.9	12.0	600000	100.00	0.04
270°	8.4°	12.9	1.9	32434	5.41	0.00
270°	1.9°	15.4	0.5	2431	0.41	0.00
270°	2.8°	12.9	0.6	3510	0.58	0.15
225°	47.5°	15.4	11.4	600000	100.00	26.02
225°	47.5°	15.4	11.4	600000	100.00	26.06
225°	34.5°	12.9	7.3	487996	81.33	15.74
					Econom %	68.01 69.73%
OCTOBER						
0°	21.1°	7.7	2.8	71087	11.85	0.00
0°	81.6°	7.7	7.6	534745	89.12	0.05
0°	88.1°	7.7	7.7	545813	90.97	0.21
315°	87.2°	7.7	7.7	545158	90.86	23.42
315°	87.5°	7.7	7.7	545358	90.89	23.65
315°	47.5°	7.7	5.7	297254	49.54	12.91
225°	34.5°	7.7	4.4	175678	29.28	5.67
					Econom %	65.91 67.58%

На підставі даних таблиці 2 і 3 був збудований графік (Рис. 1).

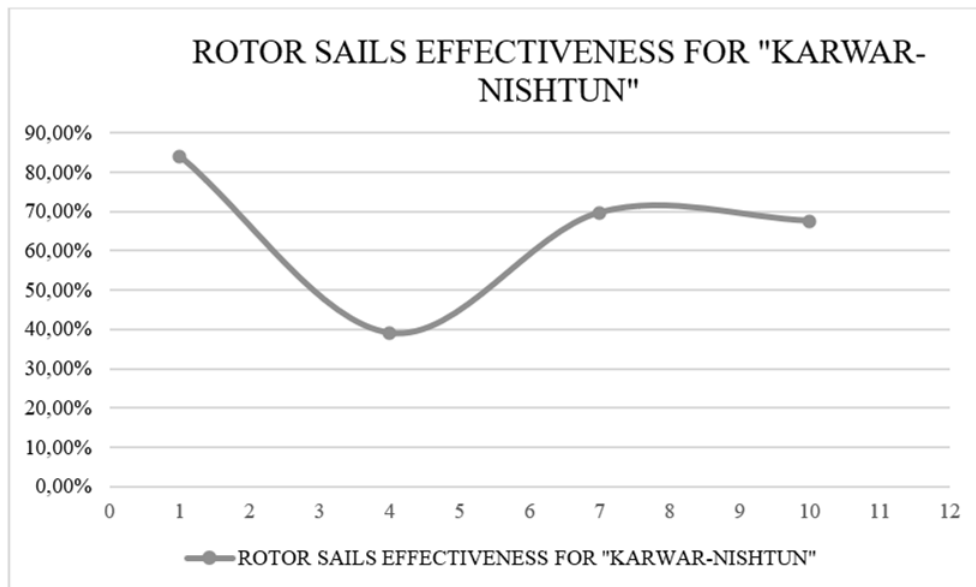


Рисунок 1 – Графік енергоефективності у різні періоди року

Згідно таблиць і графіка на переході «KARWAR-NISHTUN» найбільша енергоефективність у січні 84,06 %, а найменша – у квітні 39,01 %.

Висновки. Роторні вітрила є дуже енергоефективною судновою енергетичною установкою, що може бути використана на будь-якому судні, заощадити паливо та зменшити викиди вуглецю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Rotor Sail technology. Brochure. NORSEPOWER. HELSINKI, FINLAND. 2021 URL:<https://www.norsepower.com/download/brochure.pdf>
2. Norsepower rotor sail solution. Brochure. NORSEPOWER. HELSINKI, FINLAND. 2018. URL:<https://wind-ship.org/wp-content/uploads/2018/08/Norsepower-Rotor-Sail-Solution-brochure-2018.pdf>
3. Tillig, F., Ringsberg, J. W., Psaraftis, H. N., & Zis, T., 2020. Reduced environmental impact of marine transport through speed reduction and wind assisted propulsion. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 83, [102380]. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102380>
4. Tillig, F., Ringsberg, J. (2020) Design, operation and analysis of wind-assisted cargo ships Ocean Engineering, 211(1): 1-23 <http://dx.doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107603>
5. Kupraty O., 2021. Implementation of the algorithm for calculation course (bearing) on rhumb line and constructing the trajectory of the ship's turning circle in the MATLAB programming environment. The scientific heritage. (Budapest,Hungary).Vol.1, No. 60 (60). pp. 40-45. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-60-1-40-45>

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СУДНОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Погорлецький Д.С., Кавун В.І.

*Херсонська державна морська академія
(Україна)*

Вступ. Одним з способів підвищення ефективності роботи котельної установки судна є використання системи автоматичного регулювання горіння, яка складається з двох зв'язаних контурів: контуру регулювання тиску пара і контуру регулювання коефіцієнта надлишку повітря в топці. Розрізняють схеми з якісним, кількісним та якісно-кількісним регулюванням. При якісному регулюванні зміна кількості палива, що подається в топку, здійснюється за рахунок зміни тиску розпилу. При кількісному – за рахунок зміни працюючих форсунок n , а при якісно-кількісному – (комбінованому) як за рахунок зміни тиску перед форсунками, так і за рахунок зміни кількості одночасно працюючих форсунок.

В ідеальному випадку схема регулювання процесу горіння представляється в наступному вигляді: при відхиленні тиску пара в котлі від заданого значення, пов'язаному зі зміною навантаження, відбувається переміщення паливорегулюючого органу, в результаті чого збільшується або зменшується кількість палива, що подається в топку. Одночасно зі зміною кількості палива, що спалюється при незмінній подачі повітря відбувається зміна коефіцієнта надлишку повітря, внаслідок чого у відпрацьованих газах з'являться або продукти неповного згоряння палива – CO, або надлишок кисню O₂.

При наявності аналізатора димових газів стає можливим вимірювати склад відпрацьованих газів і підтримувати необхідний мінімальний коефіцієнт надлишку повітря, що забезпечує повне згоряння палива. У цьому випадку систему регулювання процесу горіння можна представити у вигляді двох незалежних контурів, один з яких підтримує заданий тиск пара в котлі за рахунок зміни кількості палива, що подається, а інший за даними аналізу складу відпрацьованих газів підтримував би необхідний коефіцієнт надлишку повітря, змінюючи кількість подаваного в топку повітря.

Автоматична система регулювання загального повітря призначена для підтримки найбільш економічного режиму спалювання палива в топці котла. Для повного спалювання одиниці витрати палива від виду і сорту палива, що спалюється і його характеристик. В топку подається трохи більше повітря, ніж потрібно для повного згоряння палива. Витрата повітря в топку визначається коефіцієнтом надлишку повітря, оптимальне значення якого залежить від виду палива, $\alpha_{\text{опт}} = 1,05 \dots 1,1$ при спалюванні мазуту. Оптимальні значення $\alpha_{\text{опт}}$ від яких встановлюються заводом виробником котельного обладнання, або визначаються при режимних випробуваннях котла. Від значень залежать втрати теплоти в котлі: q_2 (з димовими газами); q_3 і q_4 (від хімічного і механічного не догоряння палива), які впливають на ККД котла η_k . Система регулювання подачі повітря повинна на кожній навантаженні котла підтримувати оптимальне значення η_k . Якісний вплив коефіцієнта надлишку повітря α на складові втрат і η_k представлено на (рис.1). Оптимальне значення O₂ при номінальному навантаженні приблизно складе при спалюванні мазуту 0,2...2% O₂. В даний час розроблені і використовуються електрохімічні датчики (ЕХД) для вимірювання вмісту вільного кисню O₂ у відпрацьованих газах, які можуть використовуватися для точного регулювання подачі повітря на горіння палива, в сталих режимах роботи котла.

Збільшення витрати палива і повітря має протилежний вплив на зміст вільного кисню в димових газах. Тимчасові характеристики приблизно однакові, але протилежні за знаком, отже, при спрацьовуванні регулятора теплового навантаження, що змінює витрату палива, повинен спрацювати регулятор повітря настільки, наскільки необхідно для

спалювання палива. Кількість повітря, що подається залежить від виду і складу палива, але, як показали розрахунки і експериментальні дослідження, на вироблення одиниці теплоти, що виділилася в топці при спалюванні будь-якого виду палива, потрібно приблизно один і той же кількість повітря. Максимальна відмінність у кількості повітря становить приблизно 4 %.

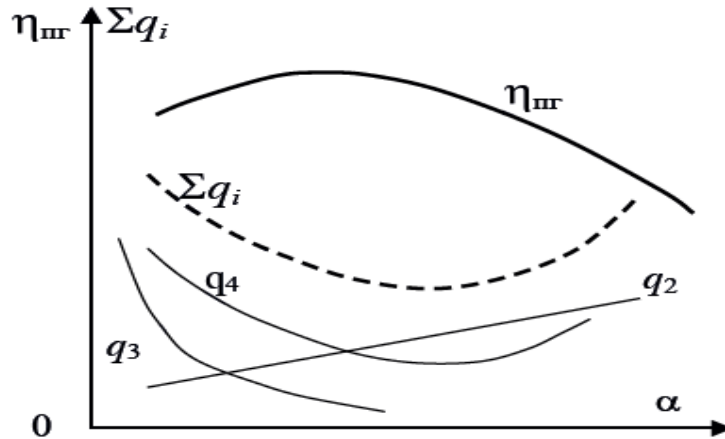


Рисунок 1 – Залежність η_k і сумарних втрат Σq_i від коефіцієнта надлишку повітря

При постійній якості палива його витрата V_T і кількість повітря, необхідного для забезпечення повноти згорання, пов'язані пропорційною залежністю, яка встановлюється в результаті режимних випробувань котла. Сигнали від датчиків витрат палива і повітря включені зустрічно («+» або «-»). Якщо витрата повітря Q_v відповідає витраті палива, то різниця сигналів від датчиків палива і повітря дорівнює нулю, регулятор відключений, співвідношення витрат палива витримано. При спрацьовуванні регулятора теплового навантаження котла (РТН) витрата палива зміниться, на вході в регулятор економичності (РЕК) з'явиться сигнал неузгодженості, РЕК спрацює і буде змінювати витрату повітря до тих пір, поки не встановиться нове співвідношення витрат палива і повітря, при якому РЕК відключиться. Регулятор при такій роботі називають стабілізуючим.

Співвідношення «паливо-повітря» витримується з такою точністю, яка залежить від навантаження на котел. Для більш точного регулювання економичності на регулятор подають додатковий коригувальний імпульс за змістом вільного кисню O_2 в димових газах. Імпульс від датчика кисню O_2 надходить на коригувальний регулятор КР O_2 , який підтримує оптимальний заданий вміст кисню O_2 (оптимальні значення коефіцієнта надлишку повітря α_{opt}). Відбір димових газів на аналіз вмісту O_2 проводиться на виході з котла. Завдяки своїй простоті і високій надійності ця схема застосовується для котлів, що працюють з рідко і плавно змінюючимся навантаженням, в тому числі і для котлів малої потужності. Для зміни витрати повітря в якості регулюючого органу (РО) застосовують напрямні апарати вентиляторів (НАМ) осьового або спрощеного типу.

За рахунок використання газоаналізатору (датчиків O_2 , CO , CO_2) які вмонтовані до систем викидів відпрацьованих газів котла, робиться можливим плавне та більш точне регулювання подачі повітря та палива до топкового пристрою котла, за рахунок чого покращується повнота згорання палива та економичність суднового котла.

Контроль концентрації кисню при спалюванні палива. За принципом роботи котельної установки видно, що для оптимізації витрати палива, на початковому етапі - при згорянні горючої речовини, потрібно контролювати повноту його згорання. Саме вимірювання концентрації залишкового кисню у вихідних котельних газах показує якість згорання палива в камері котла. При низькій концентрації кисню паливо згоряє не повністю, а через його високий вміст в котлових газах продуктів згорання, з'являється ризик вибуху котла. Високий вміст кисню теж не бажано, негативно впливає на витрату

сировини, тому що втрачається енергія на нагрів зайвого повітря. Для контролю показань кількості кисню на димохід встановлюють кисневий газоаналізатор.

Вимірювач вмісту кисню показує співвідношення кисню до загального обсягу продуктів згоряння при високих температурах. Отримані значення дозволяють регулювати технологічний процес – збільшуючи або зменшуючи подачу повітря в топку котла. Щоб процес вимірів був безперервним, а одержувані дані були актуальними, встановлюють вимірювачі вмісту кисню стаціонарного типу. Своєчасне коригування налаштувань горіння дозволяє підвищити вироблення тепла на 1...3%. Газовий аналізатор кисню ІКТС-11У дозволяє встановити контроль за концентрацією залишкового кисню в димових газах. Він простий в установці – кваліфікації працівників машиного відділення досить для правильного монтажу. А обслуговування приладу зводиться до профілактичного огляду і простого очищення від пилу, що скупчився на датчику кисню, який винесено в спеціальну камеру на зовнішній частині димоходу. Профілактика проводиться 1...2 рази на пів року. При роботі ІКТС-11У дані від сенсора приладу надходять на АСУ і процес горіння коригується автоматично.

Характеристики датчика кисню ІКТС-11У:

- прогрів цирконієвого датчика приладу відбувається протягом 10 хвилин після включення;
- настроювання показань Т90...10 секунд;
- прилад розпізнає не тільки O_2 , а й CO , NO , NO_2 , розраховує NOx , в залежності від комплектації приладу;
- стандартне виконання зонда приладу витримує температуру в димовому каналі до $800\text{ }^{\circ}C$.
- для температури аналізованого середовища від 800 до $1000\text{ }^{\circ}C$ поставляється спеціальний зонд з термостійкого металу;
- розрахунковий термін експлуатації в середньому до 7 років. Термін служби датчика 1...2 роки – це залежить від складу продуктів згоряння, кількості в пробі зважених часток і оксидів сірки.

Також існують переносні газоаналізатори які використовуються для більш точного налаштування процесу згоряння палива в котлі. Один з них це прилад Testo 310 – портативний вимірювальний прилад для аналізу димових газів систем згоряння котлових агрегатів. Портативний газоаналізатор Testo 310 є комбінований прилад для оптимізації процесів горіння. Він дозволяє швидко і точно провести запуск, наладку, періодичний контроль роботи суднового котла за такими параметрами як: концентрація кисню (O_2) і моно оксиду вуглецю (CO), тяга в димоході і тиск газу який йде на горіння. До складу газоаналізатора входить сталевий зонд 180 мм з міцним гнучким шлангом, стаціонарно приєднаним до приладу, що забезпечує простоту і зручність в щоденних вимірюваннях. Прилад має 6 предустановок, які дозволяють відразу приступити до вимірювань в системах, що працюють на різних видах палива.

Функціональне оснащення в поєднанні з передовими технологіями дозволяють приступити до роботи всього через 30 секунд після включення приладу. Додатково до стандартного комплекту газоаналізатора Testo 310, до складу розширеного комплекту входить інфрачервоний принтер Testo і 2 рулони термопапіру. Завдяки принтеру, що входить до складу комплекту більше немає необхідності вручну записувати дані з налаштування, або будувати графіки. Принтер дозволяє виконати професійне документування результатів безпосередньо на об'єкті вимірювань. Для підтвердження правильного налаштування котла або пальника досить надати роздруківку з даними, в якій так само зазначений серійний номер приладу, дата і час проведення заміру. Якщо налаштовані параметри вимірювання димового газу або навколишнього CO , то при включенні приладу буде виконано обнуління газових сенсорів (фаза обнуління). Сенсор тиску, якщо налаштовані параметри вимірювання тяги або диференціального тиску (ΔP),

то при включенні приладу буде виконано обнуління сенсора диференціального тиску (фаза обнуління).



Рисунок 2 – а) Зонд відбору проби продуктів згорання: 1 – термопара; 2 – корпус зонда; 3 – рукоятка зонда; 4 – кабель; 5 – камера змінного фільтра (контрольне вікно, фракційний фільтр і ущільнювальна заглушка для вимірювання диференціального тиску); б) Вимірювальний пристрій: 1 – дисплей; 2 – функціональні кнопки; 3 – панель кнопок.

Висновок. Після розглянутого способу підвищення ефективності роботи котельної установки судна, а саме використання системи автоматичного регулювання горіння, та проведеного аналізу методів підвищення ефективності роботи суднової котельної установки, впливу якості згорання палива на ККД котла, а звідси і на витрату палива, було запропоновано розглянути спосіб підвищення ефективності роботи котла за рахунок встановлення датчику кисню (газоаналізатору) для проведення більш точного настроювання процесу спалювання в котлі та за рахунок цього вибору оптимального режиму роботи суднової котельної установки для зменшення кількості витраченого палива та підвищення ефективності роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Даниловский А. Г., Орлов М. А., Боровикова И. А. Оптимизация судового пропульсивного комплекса : монография. СПб. : РИЦ СПбГМТУ, 2008.
2. Руденко В.І. Конструкційний розрахунок утилізаційних котлів. Одеса : ОНМА, 2004. 25 с.
3. Денисенко Н.И., Костылев Н.Н. Судовые котельные установки. Санкт-Петербург : Элмор, 2005. 286с.
4. Хряпченков А.С. Судовые вспомогательные и утилизационные котлы. Л. : Судостроение, 1988. 293 с.
5. Особые режимы эксплуатации котельных установок. URL:<http://www.balt-tech.ru/industrialchemistry/articles/vodoobrabotka/osobyerezhimy-ekspluatatsii/>.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТІВ У ВИПАРНИКАХ СУДНОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН

Тришин В.В., Ліганенко В.В.

*Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
(Україна)*

Вступ. Наприкінці 80-х років ХХ століття відбулися безпрецедентні заходи щодо охорони навколишнього середовища, насамперед перехід на озонобезпечні холодоагенти. Цей перехід стосується не тільки холодильних установок у промисловості, побуті, сфері розваг. Він торкається також холодильних машин на морських та річкових суднах. Там вони застосовуються для збереження продуктів і створення комфортних умов для пасажирів та екіпажу.

Проектування та експлуатація суден різного класу та призначення неможливо без застосування холодильних машин. Як правило, сучасні судна експлуатують не одну, а декілька холодильних машин різного призначення. Як наслідок холодильні машини споживають значну кількість електроенергії, яка виробляється на судні.

Перехід на нові холодоагенти утрудняє проектування та аналіз експлуатації випарників з внутрішньотрубним кипінням холодоагенту. Основною причиною такого стану справ є недоліки у методиках розрахунку показників ефективності, орієнтованих на кілька традиційних холодоагентів. В останні роки при проектуванні холодильних машин широкого розповсюдження набули узагальнені методики визначення локальних коефіцієнтів тепловіддачі (КТВ) та падінь тиску. Раніше при розрахунках падінням тиску холодоагенту нехтували, а теплові та гідравлічні розрахунки проводили роздільно. Результатом цього було зниження продуктивності компресора та зростання його питомого енергоспоживання. Отже, повстало завдання вдосконалення методів теплового та гідромеханічного розрахунку випарників, які враховують теплофізичні та термодинамічні процеси.

Тому підвищення ефективності сучасних суднових енергетичних установок за рахунок підбору оптимальних сполучень конструкції та режимних параметрів холодоагенту у холодильних машинах суден є актуальним прикладним завданням.

Задачею дослідження є удосконалення процесів внутрішньотрубного кипіння холодоагентів у випарниках для підвищення енергоефективності суднових холодильних машин.

Основне призначення випарників суднових холодильних машин полягає в охолодженні повітря або рідини з кипінням робочої речовини в міжтрубному просторі або всередині мідних або сталевих труб. Найбільшого розповсюдження набуло внутрішньотрубне кипіння. Це пояснюється порівняно невеликою кількістю холодоагенту в апараті, побудованому з горизонтальних труб. Застосування колін і кришок дозволяє побудувати змійовики і перегородки для послідовного руху холодоагенту через задану кількість труб певної довжини. Необхідна холодопродуктивність випарників досягається компонуванням певної кількості змійовиків, в яких фізично реалізується взаємозв'язок між теплообміном та гідродинамікою двохфазового потоку при кипінні рідини в трубах.

Результати дослідження. Відомі різні режими двохфазного потоку охолоджувальної рідини: пухирцевий, снарядний, розшарований, хвильовий, хвильовий з перемичками, кільцевий, дисперсний. Перехід від одного режиму потоку до іншого залежить від масової швидкості w_p , паровмісту x та виду холодоагенту. Границі переходу від одного режиму потоку до іншого на всіх картах є нечіткими. Зміна режимів двохфазного потоку призводить до зміни і закономірностей, які описують інтенсивність тепловіддачі. Доведено, що найбільш високі КТВ отримуються у кільцевому режимі, коли

шар рідини з убутою за напрямом руху товщиною розподіляється по окружності труби, а пара з високою швидкістю переміщується по центральній частині, захоплюючи за собою рідину.

Позначимо через: w – швидкість рідини; μ , ν – динамічна та кінематична в'язкість суміші, рідкої або парової фази; d_T – внутрішній діаметр труби; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; ΔP – падіння тиску на ділянці труби; ξ – коефіцієнт опору; α – температуропровідність; λ – коефіцієнт теплопровідності рідини. Тоді можна гідродинаміку двохфазного потоку представити числами подоби: Рейнольдса Re , Фруда Fr , Ейлера Eu і Нуссельта Nu (безрозмірний КТВ):

$$Re = \frac{w_0 d_T}{\nu} = wp \cdot d_T / \mu \quad (1)$$

$$Fr = \frac{w_0^2}{d_T g} = \frac{(wp)^2}{d_T \cdot g \cdot \xi^2} \quad (2)$$

$$Eu = \frac{\Delta P}{(\rho w_0)^2} = \frac{\Delta P \cdot \rho^2}{[\rho \cdot (wp)^2]} \quad (3)$$

$$Nu = \alpha \cdot d_T / \lambda \quad (4)$$

Експериментально місцеві КТВ на стороні холодоагенту $\alpha_{ал}$ залежать від режиму потоку і визначаються шляхом розподілу щільності теплового потоку q на різницю між температурами внутрішньої сторони труби t_T та температурою насичення холодоагенту t_s в конкретному місці: $\alpha_{ал} = q / (t_T - t_s)$.

Найскладнішим завданням є точний вимір температури t_T . У механіці тепловіддачі виділяють пухирцеві (вільне) $\alpha_{п}$ та конвективне кипіння α_k .

Пухирцеве кипіння зазвичай відбувається у великому обсязі нерухомої рідини. Воно характеризується ростом та відривом пухирцевої пари, на яку впливає щільність теплового потоку, характер поверхні, що нагрівається, та властивості рідини. При кипінні в трубах рух парорідинної суміші придушує утворення пухирців та знижує внесок складової $\alpha_{п}$.

Конвективна складова обумовлена рухом киплячої рідини вздовж стінок труб. У зв'язку зі зростанням паровмісту швидкість суміші за її рухом збільшується, що призводить до росту локальних КТВ, поки не починається висихання окремих ділянок труби.

Отже, проектування суднових змієвикових випарників потребує вибору та вдосконалення методики розрахунку коефіцієнта тепловіддачі на стороні холодоагенту. Ефективне використання поверхні змієвика потребує рівномірної подачі холодоагенту в усі змієвики, що забезпечує на виході з зони кипіння однаковий перегрів пари. Тому при розрахунку КТВ на стороні холодоагенту можливо застосування залежностей, що узагальнюють емпіричні дані щодо кипіння рідини у горизонтальних трубах.

Через різну інтенсивність тепловіддачі потоку у русі у трубах необхідно визначити локальні КТВ, які залежать від режимів плинну двохфазного потоку. Складність опису процесів кипіння певних рідин у трубах дають недостатньо достовірні результати. Спрощення математичних моделей приводить до серйозного загублення результатів розрахунків. Крім того, отримані результати не можна без кореляції поширити на нові холодоагенти.

Для вирішення цієї проблеми застосовують узагальнені методики розрахунку локальних КТВ на основі безрозмірних змінних, які враховують властивості рідин і умови кипіння. З одного боку, такий прийом збільшує кількість узагальнених даних, а з іншого, врахування термодинамічних та теплофізичних властивостей кожної рідини ускладнює

узагальнення. Однак можливість поширення методики на розрахунок КТВ при кипінні різних рідин, включаючи ще слабо вивчені, дозволяє швидше отримати результати для альтернативних екологічно чистих холодоагентів.

Результати дослідження впливу щільності теплового потоку на показники кипіння холодоагенту свідчать, що щільність теплового потоку визначається умовами тепловіддачі на зовнішній поверхні труб. Її збільшення досягається шляхом оребренья труб і різними способами інтенсифікації зовнішньої тепловіддачі.

Зростання КТВ та падіння тиску $\Delta P_{\text{п}}$ досягається також збільшенням відносної довжини зони кипіння. Також доведено, що середній коефіцієнт тепловіддачі слабо залежить від діаметра труби (особливо для труб невеликого діаметру ($d_{\text{т}} < 0,01$ м)). І тільки для деяких матеріалів труб відомі суттєві втрати середнього коефіцієнту тепловіддачі, а, отже, і зростання необоротних утрат, при збільшенні діаметра труби при кипінні парорідинної суміші.

Таким чином, необоротні втрати тепловіддачі залежать від множини всіх, без винятку факторів впливу. Але ці залежності мають різну фізичну природу й описуються різними змінними. Подальші дослідження плануємо спрямувати на виявлення впливу виду холодоагенту на необоротні втрати тепловіддачі.

Висновки.

1. Розглянуто основні шляхи удосконалення процесів теплообміну у зміювиках холодильних машин суден. Доведено, що вид і швидкість охолоджувальної рідини, її температурний натиск та вид і ступінь оребренья на зовнішній стороні труб визначають основний вплив на щільність теплового потоку у холодильних машинах. Збільшення швидкості холодоагенту часто призводить до зростання коефіцієнта тепловіддачі на стороні холодоагенту. Одночасне збільшення падіння тиску киплячого потоку знижує температуру насичення та тиск усмоктування, і загалом ефективність роботи компресора. Але дослідним шляхом можливо підібрати оптимальне значення швидкості холодоагенту для кожного конкретного прикладу, при якому необоротні втрати будуть найменшими.

2. Для визначення оптимальних сполучень конструктивних та режимних параметрів змієвикових випарників; підбору оптимальних значень масової швидкості залежно від щільності теплового потоку та підбору оптимальної довжини зони кипіння холодоагентів у широкому діапазоні умов їх кипіння доцільне застосування чисельного методу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Холодильные машины : учебник А. В. Бараненко, Н. Н. Бухарин, В. И. Пекарев, Л. С. Тимофеевский. СПб.: Политехника, 2006. 944 с.
2. Wojtan L., Ursenbacher T., Thome J. R. Investigation of flow boiling in horizontal tubes. Part I – A new diabatic two-phase flow pattern map. *International Journal Heat Mass Transfer*. 2005. Vol. 48. P. 2955-2969.
3. Кутепов, А.М., Стерман Л.С., Стюшин Н.Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании. М. : Высшая школа, 1986. 448 с.
4. Клименко А.В. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : справочник / под ред. А. В. Клименко и В. М. Зорина. М. : Издательский дом МЭИ, 2007. 564 с.
5. Лабунцов Д.А., Ягов В.В. Механика двухфазных систем. М. : Издательский дом МЭИ, 2007. 384 с.
6. Ховалыг Д. М., Бараненко А. В. Динамика двухфазных потоков при кипении хладагента R134a в миниканалах. *Журнал технической физики*. 2015. Том 85, Вып. 3. С. 34-41.
7. Ховалыг Д. М., Бараненко А. В. Теплоотдача при кипении хладагентов в малых каналах. *Вісник Международной академии холода*. 2013. № 4. С. 3-11.

ВПЛИВ МОДИФІКОВАНОГО КРЕМНІЙОРГАНІЧНОГО ЛАКУ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ВОДНОГО ТРАСПОРТУ

Савчук П.П., Кашицький В.П., Садова О.Л., Орловський І.В., Наливайко О.О.

Луцький національний технічний університет

(Україна)

Вступ. Композитні матеріали на основі епоксидних смол широко застосовують в транспортній галузі для виготовлення виробів триботехнічного призначення та захисних покриттів, оскільки мають оптимальну волого- та атмосферостійкість, а також високу адгезію до більшості матеріалів. Суттєвим недоліком, який значно обмежує застосування епоксиполімерів як матриці для трибовиробів є недостатня їх тепло- та термостійкість [1, 2]. Дану проблему можна вирішити шляхом введення термостійких модифікаторів, зокрема кремнійорганічних сполук. Під час структурування модифікованих епоксиполімерів формується структура, яка забезпечує підвищену тепло- та термостійкість матеріалу, а також високу міцність, ударну в'язкість та хімічну стійкість виробів в агресивних умовах експлуатації. Це дозволить застосувати дані композитні матеріали для виготовлення трибовиробів, а також як покриття для захисту деталей вузлів машин та механізмів технологічного устаткування [3, 4]. Однак значним недоліком кремнійорганічних сполук є наявність в їх складі толуолу, який додають для покращення реологічних властивостей розчину. Наявність в композиції толуолу значно знижує фізико-механічні характеристики епоксиполімерів, оскільки під час структурування розчинник нерідко сприяє формуванню дефектної структури [5].

Результати досліджень. Експериментально встановлено, що збільшення вмісту кремнійорганічного лаку марки КО-08 від 5 мас. ч. до 15 мас. ч. підвищує на 7 % адгезійну міцність епоксиполімерів. Незначне зростання показника пояснюється наявністю толуолу в складі кремнійорганічного лаку, який перешкоджає утворенню максимально кількості фізико-хімічних зв'язків під час структурування епоксиполімерів. Для модифікованих епоксиполімерів оптимальним вміст кремнійорганічного лаку марки КО-08 становить 20 мас. ч, оскільки отримано найвищу адгезійну міцність матеріалу (19,3 МПа). При збільшенні вмісту модифікатора до 25 мас. ч. зафіксовано зниження в 1,5 раз адгезійної міцності, що пояснюється підвищеним вмістом в епоксиполімерній системі толуолу, який залишається після структурування.

Досліджено, що збільшення вмісту кремнійорганічного лаку від 5 мас. ч. до 15 мас.ч. майже не підвищує міцність при стисканні, що пояснюється пластифікацією структури епоксиполімеру за невисокого вмісту модифікатора. Підвищення вмісту кремнійорганічного лаку до 20 мас. ч. та 25 мас. ч. призводить до зниження в 1,3 рази міцності при стисканні порівняно із епоксиполімерами з вмістом кремнійорганічного лаку 10 мас. ч. Зниження міцності при стисканні пов'язане із високим вмістом кремнійорганічного лаку та толуолу зокрема, який виділяється під час термічної обробки та створює високі залишкові напруження в епоксисистемі [5].

За низького вмісту кремнійорганічного лаку 5-10 мас. ч. ударна в'язкість епоксиполімерів становить 6,1-6,2 кДж/м². Однак у випадку введення модифікатора в кількості 15 мас. ч. ударна в'язкість епоксиполімерів підвищується на 18 % (7,4 кДж/м²), що пояснюється збільшенням пластичності матеріалів за рахунок вищого вмісту кремнійорганічного лаку, який є пластифікуючою добавкою [2, 5]. Підвищення вмісту кремнійорганічного лаку в епоксиполімерах до 20 мас. ч. призводить до зниження ударної в'язкості в 1,3 рази, а до 25 мас.ч. – в 2,7 раз, що пояснюється низьким ступенем структурування епоксиполімерної системи через високий вміст модифікатора, який містить більше толуолу.

З метою видалення толуолу з кремнійорганічного лаку марки КО-08 проведено обробку модифікатора в електромагнітному полі. Максимальні значення адгезійної міцності (25,4 МПа) отримано для модифікованих епоксиполімерів, що містять оброблений в електромагнітному полі протягом 5 хв кремнійорганічний лак. У випадку збільшення тривалості обробки кремнійорганічного лаку в електромагнітному полі до 10 хв адгезійна міцність епоксиполімерів знижується в 1,5 раз, що пов'язано з зниженням в'язкості та однорідності композиції через видалення розчинника.

Експериментально встановлено, що найвищу межу міцності при стисканні за вмісту модифікатора 20 мас. ч. мають епоксиполімери, які модифіковані обробленим в електромагнітному полі протягом 5 хв кремнійорганічним лаком. Збільшення тривалості електромагнітної обробки кремнійорганічного лаку до 10 хв призводить до зменшення міцності при стисканні на 10 %, а обробка тривалістю 15 хв знижує міцність на 20 %. Тривала обробка кремнійорганічного лаку підвищує його в'язкість, що ускладнює формування однорідної структури епоксиполімеру з утворенням максимальної кількості хімічних зв'язків між реакційноздатними групами компонентів.

Експериментально встановлено, що збільшення тривалості електромагнітної обробки модифікатора до 10 хв підвищує в 1,8 раз ударну в'язкість епоксиполімерів, що пов'язано із підвищенням пластичності епоксиполімерної сітки. Зі збільшенням тривалості електромагнітної обробки до 15 хв ударна в'язкість знижується на 3 %, а у випадку обробки 20 хв відбувається різке зниження ударної в'язкості епоксиполімерів, оскільки знижується ступінь однорідності композиції.

Висновки. Оптимальний вміст кремнійорганічного лаку в епоксиполімерах становить 15 мас. ч., що забезпечує підвищення на 7 % адгезійної міцності та 18 % ударної в'язкості епоксикремнійорганічного полімеру за рахунок пластифікації епоксиполімерної сітки. При цьому відбувається формування однорідної структури, яка містить макромолекули кремнійорганічного лаку, в результаті чого підвищується стійкість до впливу динамічних навантажень. Встановлено, що обробка кремнійорганічного лаку в електромагнітному полі протягом 5 хв забезпечує підвищення стійкості епоксиполімерів до статичних навантажень за рахунок видалення розчинника з композиції та формування структури з меншою кількістю дефектів. Обробка кремнійорганічного лаку в електромагнітному полі протягом 10 хв суттєво підвищує ударну в'язкість модифікованих епоксикомпозитів за рахунок формування структури з підвищеним вмістом макромолекул кремнійорганічної складової, яка здатна ефективно поглинати енергію динамічних навантажень при створенні захисних покриттів для водного транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Levytskyj V., Kochubei V., Gancho A. Influence of the Silicate Modifier Nature on the Structure and Properties of Polycapromamide. *Chemistry and Chemical Technology*. 2013. No. 2, Vol. 7. P.169-172.
2. Люшук О.М., Савчук П.П., Кашицький В.П., Матрунчик Д.М. Оптимізація процесу модифікації епоксиполімерів кремнійорганічним лаком. Міжнародне періодичне наукове видання "International Scientific and Practical Conference "WORLD SCIENCE". № 4 (20), Vol. 2, April 2017, Dubai, UAE. С. 27-32.
3. Мережко Н.В. Властивості та структура наповнених кремнійорганічних покриттів: монографія. К. : КНТЕУ, 2000. 257 с.
4. Стухляк П.Д., Карташов В.В. Фізико-механічні властивості епоксикомпозитів, оброблених змінним магнітним полем низької частоти. Тернопіль, 2001. 210 с.
5. Савчук П.П., Косторнов А.Г. Особливості впливу процесів модифікації на триботехнічні характеристики епоксидних композиційних матеріалів // Проблеми тертя та зношування. К.: НАУ. 2010. Вип. 48. С. 135-148.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБ СУДОВЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Гасанов В.Г., Ибрагимли Э.Н.

*Азербайджанская государственная морская академия
(Азербайджан)*

В статье приведено выбор оптимальных условий (температурный режим, скорость охлаждающей воды, давление конденсации пара и т.д.) работы аппарата, которые обеспечивают успешное применение силикатного покрытия труб в судовых теплообменных аппаратах в качестве одного из надёжных способов борьбы с коррозией и отложением накипи. Разработана технологическая схема и параметры оптимального условия системы судового теплообменного аппарата в среде морской воды. Промышленные опыты показывают, что при длительной эксплуатации силикатных труб пучка аппарата в целом, обеспечивает лучший режим теплопередачи, т.е. коэффициент теплопередачи в силикатных покрытиях труб от времени эксплуатации практически не зависит. В то же время, в медных трубах со временем происходит резкое падение коэффициента теплопередачи за счёт образования твёрдых отложений.

Испытания проводились при разных температурах и скоростях, соответствующий условиям работы конденсационно- теплообменного оборудования.

Ключевые слова: Оптимальное условие, температурный режим, скорость охлаждающей воды, давление конденсации пара, коэффициент теплопередачи, отложение накипи и продуктов коррозии, силикатные покрытия и медные трубы.

Введение. В условиях эксплуатации Судовых Энергетических Установок (СЭУ) большое влияние на падение теплопередачи в теплообменных аппаратах оказывает различные отложения, выпадающие на поверхности труб. При работе в среде морской воды вследствие продуктов коррозии и накипи резко ухудшается чистота поверхности труб. Это создаёт условие, особенно при низких скоростях течения морской воды, удержания различных отложений на подготовленных прокорродированных поверхностях [1,2].

Следует отметить, что при работе теплообменных аппаратов на морской воде создаются условия интенсивного выпадения накипи и коррозии, что приводит к неклонному уменьшению коэффициента теплопередачи с течением времени. В условиях СЭУ большое распространение имеют процессы конденсации и парообразования, но редко приходится иметь дело с переходами в твёрдую фазу или обратными из твёрдой фазы в жидкую. Совершенно очевидно, что конденсация пара происходит только, тогда, когда температура поверхности ниже температуры насыщения, соответствующие фазовой жидкости. Выпадающие на поверхность капли жидкости при хорошей смачиваемости растекаются на поверхности и сливаются вместе, образуя сплошную плёнку. В стекающей плёнке количество жидкости по мере стекания тоже увеличивается, так как и здесь происходит конденсация пара на поверхности текущей плёнки конденсата [3,4].

Следует отметить, что если металлическая поверхность трубы загрязнена, то на ней наблюдается капельная конденсация водяного пара. Мельчайшие капли, усиливающие плотности поверхности из-за плохой её смачиваемости (температурного режима, скорости охлаждающей воды, давление конденсации пара и т.д.), остаются локализованными и сохраняющими свою индивидуальность.

Цель и обоснование исследования. Основной целью проводимых промышленных исследований является выбор оптимальных условий (температурный режим, скорость охлаждающей воды, давление конденсации пара и т.д.), которые обеспечивают успешное применение силикатного покрытия труб в судовых теплообменных аппаратах в качестве

одного из надёжных способов борьбы с коррозией и отложением накипи. Испытания проводились при разных температурах и скоростях, соответствующее условиям работы конденсационно-теплообменного оборудования.

Объект исследования. В настоящее время совершенно чистые поверхности силикатных покрытий медных труб установлен конденсат пара вспомогательных котлов.

Характеристика и параметры конденсата следующие:

1. Размеры трубы трубного пучка Ø16x1,0мм.
2. Длина и количество труб- 1100мм, 52 штук.
3. Марка и толщина силикатного покрытия – С-89 и 200 мкм
4. Среда трубном пространстве вода и давление 0,4-0,6 МПа
5. Среда межтрубном пространстве пар и давление -0,6-0,8 МПа
6. Температурный напор (переход) – 40-80°C

Критерии определения срока службы силикатного покрытия труб следующее:

- а) наблюдение коррозионного процесса
- б) оценка повышения коррозионной стойкости
- в) уменьшение отложения накипи и твёрдых частиц
- г) неизменность коэффициента теплопередачи.

Оценка коэффициента теплопередачи, вызванная наличием силикатной оболочки определялась по формуле [5,6]:

$$A = \frac{K_2 - K_1}{K_1}, \quad (1)$$

где K_1 , K_2 – коэффициенты теплопередачи соответственно силикатной и медной трубки. Критерием оценки теплопередачи для силикатных покрытий медных труб является коэффициент теплопередачи, который определяется из уравнения теплового баланса [7,8].

$$K_1 = \frac{r \cdot G_k \cdot k}{F \cdot \theta_m}; \quad K_2 = \frac{C_p \cdot C_b \cdot \Delta t}{F \cdot \theta_m}, \quad (2)$$

где G_k , G_b – расход пара и морской воды;

r – теплота парообразования;

F – расчётная поверхность теплообмена;

Δt – разность температур выхода и входа морской воды;

θ_m – температурный напор $\Delta t = t_2 - t_1$;

C_p , C_b – теплоёмкость теплоносителей пара и воды.

Температура воды принята на входе (t_1) и выхода (t_2) пучка аппарата из силикатных покрытий труб [9] . На рис.1 представлено технологическая схема работы аппарата.

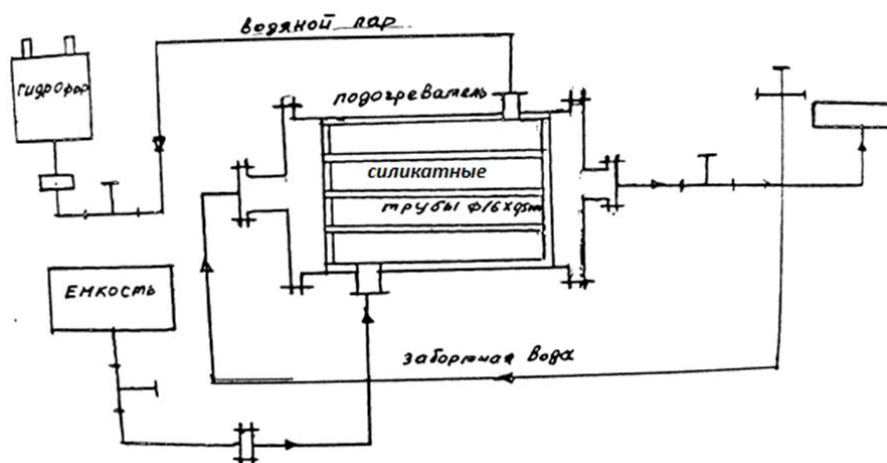


Рисунок 1 – Технологическая схема работы аппарата

В таблиці 1 приведені оптимальні умови проведення испытання і змінення параметрів експлуатації апарату судна.

Таблиця 1 – Параметри оптимального умови роботи конденсатора

№ n/n	Скорість теплонос ителя м/с	Удельний тепловой поток Вт/м ²	Темпера турный напор, °С	Толщина слоя отложения		Время эксплу атации в сутках	Коэффициент теплопередачи Ккал/м ² ч	
				Силикат, мм	Медный, мм		K ₁	K ₂
1	0.2	14300	30-40	0.12-0.14	1.1-1.3	720	1220	1464
2	0.5	20560	35-50	0.10-0.12	1.0-1.2	576	1104	1348
3	0.8	24580	45-55	0.09-0.10	0.9-1.1	480	1008	1198
4	1.1	27640	50-60	0.07-0.08	0.80-0.92	400	941	1032
5	1.4	34250	55-67	0.07-0.085	0.72-0.78	360	840	980
6	1.7	39400	65-70	0.07-0.09	0.79-0.84	300	780	910
7	2.0	42320	75-80	0.09-0.1	0.15-0.7	240	702	890

Возрастание коэффициента теплопередачи при увеличении скорости движения морской воды связано с уменьшением очагов накипи на внутренней поверхности стенки трубки. При возрастании одновременно скорости морской воды и давление конденсации пара максимальное падение коэффициента теплопередачи силикатной трубы находится в пределах 5-10 %.

Результаты исследования: Для получения достоверных результатов поставлены со следующими последовательностями судна:

1. Оценить влияние скорости движения морской воды на коэффициенты теплопередачи силикатных медных труб пучка аппарата при наличии отложений.

2. Сравнить интенсивность отложения на поверхности силикатных покрытий и медных труб, а также влияние толщины слоя отложений на коэффициент теплопередачи при одинаковых режимных условиях работы аппаратов судна.

Заключение. Промышленные опыты показывают, что при длительной эксплуатации силикатных труб пучка аппарата в целом обеспечивает лучший режим теплопередачи, т.е. коэффициент теплопередачи в силикатных покрытиях труб от времени эксплуатации практически не зависит. В то же время, в медных трубах со временем происходит резкое падение коэффициента теплопередачи за счёт образования твёрдых отложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Ю.В. Подбор коррозионно-стойких труб к условиям месторождения М.: // Инженерная практика // 2012. № 1. С. 64-71.
2. Ивановский В.Н. Коррозия скважинного оборудования и способы защиты от нее. - М.: // Коррозия. Территория Нефть-газ. 2011. № 1. С. 50-59.
3. Лазарев А.Б. Основные методы борьбы с коррозией нефтепромыслового оборудования. - М.: //Инженерная практика// 2011. № 8. С. 18-20.
4. Ibragimov N.Yu. Corrosion in the Oil Industry /D.Brondel/ "Oilfield review, 1994, April, P. 14-18.
5. Ibragimov N.Yu. Heat Resistance and Strength of the Silicate Coating of Pipe // Chemical and Petroleum Engineering, Vol. 52, Nas. 1-2 may, 2016. P. 48-49.
6. ГОСТ 26-01-1255-95. Покрытие стекло-эмалевые и стекло-кристаллические – М.: // Методы испытання на коррозійну стійкість в кислотах і щелочах, С. 87-89.

7. Александров В.С., Дорофеев А.Г. Исследование коррозионной стойкости остеклованных труб и трубопроводов –М: //Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности, 2001. № 1, С. 14-17.

8. Ibragimov N.Yu. Glass Coating Deposition temperature on the Inner surface of Heat-Exchange tube // Glass Ceram. 2019. Vol. 76. Nos. 5-6 P. 225-227.

9. Ibragimov N.Yu. Thermal Spalling resistance of glass coatings on pipes // Glass and Ceramics. 2020. Vol. 77. Nos. 3-4. P. 113-115.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ ПАЛИВА СУДНОВИМИ ДИЗЕЛЯМИ

Штрибець В.В., Ткаченко В.В., Урум Н.С.

Дунайський інститут водного транспорту

Державного університету інфраструктури та технологій

(Україна)

Вступ. Сьогодення річкового й морського флоту, як і всієї економіки взагалі, характеризуються зіткненням двох різноспрямованих процесів. З одного боку, розвиток економіки вимагає постійного зростання попиту на енергію. З іншого, енергетика, яка базується на величезних об'ємах споживання вугілля, нафти і газу, є однією з основних причин загострення екологічних проблем сучасної цивілізації. Взятий розвиненими країнами курс на енергозбереження та впровадження досягнень зеленої енергетики є стратегічно правильним. Але цей курс зіштовхується з рядом складних викликів, подолання яких займатиме не один рік та коштувати величезних витрат.

Наприклад, на судах річкового й морського флоту дизелі демонструють кращу енергетичну ефективність. І у найближчій перспективі вони залишаться основними енергетичними установками. Але ж дизельний двигун у процесі функціонування викидає у навколишнє середовище великі обсяги шкідливих хімічних речовин, є джерелом шумового та теплового забруднення. Отже, одним з великої кількості шляхів збереження навколишнього середовища є скорочення викидів забруднюючих речовин працюючим судновим дизелем. Таким чином, покращення енергетичних та екологічних характеристик суднових дизелів шляхом зменшення витрат палива судновими дизелями є актуальним науковим завданням.

Задачею дослідження є вивчення й узагальнення методів зменшення витрат палива судновими дизелями.

Енергетична ефективність суднових дизельних енергетичних установок характеризується декількома показниками, основним з яких є питома ефективна витрата палива. Робочі процеси у дизелі – паливоподачі, сумішоутворення та згоряння – вивчені вже давно. Причому на питому індикаторну витрату палива впливає тільки якість здійснення робочого процесу і кількість теплових втрат. Але додаткові механізми (апаратура для подачі палива, агрегати наддування і системи управління) і різнотипність конструкцій сучасних суднових дизелів значно збільшують витрати палива.

Отже, проаналізуємо підходи щодо вдосконалення процесів сумішоутворення та згоряння на загальне зменшення витрат палива судновими дизелями, залишаючи поза зоною уваги процес паливоподачі.

Результати дослідження. Для удосконалення процесу сумішоутворення зазвичай використовують: методи підвищення тиску палива; використання газових присадок; закручення повітряного заряду і застосування магнітного та електричного полів.

Методи збільшення тиску впорскування палива вважаються пріоритетними у світовому дизелебудуванні. Збільшення тиску впорскування палива до 200-300 МПа забезпечує його більш повне згоряння при одночасному зниженні кількості викидів шкідливих речовин в атмосферу [1]. Застосування акумуляторних систем постійного тиску типу Common rail і спеціальних контролерів дозволяє гнучко керувати на будь-якому режимі роботи дизеля впорскуванням [2]. Багатоступеневе впорскування покращує об'ємне сумішоутворення та сприяє зменшенню витрати палива. Водночас інтенсивно зношуються голки розпилювача у зв'язку зі збільшенням кількості її посадок на гніздо за одну циклову подачу.

Застосування газових присадок до палива розбавляє центральну частину струменя окислювачем і збільшує поперечний перенос краплинної суспензії [3]. Однак при цьому

змінюється стискальність рідини, спотворюються закони паливоподачі і потребує модернізації паливна апаратура дизеля.

Методи закручення повітряного заряду усувають нерівномірність розподілу краплі палива по об'єму камери згоряння і перезбагачення центральної частини струменя паливом [4, 5]. Для цього використовують спеціальні гвинтові і тангенціальні канали, розташовані у кришці циліндра, або видавлювання повітря з надпоршневого зазору [6].

Але у першому способі осьове закручення повітря на такті наповнення на процес сумішоутворення суттєво не впливає [7]. Другий спосіб характеризується залежністю інтенсивності вихрового руху від швидкості поршня. Для руйнування серцевини струменя потрібна швидкість близько 90 м/с [8].

Методи застосування магнітного та електричного полів покращує процес струминного сумішоутворення. Але поки не знайшло практичного застосування.

Методи удосконалення процесу згоряння базуються на використанні моделі В.І. Толшина [9]. Процес згоряння у дизелі складається з чотирьох періодів: затримки запалення; кінетичного горіння; дифузійного горіння; догорання.

Третій період є основним; у ньому швидкість горіння краплі розпиленого палива обмежена швидкістю його випару і швидкістю дифузії пари палива та повітря. Тому енергетичні показники дизеля покращуються шляхом скорочення тривалості третього і ліквідації четвертого періоду.

Інтенсифікація процесу згоряння досягається такими основними шляхами:

- попередня підготовка палива (підігрів, гомогенізація, іонізація);
- введення присадок до палива у вигляді води, солей барію, ферроцена, стронцію та інших рідкоземельних металів;
- застосування присадок до повітря у вигляді води, водяної пари, пари різних вуглеводних палив, водню та ін.;
- вплив коронного розряду на повітряний заряд;
- застосування плазмового запалювання;
- використання радіоактивних ізотопів;
- додаткове збудження робочого тіла в камері згоряння дизеля.

Найбільш ефективними способами скорочення періоду дифузійного згоряння вважаються застосування присадки води до палива у вигляді водопаливних емульсій (ВПЕ) при експлуатації судових дизелів на важких й дешевих сортах палива та додаткове збудження робочого тіла. Інші способи є другорядними.

Скорочення третього і четвертого періоду також досягається шляхом інтенсифікації процесу тепломасообміну між краплями палива та нагрітим газовим середовищем, наприклад, способом додаткового збудження (турбулізації) робочого тіла. Турбулізація газового середовища збільшує швидкість прогріву і випару крапель розпиленого палива. Зі збільшенням потужності пульсацій час прогріву, випаровування і горіння крапель палива зменшується.

Додаткове збурювання робочого тіла на такті розширення можна здійснити струменем газу або рідини [10, 11, 12]. Для цього у камері згоряння використовується спеціальна передкамера-завихрювач. Основна частина палива (близько 90% від циклової подачі) подається через штатну форсунку в камеру згоряння, а решта (10%) – у передкамеру-завихрювач. Отримані в передкамері продукти згоряння по сполучному каналу направляються в основну камеру згоряння. Дослідження показали, що при роботі на дизельному паливі питома ефективна витрата палива зменшилася на 6-7 г/(к.с. год), а при роботі на важкому паливі зменшилася на 10 г/(к.с. год).

Отже, найбільший ефект від застосування додаткового збурювання робочого тіла за допомогою передкамер-завихрювачів отриманий при роботі на важкому паливі і при перевантаженнях. Але істотне ускладнення конструкції дизеля, підвищення його вартості і збільшення витрат на обслуговування обмежили практичне застосування даного методу.

Зменшення теплових втрат дизелів досягається шляхом використання високотемпературних систем охолодження; теплоізоляційних покриттів поверхонь втулок циліндра; теплоізоляційних камер згоряння [12, 13]. Але отримані результати досліджень є неоднозначними та суперечливими.

Так, підвищення температури охолоджувача в системі внутрішнього контуру дизеля призводить до ускладнення його конструкції через необхідність підтримання підвищеного тиску.

Випробування судових дизелів підтвердили зменшення витрати палива на номінальному режимі до 4%, а при 30% навантаженні – на 6-8% за рахунок застосування теплоізоляційного покриття на зовнішній поверхні втулок циліндрів. Але широкого практичного застосування цей метод не отримав [13].

Використання теплоізоляційних покриттів денця поршня не призводить до збільшення питомої ефективної витрати палива. Двигун працює м'якше та економічніше. На номінальному режимі роботи питома ефективна витрата палива зменшується на 2-5%, а на часткових режимах – на 5-12% [13]. Можливий і зворотний ефект: теплоізоляційні покриття можуть привести до підвищення температури повітряного заряду наприкінці такту наповнення, зменшення коефіцієнта надлишку повітря, скорочення періоду затримки запалення та збільшення періоду дифузійного горіння [13]. У результаті температура ВГ може підвищитися, а витрата палива збільшиться.

Таким чином, можна зробити висновок, що у зв'язку із суперечливістю наявних даних необхідно провести комплексне дослідження способів теплоізоляції стінок камери згоряння, попереднього охолодження повітряного заряду та інтенсифікації процесу згоряння за допомогою додаткового збудження робочого тіла.

Висновки.

1. Найбільш ефективними способами вдосконалення робочого процесу дизеля є:
 - зменшення розміру краплі палива за допомогою підвищення тиску впорскування;
 - інтенсифікація процесу обдуву краплі палива з газовим середовищем шляхом додаткового збурювання повітряного заряду в камері згоряння.
2. Додаткове збурювання повітряного заряду дозволяє компенсувати збільшення температури повітряного заряду в теплоізоляційних камерах згоряння.
3. Для зниження витрати палива необхідно скоротити теплові втрати у системі охолодження. Але додатковий підігрів повітряного заряду від стінок теплоізоляційних камер згоряння стримує застосування цього способу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Иващенко, Н.А. Дизельные топливные системы с электронным управлением: учебно-практическое пособие / Н.А. Иващенко, В.А. Вагнер, Л.В. Грехов. – Барнаул: Изд-во Алт. ГТУ им И.И. Ползунова, 2000. – 111 с.
2. Грехов, Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. – М.: Легион-Автодата, 2005. – 344 с.
3. Свистула, А.Е. Повышение качества смесеобразования при использовании газообразных добавок к дизельному топливу / Д.Д. Матиевский, А.И. Свистула, В.И. Дудкин // Проблемы форсирования и надежности тракторный и комбайновых двигателей: матер. всесоюзной конф. – Владимир, 2015. – С. 13–15.
4. Лебедев, О.Н. Методы улучшения смесеобразования в судовых дизелях / О.Н. Лебедев. – Новосибирск: НИИВТ, 1973. – 100 с.
5. Свиридов, Ю.Б. Смесеобразование и сгорание в дизелях / Ю.Б. Свиридов. – Л.: Машиностроение, 1972. – 220 с.

6. Лебедев, О.Н. Совершенствование технической эксплуатации судовых дизельных энергетических установок: Учебное пособие / О.Н. Лебедев, А.А. Мартынов, С.А. Калашников, Л.А. Шеромов и др. – Новосибирск: Изд-во НГавт, 1992. – 356 с.
7. Ховах, М.С. Об особенностях процесса смесеобразования и сгорания в быстроходных дизелях с камерами сгорания различных типов / М.С. Ховах // Труды МАДИ – М.: Машиностроение, 1968. – С. 10–36.
8. Разлейцев, Н.Ф. Моделювання та оптимізація процесу згоряння в дизелях / Н.Ф. Разлейцев // Двигуни внутрішнього згоряння: сб. праць - Харків: Вища школа, 1989. – 169 с.
9. Толшин, В.И. Регулирование циркуляции отработавших газов судового среднеоборотного дизеля / В.И. Толшин, С.В. Кирпичеников // Двигателестроение. – 2002. – №3. – С. 15–16.
10. Писчаненко, В.В. Исследование динамики вихреобразования в плоской цилиндрической камере с диаметрально направленной осесимметричной струей / В.В. Писчаненко // Научные труды. – Вып. 2. – М.: 2006. – С. 12–31.
11. Лебедев, О.Н. Совершенствование технической эксплуатации судовых дизельных энергетических установок: Учебное пособие / О.Н. Лебедев, А.А. Мартынов, С.А. Калашников, Л.А. Шеромов и др. – Новосибирск: Изд-во НГавт, 1992. – 356 с.
12. Нагибин, В.М. О влиянии предкамерного способа закрутки рабочих газов в цилиндрах на процесс сгорания тяжелого топлива / В.М. Нагибин // Труды НИИВТ. – Вып. 46. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. инст. инж. водн. трансп., 1979. – С. 146 – 150.
13. Селиверстов, В.М. Экономия топлива на речном флоте / В.М. Селиверстов, М.И. Браславский. – М.: Транспорт. 1983. – 231 с.

СЕКЦІЯ:
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ
МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

МОЖЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ У КУРСІ МОРСЬКОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

Кудрявцева В.Ф., Барсук С.Л., Фролова О.О.
Херсонська державна морська академія
(Україна)

Вступ. Дослідники в галузі методології навчання використовують різні терміни, коли зосереджуються на такому виді навчання, яке бере до уваги когнітивні та психологічні особливості студентів, їхній життєвий досвід та знання. Терміни варіюються від вже відомих «індивідуалізованого навчання», «диференційованого навчання», до актуального останнім часом «персоналізованого навчання». Усі вони мають незначні розбіжності. У цій статті ми вирішили дослідити, які елементи персоналізованого навчання можуть бути ефективними у курсі морської англійської мови.

Актуальність дослідження. Визначень персоналізованого навчання, а також уявлень про основні елементи персоналізованого навчання чимало. Американський дослідник Дж. Варго пропонує широкий погляд на персоналізоване навчання, яке «завжди включає чотири основні елементи – націлене навчання, аналіз результативності навчання, гнучкий зміст, рефлексію студентів» (Vargo, 2017). Інше бачення на персоналізоване навчання включає наступні елементи: індивідуальну освітню програму, міцний зв'язок «викладач-студент», групові інструктажі, навчання на основі проектів, оновлення навчального простору, використання технологій, онлайн-навчання та наявність дистанційних експертів (Kim, 2019). Як бачимо, обидва переліки елементів персоналізованого навчання занадто широкі та надто розбіжні для практичної реалізації у закладі освіти.

Отже, ідеї щодо реалізації персоналізованого навчання сильно відрізняються. Деякі дослідники представляють загальні інституційні підходи до персоналізованого навчання (Bautista, 2012), а інші зосереджуються на практичних етапах навчання (Sota, 2016). Основна ідея полягає у розумінні відмінностей між закладами освіти, дисциплінами, що викладаються, можливостями викладачів, пізнавальними здібностями студентів.

Модельний курс 3.17 «Морська англійська мова», розроблений Міжнародною морською організацією для морських закладів освіти, передбачає, що орієнтований на студентів підхід до викладання морської англійської мови є обов'язковим. «... викладач має розуміти та реагувати на потреби студентів, що означає, що він/вона (викладач) має зацікавитися групою як особистостями», такий підхід породжує персоналізоване навчання (IMO Model Course 3.17, 2015).

Мета статті полягає у визначенні можливостей реалізації персоналізованого навчання для ефективного засвоєння морської англійської мови.

Результати досліджень. Процес реалізації персоналізованого навчання починається з розроблення орієнтованої на студентів навчальної програми, яка відповідає вимогам щодо формування професійно орієнтованих умінь та навичок у закладах вищої освіти. Викладачі морської англійської мови спираються на галузеві стандарти та міжнародні документи (Конвенція ПДНВ, Модельний курс 3.17 «Морська англійська мова»), для того, щоб визначити основні професійні комунікативні компетенції, включити їх до навчальної програми та розробити навчальні посібники, які є невід'ємною частиною курсу.

Одним із елементів персоналізованого навчання вважаємо гнучкий навчальний контент, який має бути спрямований на задоволення потреб та інтересів студентів. Для розвитку професійної комунікативної компетентності майбутнім морякам пропонується широкий спектр професійних контекстів. Дотримуючись навчальної програми курсу морської англійської мови, студенти вивчають різні публікації Міжнародної морської

організації, такі як міжнародні конвенції, звіти, списки-звірки (checklists), телекси, бізнес кореспонденцію. Такі тексти становлять «основу» курсу. Щоб зберегти їхню автентичність, викладач має полегшити процес навчання шляхом створення відповідних словникових практичних вправ (match the terms with their meaning, give definitions, replace new words with synonyms, fill in the gaps тощо) та тренування професійно орієнтованих комунікативних умінь та навичок (complete the statements, prioritize, justify your decision тощо).

Окрім цього, статті на різних професійних веб-сайтах, які використовуються як частина навчального контенту, можна спростити або адаптувати (узагальнити, перефразувати чи скоротити), щоб гарантувати, що їхній зміст відповідає рівню знань студентів. Такий адаптивний контент все ще може бути корисним джерелом інформації, а викладач може проявити більшу гнучкість при виборі навчальних завдань.

Найбільший ступінь гнучкості забезпечується контентом, заснованим на особистому досвіді студентів. Однією з відмінних рис морської освіти є інтеграція плавального досвіду студентів у навчальний процес. Це означає, що самі студенти є цінним джерелом інформації. Це той випадок, коли викладач повинен заохочувати студентів ділитися своїм досвідом і використовувати його у процесі оволодіння мовою (Кудрявцева, 2019).

Інтеграція цифрового контенту у навчальний процес відкриває нові горизонти для диференціації та покращення індивідуального прогресу студентів. У відповідь на сучасні виклики, коли викладачі та студенти стикаються з тривалими перервами в оффлайн навчанні, електронне навчання набуло надзвичайно важливого значення, а іноді й єдиного способу донести зміст навчання до студентів.

Існують різні способи організації дистанційного навчання; загалом, його можна диференціювати на два методи – синхронне та асинхронне навчання. Обидва вони мають свої переваги та недоліки і можуть бути використані для реалізації персоналізованого навчання.

Синхронне онлайн навчання означає взаємодію між викладачем та студентами у режимі реального часу за допомогою онлайн конференцій (Zoom або Moodle). З точки зору викладачів морської англійської мови, цей метод застосовується для організації дискусій у реальному часі для усної практики мови, моніторингу успіхів студентів у якості наставника. З точки зору студентів, взаємодія в Інтернеті надає їм можливість обмінюватися думками, перевіряти їхнє розуміння основних понять, визначати прогалини у знаннях та негайно отримувати відгуки.

Впровадження навчальної платформи Moodle у вищу освіту зміцнило навчання та створило додаткові можливості для його поширення поза аудиторією. Студенти отримують можливість навчатися у будь-який зручний час, у власному темпі (асинхронне навчання). Крім того, викладач може аналізувати комп'ютерну статистику успішності студентів та оцінювати навчальні досягнення та якість виконання завдань. Ці дані включають інформацію про валідність завдання (надто складне/легке), час, необхідний для виконання завдання, кількість спроб та типові помилки. Викладач може проаналізувати цю інформацію та направити індивідуальні інструкції студентам з метою подальшого покращення їхніх навчальних результатів (Барсук, 2016).

Націлене навчання – це ще один елемент персоналізованого навчання, який означає узгодження потреб студентів із визначеними навчальними цілями.

Наша практика виявляє об'єднання студентів у три-чотири невеликі групи відповідно до їхніх інтересів, потреб, стилю навчання, індивідуального темпу, рівня умінь та навичок. Ці групи не будуть однаковими за кількістю учасників, так як основні потреби учасників групи будуть різними. Однак викладачеві доведеться з'ясувати потреби студентів індивідуально або шляхом розробки та заповнення відповідної анкети. Якщо

певна група студентів навчалася протягом семестру або довше, викладач обов'язково знатиме багато про їхні потреби, рівень умінь та навичок, улюблені підходи до навчання.

Націлене навчання вимагає, щоб навчальні цілі певного семестру чи навчального року обговорювалися та узгоджувалися між викладачем та студентами. У більшості випадків ці цілі розкривають сферу індивідуального підходу викладача до певної групи студентів. Реалізуючи націлене навчання, викладач також повинен розробити набір особистих правил, які слід встановити та дотримуватись: як визначити критерії щодо формування малих груп, змінити склад малих груп у відповідь на зміну навчальних потреб, працювати з окремими студентами за необхідністю, проводити інструктаж для невеликих груп, організовувати підсумкову продуктивну діяльність, об'єднуючи всіх студентів. Кожне з цих правил має величезне значення на комунікативному занятті з морської англійської мови. Без їхнього дотримання заняття може стати хаотичним та малоефективним для студентів.

Те, що насправді полегшує націлене навчання, – це можливість первинного тестування щойно зарахованих студентів. Однорідні академічні групи, сформовані на основі їхнього вступного рівня англійської мови, є чудовою платформою для впровадження націленого навчання, яке в такому випадку переважно орієнтоване на інтереси та темпи навчання окремих студентів.

Націлене навчання добре поєднується з плей-листами, оригінальним і, в той же час, простим та трудомістким інструментом для персоналізованого навчання. З'явившись у значенні списку пісень, які потрібно відтворити та прослухати, поняття «плей-лист» швидко проникло у сферу відео та аудіо, згодом захопивши сферу методики викладання. Плей-лист означає перелік інструкцій, завдань, вправ, можливих ресурсів тощо для всієї групи студентів або для кількох і навіть окремих студентів, які слід виконувати у своїй індивідуальній позакласній роботі. Використання плей-листів у процесі навчання морської англійської мови може бути корисним у випадках, коли студенти старших курсів проходять практику на судні, або коли викладачі впроваджують ІТ-технології та новітні стратегії навчання, а також коли студенти отримують індивідуальні інструкції щодо виконання певних навчальних завдань.

Плей-листи можуть бути представлені у вигляді списку або таблиці із завданнями на наступне заняття, на тиждень, місяць, модуль або на весь семестр. Для зручності студентів їх можна завантажити на навчальні платформи, у нашому випадку, Moodle, прикріпити до електронних листів, повідомлень, надіславши у Viber, Facebook, Telegram або будь-яку іншу соціальну мережу.

Персоналізовані плей-листи можуть бути використані для інструктажу студентів з різними рівнями володіння мовою (низьким, середнім або просунутим).

Формат цифрового плей-листу, який використовується нами, складається з: інформування студентів про тему(и) наступного тижня, перерахування завдань, які вони повинні виконати, надання вказівок щодо правильності використання певних граматичних чи лексичних одиниць, встановлення кількості балів за виконання завдань та дату отримання оцінки. Використання плей-листів перекладає відповідальність за досягнення у процесі оволодіння морською англійською мовою на самих студентів.

У свою чергу, викладачі мають обрати основні канали спілкування, повідомити студентів про кількість балів, які вони можуть отримати за виконання завдань, розробити та використовувати валідні тести, встановити терміни виконання та оцінювання завдань тощо.

Висновки. Персоналізоване навчання – це ефективний педагогічний підхід до створення нового середовища, орієнтованого на студента, на підвищення його мотивації до навчання морської англійської мови. Викладач керує навчальним процесом, реагуючи на потреби студентів, надаючи гнучкий навчальний контент, підлаштовує завдання та інструкції для окремих студентів. Викладач виступає в ролі наставника, тренера та

фасилітатора шляхом диференціації навчання, аналізу даних про академічні успіхи студентів, надання індивідуально скерованих інструкцій та створення персональних плей-листів для коригування стилів навчання окремих студентів та сприяння їхньому сталому успіху у процесі оволодіння морською англійською мовою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Vargo J. Six Examples of What Personalized Learning Looks Like. Education Elements. 2017. URL: [https:// www.edelements.com/blog/six-examples-of-what-personalized](https://www.edelements.com/blog/six-examples-of-what-personalized) (Last accessed: 18.06.2020).
2. Kim A. Personalized Learning: The Ultimate Guide. Education Elements. URL: [https://tophat.com/blog/ personalized-learning-the-ultimate-guide/](https://tophat.com/blog/personalized-learning-the-ultimate-guide/) (Last accessed: 06.05.2020).
3. Bautista R.G. The effects of personalized instruction on the academic achievement of students in physics. International Journal of Arts & Sciences. 2012. P. 573-583. URL: [http://universitypublications.net/ijas/0505/pdf/ULV212. pdf](http://universitypublications.net/ijas/0505/pdf/ULV212.pdf) (Last accessed: 14.06.2020).
4. Sota M.S. Co-designing instruction with students. Philadelphia, PA: Temple University, Center on Innovations in Learning, 2016. 71 p.
5. IMO Model Course 3.17 Maritime English. London: International Maritime Organization, 2015.
6. Кудрявцева В.Ф. Можливості реалізації глибинного навчання в курсі морської англійської мови. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2019. Вип. 62. Т. 2. С. 240-244.
7. Барсук С.Л. Computer-aided Tools to Assess Students' Professional Communicative Skills. Інформаційні технології в освіті. 2016. Вип. 28. С.

ЕЛЕКТРОННІ ОСВІТНІ ПЛАТФОРМИ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ СУДНОВОДІВ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Журавльова Є.О., Овчиннікова О.М.
Херсонська державна морська академія
(Україна)

Вступ. Якісна підготовка морських фахівців є основою розвитку морської індустрії в Україні. Сьогодні система вищої освіти проходить якісно новий етап розвитку діджиталізації, усе більше в межі освіти входить поняття електронного навчання. Це пов'язано із тим, що світ не стоїть на місці, кожного дня відбуваються зрушення у сфері технологій, від яких система вищої освіти України має не відставати., а йти назустріч. Розвиток освіти із боку технологій - це використання гаджетів, системи Інтернет, електронних навчальних платформ, симуляторів, VR технологій тощо. Інноваційні підходи до підготовки майбутніх професіоналів полегшують процес ознайомлення із новим матеріалом, його засвоєння, дають змогу попрактикуватися без відриву від навчання (симулятори, віртуальна реальність). На розвиток електронного навчання також вплинула епідемічна ситуація в країні. Тому Міністерство освіти і науки України рекомендує закладам освіти розробляти заходи щодо проведення занять за допомогою дистанційних технологій.

Актуальність дослідження. На сьогодні, під час підготовки майбутніх судноводів до професійної діяльності, недостатньо використання лише традиційних засобів, інноваційні методи із кожним роком набирають обертів і стають основою повсякденної системи вищої освіти. Уже не перший рік в освітній процес введено поняття електронного навчання або ж E-learning. Такий тип навчання значно полегшує сприйняття здобувачами матеріалу із певної теми, розширює можливості викладача, а також є незамінною частиною дистанційного навчання.

Для навчання у системі E-learning створено чимало електронних навчальних платформ: Moodle, Blackboard, Kahoot!, LearningApps.org, Skooler, CenturyTech, Schoology, H5P тощо. На базі яких можна створювати власні завдання різного спрямування та тематики, для повторення або закріплення здобувачами пройденого матеріалу.

Постановка задачі. Мета статті: з'ясувати значимість використання електронних навчальних платформ, під час підготовки майбутніх судноводів до професійної діяльності.

Результати дослідження. Детальніше розглянемо застосування сервісу LearningApps.org під час підготовки майбутніх судноводів до професійної діяльності. LearningApps.org – онлайн-сервіс, який дозволяє створювати інтерактивні вправи. Він є конструктором для розробки різноманітних завдань з різних предметних галузей для використання і на заняттях, і самостійно. Сервіс LearningApps є додатком для підтримки освітніх процесів у навчальних закладах різних типів. Конструктор LearningApps призначений для розробки, зберігання інтерактивних завдань з різних предметних дисциплін, за допомогою яких здобувачі вищої освіти можуть перевірити і закріпити свої знання в ігровій формі, що сприяє формуванню їх пізнавального інтересу. Сервіс LearningApps надає можливість отримання коду для того, щоб інтерактивні завдання були розміщені на сторінки сайтів або блогів викладачів і здобувачів вищої освіти [2].

На базі навчальної електронної платформи представлені такі завдання: *matching pairs, group-puzzle, cloze text, the millionaire game, matching pairs on images, pairing game, multiple-choice quiz, horse race, group assignment, freetext input, word grid, guess the word, audio/video with notices, crossword, where is what?, number line, simple order, app matrix,*

guess. Перераховані види діяльності доцільно використовувати під час вивчення граматики, лексики, фонетики тощо. Перевагами застосування навчальної платформи LearningApps.org є: безоплатна основа; можливість вибору іноземної мови для роботи; підтримка аудіо- та відеоматеріалів; система автоматичної перевірки завдань; легкий доступ до ресурса [1, с. 99].

Вважаємо доцільним, під час вивчення лексичного матеріалу з теми «Personal Protective Equipment» майбутніми судноводіями, використання завдань, розроблених на навчальній платформі LearningApps.org. За основу вивчення згаданої теми візьмемо наступну лексику: *dust mask, safety goggles, safety helmet, safety gloves, coverall, welding helmet, safety harness, ear plugs, ear muffs, breathing apparatus, respirator, hand welding shield*.

Оскільки майбутні судноводії мають не лише знати лексичну одиницю, її правопис та вимову, а й розуміти її значення, ми обрали завдання із використанням ілюстрацій, що допомагає швидше запам'ятати лексичний матеріал, а також мати основні уявлення про значення того чи іншого предмета, абстрактного поняття та його характеристик. Під час виконання завдання, здобувач вищої освіти може інтуїтивно визначити значення тієї чи тієї лексичної одиниці, орієнтуючись на подане зображення.

Наведемо приклад вправи на засвоєння лексичного матеріалу з теми «Personal Protective Equipment». Інструкція до вправи: *match the definition and the appropriate picture*.

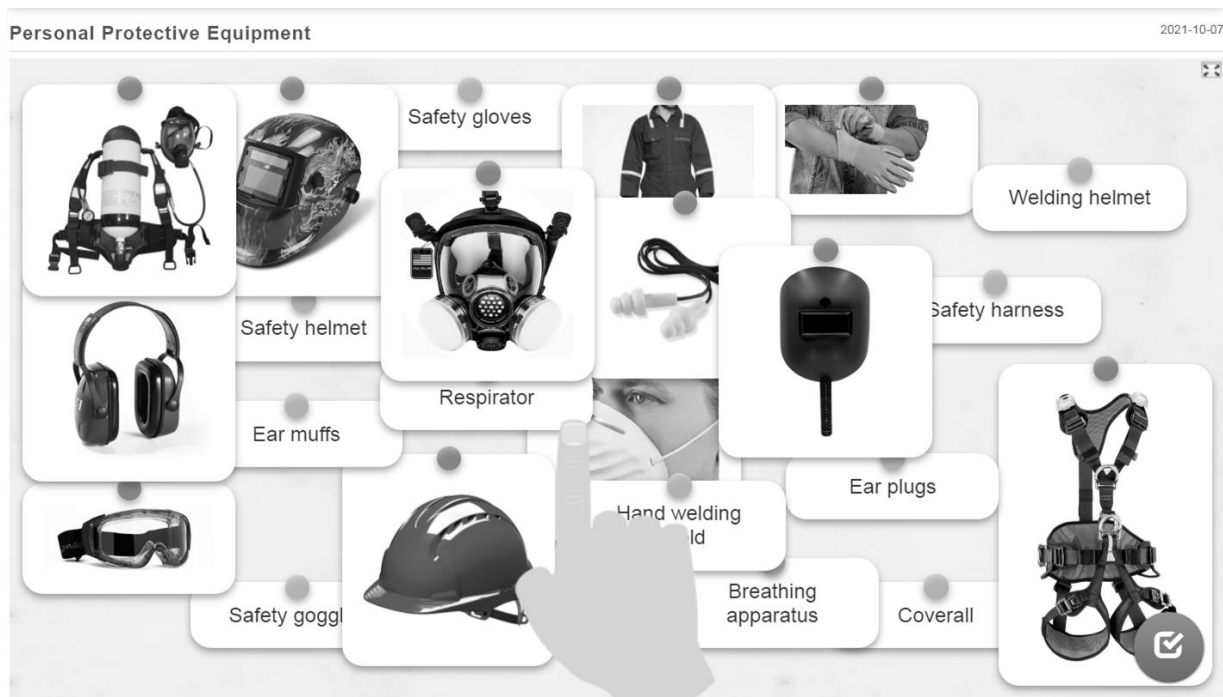


Рисунок 1 – Personal Protective Equipment

Слід відмітити, що наведена вправа є репродуктивною, однак некомунікативною, і може бути використана лише як елемент закріплення матеріалу, а не основа заняття. Магістральним же завданням занять із морської англійської мови для майбутніх судноводіїв, безумовно, є навчитися вмінню вільної комунікації.

Висновки. Як бачимо, застосування електронних навчальних платформ, зокрема ресурсу LearningApps.org, у підготовці майбутніх судноводіїв до професійної діяльності є актуальним та дієвим засобом навчання, сприяє швидкому засвоєнню матеріалу, дає змогу викладачеві структуровано організувати навчальний матеріал для додаткового вивчення здобувачами вищої освіти, або ж для вивчення в умовах дистанційного навчання. Використання інноваційних технологій в освіті свідчить про якісно новий етап здобуття

майбутніми професіоналами нових умінь та перехід системи освіти на прогресивний етап розвитку. До того ж ресурс може бути застосований і в якості домашнього завдання, або виконання самостійної роботи, що значно розширює навчальне середовище.

ЛІТЕРАТУРА

1. Семаньків М. Використання інтернет-сервісів у навчальному процесі. Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання. 2019. № 1. С. 97-100.
2. Як створити вправи на ресурсі LearningApps.org URL: <http://kizman-tehn.com.ua>

ІМЕННИЙ ПОКАЗЧИК

A

Artemenko A., 130

B

Baramidze M., 64
Ben A., 91, 173

C

Cherniavskiy V., 91, 173

D

Domanskyi O., 176
Dyagileva O., 154, 161
Dzneladze T., 64

G

Grosheva O., 112
Gurov A., 158

H

Haponov B., 81, 158

K

Kukhtina V., 137
Khramtsovsky V., 81
Koretsky O., 81, 158
Kyrychenko K., 101, 112, 181, 185, 196

L

Lykhoglyad K., 38

M

Makarchuk D., 85
Makharadze A., 64
Mamenko P., 101, 112, 130, 181, 185, 196
Marukhenko O., 19
Masonkova M., 161
Mateichuk V., 101, 112, 130, 181, 185, 196
Mazur T., 38
Metreveli M., 64
Mgeladze M., 98
Moiseienko V., 112, 181, 185, 196
Musorina M., 38

N

Nahrybelnyi Ya., 101, 161
Nosov P., 81, 85, 91, 154, 158

P

Polishchuk V., 137
Ponomaryova V., 154
Pozdniakova V., 19
Prokorchuk Yu., 91, 101

S

Sharabidze I., 64
Surmanidze G., 98

T

Tavberidze I., 64
Tovstokoryi O., 112, 130, 181, 185, 196
Tukvadze V., 64

U

Ushkarenko O., 176

V

Voloshyna O., 116

Y

Yermolenko V., 85
Yermolenko Ya., 85

Z

Zinchenko S., 130, 173, 181, 185, 196

A

Авраменко Л. В., 104
Алоба Л.Т., 6
Аппазов Е.С., 127

Б

Бабкін Г.В., 6, 10
Бараненко Г.О., 54
Барсук С.Л., 220
Безбах О.М., 70, 168
Безлуцька О.П., 140
Безуглова І.В., 70
Бень А.П., 35
Блінцов В.С., 6, 10
Блінцов О.В., 10
Богданова А.О., 119
Богомолова І.В., 41
Борсук С.П., 75
Буруніна Ж.Ю., 10
Бушув П.І., 127

В

Войтасик А.М., 6
Войченко Т.О., 150

Г

Гасанов В.Г., 211
Гімпель Р.М., 193
Гузар В.М., 119
Гуров А.А., 14

Д

Дорофєєва З.Я., 193

Є

Єрмоленко Я.В., 26

Ж

Журавльова Є.О., 224

З

Завгородній С.О., 75

Засанська С.В., 75

Зінов'єв В.І., 140

І

Ібрагімлі Е.Н., 211

Іваненко В.М., 123

К

Кавун В.І., 202

Капліна А.А., 54

Кашицький В.П., 209

Кім М.І., 145

Кіпар М.О., 150

Клочков О.П., 6

Коновалова Г.В., 49

Конон Н.М., 45

Корбан Д.В., 189

Круглий Д.Г., 127, 164

Кудрявцева В.Ф., 220

Купратий О.Г., 199

Л

Леонов В.Є., 14, 26

Ліганенко В.В., 150, 206

М

Макарчук Д.В., 133, 145

Медведєва О.Ю., 109

Н

Наливайко О.О., 209

Насіров Ш.Ш., 75

Нестеренко В.Б., 41

О

Овчиннікова О.М., 224

Орловський І.В., 209

Осипчук В.В., 164

П

Паламарчук І.В., 35

Півоваров Ю.В., 35

Плотніков В.І., 133

Погорлецький Д.С., 202

Позднякова В.В., 88

Прокопчук Ю.О., 59

Р

Радін В.К., 35

Радченко О.А., 150

Рева О.В., 75

Рященко О.І., 21

С

Савчук П.П., 209

Сагановська Л.А., 75

Садова О.Л., 209

Саратовський О.В., 119

Свирида В.С., 119

Сірівчук А.С., 6

Соколов А.Е., 94

Соколова О.В., 94

Соловей О.С., 104

Соловійов І.І., 31

Стрелковська Л.О., 168

Стрільець В.М., 31

Т

Терлич С.В., 49

Ткаченко В.В., 215

Трибулькевич В.В., 10

Тришин В.В., 206

У

Урум Н.С., 215

Ф

Федоров А.І., 35

Федунов В.М., 123

Фролова О.О., 220

Х

Ходаков В.Є., 94

Ч

Чебан В.І., 123

Чимшир В.І., 143

Ш

Швиденко І.К., 21

Шпілєвая Т.М., 104

Штрибець В.В., 215

Щ

Щедролосєв О.В., 49

Я

Якусєвич Ю.Г., 193

Якущенко С.В., 41

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
FOREWORD	4
СЕКЦІЯ: МОРСЬКА ЕКОЛОГІЯ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРОЕКТ СТВОРЕННЯ АВТОНОМНОГО НЕНАСЕЛЕНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА ВАНТАЖНОГО ТИПУ	6
Блінцов В.С., Алоба Л.Т., Бабкін Г.В., Войтасик А.М., Клочков О.П., Сірівчук А.С.	
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Україна)	
ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИЗОВАНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ МІЛКОВОДНИХ АКВАТОРІЙ	10
Блінцов В.С., Блінцов О.В., Бабкін Г.В., Буруніна Ж.Ю., Трибулькевич В.В.	
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Україна)	
ВОДОРОД – ПЕРСПЕКТИВНОЕ ТОПЛИВО И СЫРЬЕ ДЛЯ ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ	14
Леонов В.Е., Гуров А.А.	
Херсонская государственная морская академия (Украина)	
IMPACT OF SEA AND RIVER TRANSPORT ON THE ENVIRONMENT AS AN URGENT PROBLEM	19
Pozdniakova V., Marukhenko O.	
Azov Maritime Institute National University Odessa Maritime Academy (Ukraine)	
АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ	21
Швиденко І.К., Рященко О.І.	
Дунайський інститут водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій (Україна)	
ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ БАЛЛАСТНЫХ ВОД	26
Леонов В.Е., Ермоленко Я.В.	
Херсонская государственная морская академия (Украина)	
СЕКЦІЯ: БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В МОРСЬКІЙ ГАЛУЗІ МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПІДЙОМУ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНОГО ПРЕДМЕТУ ВОДОЛАЗАМИ-САПЕРАМИ ДСНС УКРАЇНИ	31

Соловійов І.І.

Аварійно-рятувальний загін спеціального призначення ГУ ДСНС України
у Херсонській області
(Україна)

Стрілець В.М.

Національний університет цивільного захисту України (Україна)
СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ СУДНОВОДІЯ
В КРИТИЧНИХ СИТУАЦІЯХ 35

Бень А.П., Паламарчук І.В., Радін В.К., Півоваров Ю.В., Федоров А.І.

Херсонська державна морська академія
(Україна)
PREVENTION OF SHIP FIRES IN ENGINE ROOM 38

Lykhoglyad K., Musorina M., Mazur T.

Danube Institute of the National University "Odessa Maritime Academy"
(Ukraine)
АНАЛІЗ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ НА СУДНАХ ТИПУ RO-RO ТА ЧИННИКІВ, ЩО ЇМ
СПРИЯЮТЬ, НА ОСНОВІ ЗВІТІВ ПРО РОЗСЛІДУВАННЯ АВАРІЙ НА СУДНІ 41

Нестеренко В.Б., Якущенко С.В., Богомолова І.В.

Херсонська державна морська академія
(Україна)
АНАЛІЗ АВАРІЙНОСТІ КОНТЕЙНЕРОВОЗІВ 45

Конон Н.М.

Національний університет «Одеська морська академія»
(Україна)
РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОСТІЙНОСТІ ОДНОЯРУСНОГО КОНТЕЙНЕРНОГО
ХАУСБОТУ 49

Коновалова Г.В., Щедролюсєв О.В., Терлич С.В.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(Україна)
ПРОБЛЕМА КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ НА СОВРЕМЕННЫХ СУДАХ 54

Каплина А.А., Бараненко Г.О.

Херсонская государственная морская академия
(Украина)
СЕКЦІЯ:
ЕКОНОМІКА МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
ОТКРЫТЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ АВТОНОМНЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ 59

Прокопчук Ю.А.

Институт технической механики НАН Украины
(Украина)

STUDY OF THE DEVELOPMENT PROSPECTS OF FERRY SERVICES IN GEORGIA AND
ITS IMPORTANCE IN THE MARITIME, LOGISTICS AND TOURISM INDUSTRIES 64

Baramidze M., Tukvadze V., Dzeladze T., Tavberidze I., Metreveli M., Makharadze A., Sharabidze I.

Batumi State Maritime Academy
(Georgia)

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ПОСЛУГ
ВІТЧИЗНЯНИХ ПОРТІВ 70

Безбах О. М., Безуглова І. В.

Херсонська державна морська академія
(Україна)

СЕКЦІЯ:
ЛЮДСЬКІ РЕСУРСИ МОРСЬКОЇ ІНДУСТРІЇ ТА ЛЮДСЬКИЙ ЧИННИК
ВСТАНОВЛЕННЯ «ЕТАЛОННОЇ» СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ НА
СПЕКТРІ ХАРАКТЕРНИХ ПОМИЛОК 75

Рева О.М., Завгородній С.О.

Національний авіаційний університет
(Україна)

Борсук С.П., Засанська С.В.

Український інститут науково-технічної експертизи та інформації
(Україна)

Сагановська Л.А.

Льотна академія Національного авіаційного університету
(Україна)

Насіров Ш.Ш.

Головний центр єдиної системи управління повітряним рухом AZANS
(Азербайджан)

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF MULTIFACTORITY OF EVENTS ON THE
PERFORMANCE OF COMPLEX NAVIGATION MANEUVERS BY NAVIGATORS 81

Наронов В.Е., Koretsky O.A., Nosov P.S., Khramtsovsky V.A.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

ANALYSIS TO APPROACHES TO SOLVING THE ADEQUATE PERCEPTION PROBLEM
OF NAVIGATIONAL SITUATIONS 85

Makarchuk D.V., Yermolenko V.V., Yermolenko Ya.V., Nosov P.S.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ ГОТОВНОСТІ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ
ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ СУДНОВОДІВ 88

Позднякова В.В.

Азовський морський інститут
Національного університету «Одеська морська академія»
(Україна)

APPROACHES FOR FORMALIZING THE BEHAVIOR OF NAVIGATOR IN CRITICAL
SITUATIONS DURING WATCHKEEPING 91

Cherniavskiy V.V., Ben A.P., Prokopchuk Yu.A., Nosov P.S.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ – КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ 94

Ходаков В.Е.

Херсонский морской институт последипломного образования
имени контр-адмирала Ф.Ф. Ушакова
(Украина)

Соколов А.Е., Соколова О.В.

Уманский национальный университет садоводства
(Украина)

THE CHALLENGES AND IMPACT OF COVID-19 ON SEAFARER RIGHTS AND
FREEDOMS 98

Mgeladze M.

Ankara University
(Turkey)

Surmanidze G.

Navigation Officer
(Georgia)

ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL ENTROPY INFLUENCE ON DECISION-MAKING BY
A NAVIGATOR IN CRITICAL SITUATIONS 101

Nahrybelnyi Ya.A., Prokopchuk Yu.A., Mamenko P.P., Mateichuk V.M., Kyrychenko K.V.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ
ТА СПРИЯННЯ ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ КУРСАНТІВ У СУДНОПЛАВНИХ ТА
КРЮІНГОВИХ КОМПАНІЯХ 104

Соловей О.С., Авраменко Л.В., Шпілевая Т.М.

Херсонська державна морська академія

(Україна)
ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ
ПРАЦІВНИКІВ МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ МОВИ 109

Медведєва О.Ю.

Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
(Україна)

SOLVING THE PROBLEM OF MINIMIZATION DAMAGE IN THE EVENT OF
IMMINENT COLLISION 112

Kyrychenko K.V., Grosheva O.O., Tovstokoryi O.M., Mateichuk V.M., Moiseenko V.S., Mamenko P.P.

Kherson State Maritime Academy
Ukraine

ON THE POINT OF HUMAN RESOURCES OF THE MARITIME INDUSTRY AND THE
HUMAN FACTOR 116

Voloshyna O.V.

Azov Maritime Institute
National University "Odessa Maritime Academy"
(Ukraine)

ПОКАЗНИКИ ВАЛЕОЛОГІЧНИХ ЗНАТЬ ТА ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ
ВИЩОЇ ОСВІТИ ПЕРШОГО КУРСУ 119

Гузар В.М., Свирида В.С., Саратовський О.В., Богданова А.О.

Херсонська державна морська академія
(Україна)

ОЦІНКА АДЕКВАТНОСТІ ПОВЕДІНКОВИХ РЕАКЦІЙ СУДНОВОДІЯ У
РІЗНОМАНІТНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИТУАЦІЯХ 123

Іваненко В.М., Федунов В.М., Чебан В.І.

Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
(Україна)

IRIDIUM В КОНТЕКСТІ ДИНАМІЧНОГО РОЗВИТКУ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ GMDSS
НА ОСНОВІ СИСТЕМ ОХВАТУ 127

Круглий Д.Г., Аппазов Е.С., Бушуєв П.І.

Херсонська державна морська академія
(Україна)

TAKING INTO ACCOUNT THE SLAMMING DURING AUTOMATIC SAFE SAILING IN
A STORM 130

Mateichuk V.M., Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Mamenko P.P., Artemenko A.G.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

БАЗОВІ АСПЕКТИ СТІЙКОСТІ НАВИГАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ СУЧАСНОГО
МОРСЬКОГО СУДНА 133

Плотніков В.І., Макарчук Д.В.

Херсонська державна морська академія
(Україна)

MARITIME AUTONOMOUS SYSTEMS ANALYZING FOR PRESENT DAYS 137

Polishchuk V.O., Kukhtina V.P.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР В АВАРІЙНОСТІ НА МОРІ ТА МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я
МОРЯКІВ 140

Безлуцька О.П., Зінов'єв В.І.

Херсонська державна морська академія
(Україна)

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАК ОСНОВА НОВОЙ МЕТОДОЛОГИИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 143

Чимшир В.І.

Дунайський інститут
Національного університета «Одеська морська академія» (Україна)

РОЗРОБКА НАВИГАЦІЙНИХ ВПРАВ ДЛЯ НАВИГАЦІЙНОГО ТРЕНАЖЕРУ TRANSAS/
WÄRTSILÄ, ЩО ВІДПОВІДАЮТЬ КОМПЕТЕНЦІЇ ПІДПВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ У
ВСІХ УМОВАХ 145

Кім М.І., Макарчук Д.В.

Херсонська державна морська академія
(Україна)

СЕКЦІЯ:
МЕНЕДЖМЕНТ РИЗИКІВ МОРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ 150

Войченко Т.О., Ліганенко В.В., Кіпар М.О.

Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
(Україна)

Радченко О.А.

Національний авіаційний університет
(Україна)

PERSONNEL QUALIFICATION MANAGEMENT APPROACHES IN MARINE
ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS 154

Ропомарьова V., Dyagileva O., Nosov P.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

EXPERIMENTAL STUDY OF THE CAPTAIN'S FATIGUE FACTOR INFLUENCE IN
CRITICAL SITUATIONS 158

Koretsky O.A., Haponov B.E., Nosov P.S., Gurov A.A.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

ANALYSIS OF STAKEHOLDER REQUIREMENTS FOR IDENTIFICATION OF THE
STATES OF NAVIGATOR'S MODEL 161

Masonkova M.M., Dyagileva O.S., Nahrybelnyi Ya.A.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ВЗАЄМОДІЇ ТА РОЗХОДЖЕННЯ СУДЕН У МОРІ НА
ОСНОВІ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ 164

Осипчук В.В., Круглий Д.Г.

Херсонська державна морська академія
(Україна)

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ КОНЦЕПЦІЇ E-
NAVIGATION У ІНТЕГРОВАНОМУ МІСТКУ СУЧАСНОГО СУДНА 168

Безбах О. М., Стрелковська Л. О.

Херсонська державна морська академія
(Україна)

СЕКЦІЯ:
ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА МОРСЬКОМУ
ТРАНСПОРТІ
SYNTHESIS AND USE OF A NEURAL NETWORK MODEL OF A VESSEL TO SOLVE
CONTROL PURPOSE 173

Cherniavskiy V.V., Ben A.P., Zinchenko S.M.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

IMPROVEMENT OF MONITORING MEANS OF VOLTAGE UNBALANCE FACTOR IN
SHIPBOARD ELECTRICAL POWER SYSTEMS 176

Ushkarenko O.O., Domanskyi O.Y.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding
(Ukraine)

POSITION KEEPING EXPERIMENT USING LOPRS AND DGPS IN ROUGH SEA 181

Moiseienko V.S., Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Mamenko P.P., Mateichuk V.M., Kyrychenko K.V.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

SOLUTION OF THE PROBLEM OF OPTIMIZING ROUTE WITH USING THE RISK CRITERION 185

Mamenco P.P., Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Mateichuk V.M., Kyrychenko K.V., Moiseienko V.S.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

ВИЯВЛЕННЯ І ВІДМІННІСТЬ ПОЛЯРИЗОВАНИХ СИГНАЛІВ НАВІГАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ НАЯВНОСТІ НОРМАЛЬНИХ ЧАСТКОВО ПОЛЯРИЗОВАНИХ ПЕРЕШКОД 189

Корбан Д.В.

Національний університет «Одеська морська академія»
(Україна)

КАВІТАЦІЙНЕ ЗНОШУВАННЯ ТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ 193

Якусевич Ю.Г., Гімпель Р.М., Дорофєєва З.Я.

Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
(Україна)

USE OF ZERO MOVEMENTS FOR ADJUSTMENT OF REDUNDANCY STRUCTURES 196

Zinchenko S.M., Tovstokoryi O.M., Mamenco P.P., Moiseenko V.S., Mateichuk V.M., Kyrychenko K.V.

Kherson State Maritime Academy
(Ukraine)

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ РОТОРНИХ ВІТРИЛ 199

Купратий О.Г.

Одеський національний морський університет
(Україна)

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СУДНОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ 202

Погорлецький Д.С., Кавун В.І.

Херсонська державна морська академія
(Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТІВ У ВИПАРНИКАХ СУДНОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН 206

Тришин В.В., Ліганенко В.В.

Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
(Україна)

ВПЛИВ МОДИФІКОВАНОГО КРЕМНІЙОРГАНІЧНОГО ЛАКУ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ВОДНОГО ТРАСПОРТУ 209

Савчук П.П., Кашицький В.П., Садова О.Л., Орловський І.В., Наливайко О.О.

Луцький національний технічний університет (Україна)	
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБ СУДОВЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ	211
Гасанов В.Г., Ибрагимли Э.Н.	
Азербайджанская государственная морская академия (Азербайджан)	
ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ ПАЛИВА СУДНОВИМИ ДИЗЕЛЯМИ	215
Штрибець В.В., Ткаченко В.В., Урум Н.С.	
Дунайський інститут водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій (Україна)	
СЕКЦІЯ: ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МОЖЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ У КУРСІ МОРСЬКОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ	220
Кудрявцева В.Ф., Барсук С.Л., Фролова О.О.	
Херсонська державна морська академія (Україна)	
ЕЛЕКТРОННІ ОСВІТНІ ПЛАТФОРМИ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ СУДНОВОДІВ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	224
Журавльова Є.О., Овчиннікова О.М.	
Херсонська державна морська академія (Україна)	
ІМЕННИЙ ПОКАЗЧИК	227
ЗМІСТ	229

НОТАТКИ

НОТАТКИ

Збірка матеріалів

I Міжнародної науково-практичної конференції

ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ

PSDMI-2021

Відповідальний за випуск *Іванов М.В.*

Підписано до друку 28.10.2021. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. аркушів 26,75. Тираж 140 прим.

Науковий парк Херсонської державної морської академії
«Інновації морської індустрії»
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 7924 від 25.03.2021
73000, м. Херсон, пр. Ушакова, 20