

- 269, 2002. doi: 10.1016/s0925-7535(01)00048-0.
11. M. Rigaud et al. «The methodology of quantitative risk assessment studies», *Environmental Health*, vol. 23, pp. 1-32, 2024. doi: 10.1186/s12940-023-01039-x.
 12. V. Vanko, and O. Prikhodko, «Matrix method for FMEA-analysis as a tool for promoting the quality of production», *Measuring Equipment and Metrology*, vol. 78, pp. 80-84, 2017. doi: 10.23939/istcmtn2017.78.080.
 13. M.Y. Samoilenko, «Pryntsypy zastosuvannia tekhnolohii internet rechei u suchasnomu sviti tekhniki» [«Principles of application of the internet of things technology in the modern world of technical devices»], *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky – Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences*, vol. 1, № 6, pp. 142-148, 2020. doi: 10.32838/tnu-2663-5941/2020.6-1/24. (Ukr.)
 14. *Systemy upravlinnya yakistyu* [Quality management systems], State Standart ISO 9001:2015, Kyiv, DP «NDI «Systema», 2016. (Ukr.)
 15. *API Recommended Practice for Design and Installation of Offshore. Production Platform Piping Systems 14E (RP 14E)*, 5-th ed., American Petroleum Institute, 1991.
 16. M.P. Brito, G. Griffiths, and P. Challenor, «Risk analysis for autonomous underwater vehicle operations in extreme environments», *Risk Analysis*, vol. 30(12), pp. 1771-1788, 2010. doi: 10.1111/j.1539-6924.2010.01476.x.
 17. T. Izumi, R. Shaw, M. Ishiwatari, R. Djalante, and T. Komino, *30 innovations for disaster risk reduction*. IRIDeS, Keio University, the University of Tokyo, UNU-IAS, CWS Japan, 2019.

Стаття надійшла 25.10.2024

Стаття прийнята 13.11.2024

УДК 656.62

doi: 10.31498/2225-6733.49.2.2024.321391

© Ганношина І.М.¹, Левченко О.В.²

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ ПІД ЧАС ТРЕНАЖЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ СУДНОВОДІВ

Тренажерна підготовка – це ефективний метод практичного навчання, що дозволяє курсантам морських навчальних закладів здобути практичні навички в умовах максимально наближених до реальності. Проте традиційні методи оцінки знань, такі як письмове тестування, не можуть забезпечити повну картину рівня практичних навичок курсантів. У зв'язку з цим виникає потреба у використанні більш ефективних методів оцінки, які дозволяють виміряти рівень досягнення певних компетенцій та практичних навичок. Тренажери та системи оцінювання, реалізовані на їх базі, можуть надати робочий інструмент для вимірювання рівня досягнення певних компетенцій та практичних навичок. Однак процес отримання оцінок знань і навичок на тренажері не такий простий, як способи оцінки в традиційному навчанні. Інструктори, які проводять оцінку практичних навичок у учнів, стикаються з обмеженнями в способах отримання інформації про дії учнів, а також з необхідністю одночасного контролю кількох учнів або великої кількості параметрів діяльності, що відстежуються. Крім того, критерії оцінки, визначені у стандарті «Standards of Training, Certification & Watch keeping», не забезпечують чіткої методології оцінювання. Це призводить до того, що оцінки навчання на тренажері змінюються залежно від інструктора, а також бали навчання на тренажері учнів є

¹ канд. техн. наук, доцент, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, ORCID: 0000-0001-5810-2462, iramsu2021@ukr.net

² канд. екон. наук, доцент, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, ORCID: 0000-0001-7659-347X, olevchenko76@gmail.com

необ'єктивними результатами. У дослідженні проведено огляд наявних підходів до оцінки ефективності навчання на морському симуляторі. Аналізуються результати академічних досліджень у сфері оцінки навчання на морському симуляторі. Виявлено різні методи оцінювання, проте жоден із них не призначено як стандартну систему оцінювання для всіх морських симуляторів. Для забезпечення об'єктивної оцінки навчання на морському симуляторі необхідно розробити і впровадити об'єктивну систему оцінки, яка буде застосовуватися до всіх курсів навчання на морському симуляторі. Це дасть змогу забезпечити стандартизовану оцінку всіх моряків у рамках Стандартів навчання, сертифікації та несення вахти.

Ключові слова: тренажерна підготовка, оцінка, прийняття рішень, морська справа, метод оцінки, програмне забезпечення, управління судном, безпека, екіпаж судна, безпека судноводіння, безпека на морі, навігація, навігаційна безпека.

I. Hannoshina, O. Levchenko. Assessment methods for the training effectiveness during the navigators' simulator training. Simulation training is an effective method of practically oriented learning that allows cadets of maritime educational institutions to acquire practical skills in conditions as close to reality as possible. However, traditional methods of knowledge assessment, such as written tests, cannot provide a complete image of the cadets' practical skills. In this context, there is a need to use more effective assessment methods that allow to measure the level of certain competences and practical skills. Simulators and the assessment systems implemented on their basis can provide a working tool for measuring the level of certain competencies and practical skills. However, the process of obtaining evaluations of knowledge and skills on a simulator is not as direct as that of traditional training. Instructors who assess students' practical skills face limitations in the ways they can obtain information about students' actions, as well as the need to monitor several students simultaneously or a large number of performance parameters to be monitored. In addition, the assessment criteria defined in the Standards of Training, Certification & Watch keeping standard do not provide a clear assessment methodology. This results in simulator training scores varying from instructor to instructor, and simulator training scores for students are subjective results. The study reviews existing approaches to assessing the effectiveness of maritime simulator training. It analyses the results of academic research in the field of maritime simulator training evaluation. Various evaluation methods have been identified, but none of them is intended as a standard evaluation system for all maritime simulators. To ensure objective evaluation of maritime simulator training, it is necessary to develop and implement an objective evaluation system that will be applied to all maritime simulator training courses. This will ensure a standardized assessment of all seafarers within the framework of the Standards for Training, Certification and Watch-keeping.

Keywords: simulator training, assessment, decision-making, maritime affairs, assessment method, software, ship management, safety, ship crew, navigation safety, safety at sea, navigation, navigational safety.

Постановка проблеми. Оцінювання є важливим аспектом навчання, що дає змогу підтвердити компетентність курсантів. Методи оцінювання можуть варіюватися залежно від різних галузей, включно з когнітивною (знання, які повинен мати той, кого навчають), психомоторною (навички, які повинен вміти виконувати курсант) та афективною (ставлення або емоційні реакції курсанта).

Тренажерна підготовка використовується в різних галузях – медицина, авіація, судноплавство, дорожні транспортні засоби тощо. Кожна галузь має свої власні критерії та методи оцінки під час проведення тренувань на тренажерах. У системі оцінювання основною метою є збір точної та повної інформації про курсанта, на базі якої можна оцінити його здатність виконувати певні завдання або поводитися відповідно до певних вимог у конкретній ролі [1, 2].

Таким чином, оцінювання є важливим інструментом для забезпечення того, що курсанти мають необхідні знання, навички та ставлення для ефективного виконання своїх майбутніх

обов'язків. Розроблення ефективних методів оцінювання має вирішальне значення для забезпечення якості навчання та підвищення безпеки й ефективності в різних галузях.

Тренування на морських тренажерах мають низку критеріїв оцінки, що відповідають різним об'єктивним завданням. Однак, у зв'язку з відсутністю стандартизованого методу оцінки, неможливо отримати об'єктивні результати оцінок таких тренувань. Крім того, більшість тренувань проводяться одночасно для групи курсантів, що вимагає від інструктора оцінювати дії кожного індивідуально, незважаючи на те, що курсанти працюють у групах і виконують свої завдання працюючи в інформаційному середовищі. Це ускладнює об'єктивність і всебічність оцінки кожного курсанта.

Існуючі курси підготовки та сертифікації, засновані на суднових тренажерах, що оцінюють ефективність курсантів, покладаються на суб'єктивну оцінку інструктора. Однак компетентність, знання, розуміння і майстерність, а також методи демонстрації компетентності та критерії оцінювання компетентності для курсів палубних і машинних фахівців суворо визначені в стандарті «Standards of Training, Certification & Watch keeping».

Зокрема, Розділ А-1/12 стандарту є обов'язковим і містить вимоги, що регулюють використання тренажерів. Розділ В-1/12 є керівним розділом, який містить настанови щодо використання тренажерів. Типи та критерії морських тренажерів описані в кодексі. Хоча компетентність, знання, розуміння і майстерність, методи демонстрації компетентності, критерії для оцінювання компетентності для курсів палубних і машинних фахівців визначається стандартом, але єдиний стандартний метод оцінювання для навчання на тренажері не визначено в кодексі. Ось чому метод оцінки навчання на тренажері змінюється залежно від інструктора і оцінки не можуть бути об'єктивними. Оцінка відіграє важливу роль у розвитку процесу навчання, а оцінка має вирішальне значення для підтвердження компетентності стажиста.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Система навчання та оцінювання на основі компетенцій. Підкомітет Міжнародної морської організації зі стандартів навчання і несення вахти опублікував документ під назвою «Validation of IMO Model Training Courses», який містить розділ про оцінку та аналіз для навчання на морських тренажерах. У цьому документі відображена система навчання та оцінювання на основі компетенцій, оскільки компетентнісний підхід безпосередньо реалізується через професійні та трудові функції, а основою дизайну навчання є вимірні стандарти ефективності. Оцінювання є невід'ємною частиною будь-якої системи підготовки. Компетентнісний підхід має у своєму складі оцінку як обов'язкову складову і відводить їй важливе місце. Підкомітет Міжнародної морської організації зі стандартів навчання і несення вахти стверджує, що форма стандартів на основі компетенцій покладена в основу оцінювання. Перевірюваність і ефективність навчання за компетентнісного підходу [2] під час тренажерної підготовки є дуже важливою і має бути однозначно виміряна з використанням чітко описаних критеріїв оцінки та процедур їх отримання. Критерії оцінювання мають бути релевантними, дійсними, надійними, послідовними та реалістичними [3].

Метою дослідження є оцінка ефективності навчання судноводіїв на тренажерах шляхом розробки більш об'єктивних і надійних методів.

Виклад основного матеріалу. Дослідження з оцінювання різних морських тренажерів. Існує низка досліджень, присвячених методам оцінки навчання на морських тренажерах. Одним із таких методів є структурований підхід, за якого інструктор використовує контрольний список або шкалу оцінок для оцінювання навичок курсанта [4]. Інший метод оцінювання навчання на тренажері полягає у вимірюванні ефективності керування судном за допомогою оціночних показників, отриманих із результатів аналізу руху судна.

У рамках цієї системи стажисти виконують швартування, використовуючи стандартні чинники, наприклад, кут підходу до причалу, швидкість і бічну відстань на фронті причалу, які визначаються для кожного типу судна і причалу. Інструктори оцінюють ефективність управління судном кожного стажиста, порівнюючи середнє значення і стандартне відхилення кожного з показників з даними, отриманими інструктором: швидкість, відстань до причалу, кут підходу і бічну відстань до нормальної лінії причалу в призначених точках на запланованому маршруті.

Після завершення кожного сеансу тренажерного маневрування автоматично з використанням спеціального програмного забезпечення виконується аналіз управління судном. Це дає змогу кількісно оцінити ефективність керування судном судноводія (курсанта) протягом короткого періоду часу, а інструктор може надати необхідні рекомендації з управління судном [5].

Committee on Ship-Bridge Simulation Training Marine Board Commission on Engineering and Technical Systems National Research Council states in *Simulated Voyages* заявляє, що основною методологією оцінювання в практичній підготовці є спостереження і зворотний зв'язок від інструкторів до курсантів.

У більшості випадків інструктор несе подвійну відповідальність: він одночасно вводить інформацію, проводячи заняття і переговори, і оцінює результати навчання. Зазвичай ці дві ролі виконуються одним і тим самим інструктором [6]. Однак існує альтернативний метод оцінювання, який передбачає призначення іншим учасникам навчання ролі спостереження та оцінювання. Цей підхід, відомий як колегіальне оцінювання, дає змогу звільнити інструктора від подвійної ролі та підвищити якість оцінювання через колективне оцінювання [6].

Компанія Kongsberg, виробник симулятора містка Polaris, розробила комп'ютерну систему оцінювання, що дає змогу інструкторові проводити структуровану та об'єктивну оцінку успішності курсанта. Після завершення вправи система надає звіт про успішність курсанта. Система перебуває під повним контролем інструктора, який може легко визначити відповідні критерії оцінки. Ці критерії постійно контролюються системою протягом усієї вправи, і якщо будь-яка змінна виходить за межі встановлених обмежень, виставляються штрафні бали, які накопичуються. У результаті система розраховує нормалізовану оцінку за вправу на основі накопиченої суми штрафних балів.

Розроблення моделі оцінювання та порівняння ефективності роботи моряків, які використовують симулятор суднового містка, є актуальним і значущим завданням у галузі морської освіти. Одним із цікавих досліджень у цій галузі є робота, присвячена застосуванню аналітичного ієрархічного процесу (АІП) для розроблення системи оцінювання, що містить аналіз робочих завдань і реалізацію сценаріїв моделювання.

Метою цього дослідження є розробка потужного та гнучкого інструменту оцінювання процесу, що дасть змогу інструкторам тренажерів встановлювати пріоритети та проводити надійну оцінку на основі діяльності, враховуючи як якісні, так і кількісні аспекти вимірювання діяльності. Для досягнення цієї мети дослідники використовують АІП-метод, що дозволяє структурувати складні проблеми та приймати рішення на основі множини критеріїв.

Розроблена система оцінки охоплює кілька етапів, починаючи з аналізу робочих завдань і визначення критеріїв оцінки, і закінчуючи реалізацією сценаріїв моделювання та оцінкою діяльності моряків. Основна ідея полягає в тому, щоб створити інструмент, який дасть змогу інструкторам оцінювати ефективність роботи моряків у різних сценаріях – навігація, управління судном і дії в надзвичайних ситуаціях [7].

Дослідження [8], присвячене оцінці навичок швартування у курсантів з використанням симулятора маневрування судна, запропонувало новий метод оцінки ефективності навчання судноводіїв. Автори розробили методику, засновану на аналізі виконання маневру повороту перед швартуванням, яка забезпечує єдиний числовий показник для оцінки результатів навчальної вправи навігації. Цей підхід дає змогу спростити процес оцінювання і зробити його більш зрозумілим.

Під час експериментів, проведених із використанням симулятора маневрування судна, автори підтвердили ефективність і корисність запропонованого методу для підвищення якості навчання майбутнього судноводія. Методика заснована на визначенні дискретної відстані, яку розраховують на основі аналізу руху судна після навчання на симуляторі. Цей показник легко виміряти за вихідним сигналом сліду, доступним одразу після завершення навчальної вправи, що робить його ефективним інструментом для оцінювання стажистів.

Таким чином, запропонований метод оцінювання може бути корисним для підвищення ефективності навчання на тренажері маневрування судна і вдосконалення навичок швартування у курсантів [8].

Розроблення системи оцінювання тренажера морського машинного відділення на основі нечіткої комплексної оцінки являє собою інноваційний підхід до об'єктивного оцінювання компетенцій курсантів. У рамках цього дослідження було створено нечітку матрицю суджень, побудовану з використанням методу нечіткого комплексного оцінювання, що слугує об'єктивним доказом оцінювання [9].

Під час оцінювання компетенцій кандидатів особливу увагу було приділено трьом ключовим елементам: об'єктивності, надійності та валідності. Використання тренажерів у процесі

оцінювання може бути схильне до впливу особистісних чинників інструктора, що може поставити під загрозу об'єктивність оцінювання. Щоб уникнути цієї проблеми, було запроваджено систему SEA (оцінка вправ на симуляторі), що дала змогу автоматизувати процес оцінювання діяльності за чітко визначеними «жорсткими параметрами», які були встановлені інструктором. Водночас «м'які навички» оцінюються суб'єктивно [10].

У результаті розроблена система оцінювання на тренажері морського машинного відділення на основі нечіткої комплексної оцінки надає більш неупереджений і точний підхід до оцінки навичок учнів, зводячи до мінімуму вплив суб'єктивних суджень інструктора.

Компанія Kongsberg представила Neptune Instructor System в інформаційному бюлетені морського тренажера. Завдяки цій системі інструктор отримує доступ до інструменту, що дає змогу оцінювати курсантів на всіх етапах навчання. Ця система оцінювання дає змогу інструкторові моніторити й використовувати для оцінки сигнали тривоги та широкий спектр доступних змінних у моделях різних ситуацій. Інструктор може нараховувати бали або штрафні бали залежно від успіхів курсанта. Крім того, інструктор має можливість генерувати звіти про оцінювання для кожного окремого курсанта, що відображають його успіхи, включно з результатами складених або незданих іспитів.

Ліндмарк розділив оцінювання компетентності на дві складові: автоматизоване оцінювання та експертне оцінювання, що проводиться автором, у своїй магістерській дисертації. Він підкреслив, що було б доцільно мінімізувати вплив суб'єктивної думки інструктора для забезпечення об'єктивності оцінки. Він запропонував розробити комп'ютерну систему для проведення успішної та об'єктивної оцінки. Він стверджував, що студенти задовольнили вимоги, встановлені «Standards of Training, Certification & Watch keeping», а також пройшли письмовий іспит і практичні вправи [11].

Підкомітет Міжнародної морської організації з розроблення стандартів навчання і несення вахти може запровадити уніфіковані суб'єктивні та стандартизовані методи оцінки для всіх морських тренажерів. У результаті всі моряки, які пройшли навчання на тренажерах, можуть бути оцінені за єдиними й уніфікованими критеріями. Як рішення для об'єктивної оцінки можна розглянути метод простого адитивного зважування (SAW) для оцінки ефективності тренажерного навчання.

Для апробації цього методу необхідно підготувати сценарій тренажерної підготовки і застосувати його до певної групи курсантів. Після завершення цього етапу слід проаналізувати критерії оцінювання та дані, отримані з комп'ютерних тренажерів, щоб визначити придатність цього методу для оцінювання тренажерного навчання.

Просте адитивне зважування (SAW), яке також відоме як методи зваженої лінійної комбінації або підрахунку балів, є простим і найбільш часто використовуваним методом прийняття рішень за кількома атрибутами. Метод заснований на зваженому середньому значенні. Оцінку розраховують для кожної альтернативи шляхом множення масштабованого значення, присвоєного альтернативі цього атрибута, на ваги відносної важливості, безпосередньо призначені особою, яка приймає рішення, з подальшим підсумовуванням добутків за всіма критеріями [12].

Іншим варіантом об'єктивної оцінки навчання на тренажері є розробка автоматичної системи оцінки, що надається через програмне забезпечення. Для досягнення цієї оцінки будуть вказані заздалегідь визначені стандартні критерії, параметри та обмеження для кожного навчання на тренажері. І буде призначена оцінка для кожного критерію, параметра та обмеження. Програмне забезпечення оцінюватиме вихідні дані результатів моделювання відповідно до параметрів і записів. Таким чином, курсантів можна оцінити об'єктивно з тими самими критеріями, параметрами й обмеженнями для кожного завдання. Нові розробки вказують на можливість реалізації автоматичних методів оцінювання для отримання об'єктивної оцінки курсантів у різних умовах під час підготовки на морському тренажері.

Висновки

Навчання на морському тренажері є невід'ємною частиною морської підготовки. Велика кількість моряків проходить навчання за допомогою різноманітних тренажерів і симуляторів, включно із симуляторами двигуна, містка і радара. Оцінка ефективності навчання курсантів з урахуванням компетентнісного підходу, є одним з найбільш важливих етапів у процесі їхньої

підготовки. Саме тому об'єктивна оцінка навчання під час тренажерної підготовки має вирішальне значення для об'єктивної оцінки практичної діяльності стажистів.

Критерії оцінювання визначено в документі «Standards of Training, Certification and Watchkeeping», проте метод оцінювання поки що однозначно не визначено. У результаті оцінки навчання на тренажерах можуть варіюватися залежно від інструктора, а бали навчання курсантів часто мають суб'єктивний характер.

У дослідженні проведено огляд наявних підходів до оцінки ефективності навчання на морському симуляторі. Аналізуються результати академічних досліджень у сфері оцінки навчання на морському симуляторі. Виявлено різні методи оцінювання, проте жоден із них не призначено як стандартну систему оцінювання для всіх морських симуляторів.

Для забезпечення об'єктивної оцінки навчання на морському симуляторі необхідно розробити і впровадити об'єктивну систему оцінки, яка буде застосовуватися до всіх курсів навчання на морському симуляторі. Це дасть змогу забезпечити стандартизовану оцінку всіх моряків у рамках Стандартів навчання, сертифікації та несення вахти.

Перелік використаних джерел:

1. Kuzu A. C. A review for evaluation of marine simulator training performance. *Proceedings of the Second Global Conference on Innovation in Marine Technology and the Future of Maritime Transportation*, Bodrum, Muğla, Turkey, 24-27 October 2016. Pp. 519.
2. Sullivan R., McIntosh N. The competency-based approach to training. *Medical Journal of Indonesia*. 1996. Vol. 5(2). Pp. 95-98. DOI: <https://doi.org/10.13181/mji.v5i2.853>.
3. Validation of Model Training Courses. IMO Sub-Committee on Standards of Training and Watchkeeping, 2011. Chapter 8. Pp. 99.
4. Karlsson T. The importance of structured briefings & debriefings for objective evaluation of ARPA simulator training : Master of Science Thesis in Nordic Master. Gothenburg, Sweden : Chalmers University of Technology, 2011. 58 p.
5. Manning D. J. Simulator Training. *Encyclopedia of Maritime and Offshore Engineering* / ed. by J. Carlton, P. Jukes, Yoo-Sang Choo. 2017. Pp. 1-9.
6. Page R. L. Brief history of flight simulation. *SimTecT 2000: Proceedings of the International Conference*, Sydney, Australia, 28 February-2 March 2000. Pp. 11-17.
7. Methodology for Evaluating a Simulator's Capability to Support Assessment of Mariner Proficiency / M. Raby et al. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, San Diego, CA, 30 July – 4 August 2000. Vol. 44. No. 20. Pp. 324-327. DOI: <https://doi.org/10.1177/154193120004402027>.
8. Ahmed Y. A., Hasegawa K. Implementation of automatic ship berthing using artificial neural network for free running experiment. *IFAC Proceedings Volumes*. 2013. Vol. 46(33). Pp. 25-30. DOI: <https://doi.org/10.3182/20130918-4-JP-3022.00036>.
9. Cao H., Ma Y.-X., Jia B.-Z. An intelligent evaluation system of marine engine room simulator based on fuzzy comprehensive evaluation. *Journal of Dalian Maritime University*. 2015. Vol. 1. Pp. 104-108.
10. Tawfik A.K., Ibrahim A.M. Educational Technology In Met Simulator Based Training And Information Technology In Met. *International Journal of Mechanical Engineering*. 2015. Vol. 4. Pp. 1-10.
11. Lindmark O. A teaching incentive The Manila amendment and the learning outcome in tanker education : Master of Science Thesis in Nordic Master. Gothenburg, Sweden : Chalmers University of Technology, 2012. 64 p.
12. Afshari A., Mojahed M., Yusuff R. M. Simple Additive Weighting approach to Personnel Selection problem. *International Journal of Innovation, Management and Technology*. 2010. Vol. 1. No. 5. Pp. 511-515. DOI: <https://doi.org/10.7763/IJIMT.2010.V1.89>.

References:

1. A.C. Kuzu, «A review for evaluation of marine simulator training performance», in Proc. 2nd Global Conf. on Innovation in Marine Technology and the Future of Maritime Transportation, Bodrum, Muğla, Turkey, 2016, pp. 519.
2. R. Sullivan, and N. McIntosh, «The competency-based approach to training», *Medical Journal of*

- Indonesia, vol. 5(2), pp. 95-98, 1996. doi: 10.13181/mji.v5i2.853.
3. Validation of Model Training Courses, IMO Sub-Committee on Standards of Training and Watch-keeping, chapter 8, pp. 99, 2011.
 4. T. Karlsson, «The importance of structured briefings & debriefings for objective evaluation of ARPA simulator training», M.S. thesis, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, 2011.
 5. D.J. Manning, «Simulator Training», in *Encyclopedia of Maritime and Offshore Engineering*, J. Carlton, P. Jukes, Yoo-Sang Choo, Eds., 2017, pp. 1-9.
 6. R.L. Page, «Brief history of flight simulation», in Proc. Int. Conf. «SimTecT 2000», Sydney, Australia, 2000, pp. 11-17.
 7. M. Raby, A.M. Forsythe, M.W. Smith, and M.C. McCallum, «Methodology for Evaluating a Simulator's Capability to Support Assessment of Mariner Proficiency», in Proc. Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, San Diego, CA, USA, 2000, vol. 44, no. 20, pp. 324-327. doi: 10.1177/154193120004402027.
 8. Y.A. Ahmed, and K. Hasegawa, «Implementation of automatic ship berthing using artificial neural network for free running experiment», *IFAC Proceedings Volumes*, vol. 46(33), pp. 25-30, 2013. doi: 10.3182/20130918-4-JP-3022.00036.
 9. H. Cao, Y.-X. Ma, and B.-Z. Jia, «An intelligent evaluation system of marine engine room simulator based on fuzzy comprehensive evaluation», *Journal of Dalian Maritime University*, vol. 1, pp. 104-108, 2015.
 10. A.K. Tawfik, and A.M. Ibrahim, «Educational Technology In Met Simulator Based Training And Information Technology In Met», *International Journal of Mechanical Engineering*, vol. 4, pp. 1-10, 2015.
 11. O. Lindmark, «A teaching incentive The Manila amendment and the learning outcome in tanker education», M.S. thesis, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, 2012.
 12. A. Afshari, M. Mojahed, and R.M. Yusuff, «Simple Additive Weighting approach to Personnel Selection problem», *International Journal of Innovation, Management and Technology*, vol. 1, no. 5, pp. 511-515, 2010. doi: 10.7763/IJIMT.2010.V1.89.

Стаття надійшла 25.10.2024

Стаття прийнята 27.11.2024

УДК 004.8:629.62

doi: 10.31498/2225-6733.49.2.2024.321392

© Фукльєв О.І.¹, Вечурко О.М.²

ЗНАННЯ-ОРІЄТОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПІД ЧАС РУХУ СУДЕН У СТИСНЕНИХ ВОДАХ

У статті визначено, що найбільш поширеною причиною аварійності, до 80% випадків, є проблема «людського елементу», що вимагає побудови систем підтримки прийняття рішення судноводіння, які здатні з використанням знання-орієнтованих технологій, що відповідають порядку мислення людини, надавати судноводієві прогнозовані дані. Нейромережеві алгоритми дозволяють враховувати зазначені особливості, будучи спеціально орієнтованими для рішення завдань прогнозування. Нейронні мережі виступають в якості універсального апроксиматора функцій декількох змінних, що робить їх перспективним інструментом для рішення завдань маневрування суден у стиснутих водах. Нейронна мережа, що моделює динаміку судна,

¹ здобувач ступеня PhD, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, ORCID: 0000-0002-9674-3743

² ст. викладач, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, ORCID: 0009-0000-9005-3365