

271 РІЧКОВИЙ ТА МОРСЬКИЙ ТРАНСПОРТ

УДК 531.43+681.5

doi: 10.31498/2225-6733.49.2.2024.321372

© Худяков І.В.¹, Грицук І.В.², Погорлецький Д.С.³, Черненко В.В.⁴,
Рибалко І.В.⁵

МОЖЛИВОСТІ ТРЕНАЖЕРА У ФОРМУВАННІ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ МОРСЬКОГО ФАХІВЦЯ У ВІДПОВІДНОСТІ З ВИМОГАМИ КОНВЕНЦІЇ ПДНВ

Міжнародна морська організація (ІМО), класифікаційні товариства та державні організації звертають особливу увагу навчальних закладів на якість навчання при використанні морських тренажерів, оскільки вони мають потужний ресурс для розвитку когнітивних навичок курсантів завдяки відтворенню високого ступеня реальності при моделюванні технології діяльності морського інженера. У статті досліджується проблема підготовки морського фахівця до діяльності в іншомовному середовищі за допомогою тренажерів відповідно до вимог Міжнародної морської конвенції (ПДНВ). В результаті дослідження питання тренажерної підготовки майбутніх спеціалістів у рамках інтегративно-контекстного підходу, зроблено висновок, що найбільш високим рівнем навчання професійної діяльності в іномовному середовищі є групове навчання на тренажері, оскільки під час цього навчання спілкування відбувається в процесі вирішення оперативних завдань у змодельованих ситуаціях, де інженери практикують реальну професійну діяльність, а також важливу роль відіграє комунікативна складова процесу взаємодії групи спеціалістів. Іншомовна комунікація є засобом вирішення професійних завдань, тому автори розробили технологію підготовки морських фахівців до оперативної адаптації в умовах роботи у змішаному екіпажі. У цій технології з позиції концепції інтегративно-контекстного навчання демонструється специфіка використання ділових ігор на сучасних тренажерах у ситуаціях професійної іншомовної взаємодії. Розкривається роль предметного, соціального та психологічного контекстів ділової гри на тренажері у формуванні професійної компетенції, наводяться результати експериментального навчання. Проектування ділових ігор на тренажері за циклом спеціальних та іншомовних дисциплін на базі моделей технологічних процесів на морському транспорті передбачає розробку адекватного методичного забезпечення за допомогою відтворення предметного, соціокультурного та психологічного змісту професійної діяльності морського фахівця в технологіях освоєння типової задачі праці.

Ключові слова: тренажер, професійна компетенція, відпрацювання штатних та надзвичайних ситуацій, морські спеціалісти, інтегративно-контекстне навчання, ділова гра.

¹ канд. техн. наук, доцент, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, ORCID: 0000-0002-8900-7879, khudiakov.ihor@ksma.ks.ua

² д-р техн. наук, професор, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, ORCID: 0000-0001-7065-6820, grytsuk_iv@ukr.net

³ канд. техн. наук, доцент, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, ORCID: 0000-0002-1256-8053, dimon150582@gmail.com

⁴ ст. викладач, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, ORCID: 0000-0001-6639-1102, v.chernenko18@gmail.com

⁵ канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, ORCID: 0000-0001-8320-329X

I.V. Khudiakov, I.V. Gritsuk, D.S. Pohorletsky, V.V. Chernenko, I.V. Rybalko. Possibilities of the trainer in forming the professional competence of a maritime specialist in accordance with the requirements of the PDNV convention. The International Maritime Organization, classification societies and government organizations pay special attention of educational institutions to the quality of training when using marine simulators, as they have a powerful resource for developing the cognitive skills of cadets due to the reproduction of a high degree of reality when simulating the technology of the marine engineer. The article investigates the problem of training a maritime specialist to work in a foreign language environment using simulators in accordance with the requirements of the International Maritime Convention. As a result of studying the issue of simulator training of future specialists within the framework of an integrative contextual approach, it was concluded that the highest level of training for professional activity in a foreign language environment is group training on a simulator, since during the course of communication in the process of solving operational tasks in situations, model engineers practicing real professional activity and the communicative component of the process of interaction of a group of specialists. Foreign language communication is a means of solving professional tasks, so the authors have developed a technology for training maritime specialists for operational adaptation in mixed crew conditions. This technology, from the perspective of the concept of integrative-contextual learning, demonstrates the specifics of using business games on modern simulators in situations of professional foreign language interaction. The role of the subject, social and psychological contexts of a business game on a simulator in the formation of professional competence is revealed, and the results of experimental training are presented. Designing business games on a simulator according to a cycle of special and foreign language disciplines based on models of technological processes in maritime transport involves the development of adequate methodological support by reproducing the subject, socio-cultural and psychological content of the professional activity of a maritime specialist in the technologies of mastering a typical work task.

Keywords: simulator, professional competence, practice of regular and emergency situations, maritime specialists, integrative-contextual training, business game.

Постановка проблеми. Професія інженера морського транспорту тісно пов'язана з іноземною мовою як засобом регулювання технологічних процесів [1-4]. Рівень його кваліфікації визначається не тільки державними освітніми стандартами України, а також вимогами міжнародних морських конвенцій [5-11]. Наприклад, сфера компетенції інженера-судномеханіка згідно «Міжнародної конвенції про підготовку та дипломування моряків та несення вахти 78/95» (табл. А-III/1) включає використання англійської мови в листі змінної та усної форми, що дозволяє виконувати обов'язки механіка при експлуатації всіх систем внутрішньосуднового зв'язку [1, 3, 7-11]. Міжнародна морська організація (ІМО), класифікаційні товариства та державні організації звертають особливу увагу навчальних закладів на якість навчання при використанні морських тренажерів, оскільки вони мають потужний ресурс для розвитку когнітивних навичок курсантів завдяки відтворенню високої ступеня реальності при моделюванні технології діяльності морського інженера [1, 3, 7-20].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тренажер є технічним засобом професійної підготовки, призначеним для формування та вдосконалення професійних навичок та вмінь оператора для управління матеріальним об'ємом шляхом багаторазового виконання інструментальних дій. Широке використання тренажерів машинного відділення для навчання має на увазі його високу ефективність. Дослідниками відзначається важливість тренажера не лише як успішного навчального, а й екзаменаційного інструменту [1, 3], вказується на необхідність відтворення комунікативного контексту під час тренажерних занять [4, 11]. Однак питання формування операційних механізмів професійної компетенції, способи інтеграції її іншомовного компонента в загальну систему регуляції діяльності в ході тренажерної підготовки не розглядаються.

Тренажерні системи класифікуються за чотирма категоріями, які гарантують, що тренажерна підготовка забезпечить відповідний рівень фізичного та поведінкового реалізму відповідно до цілей навчання та оцінки результатів, як зазначено в розділі А-I/12 Кодексу Міжнародної морської конвенції (ПДНВ). Категорія 1 – технічний тренажер завершеного завдання (Full Mission

type); категорія 2 – багатоцільовий (Multi-Task type); категорія 3 – обмеженої дії (Limited Task type) та категорія 4 – спеціального призначення (Special Task type). Тренажери категорії 1 використовуються для повного занурення з максимально можливим контролем середовища моделювання. На них встановлені повні інженерні системи, включаючи звукові та реалістичні візуальні ефекти, і вони дозволяють відпрацьовувати моделі управління як у штатній ситуації, так і аварійних умовах роботи. Категорія 2 моделює загальне середовище технічної операції. Категорія 3 відтворює середовище для певної інженерної системи, щоб забезпечити попереднє навчання освоєння конкретних завдань. Категорія 4 забезпечує ознайомлювальну підготовку для подальшого відпрацювання задач підвищеної складності на інших тренажерах [4].

У Херсонській державній морській академії використовуються тренажери різних категорій, наприклад, на судномеханічному факультеті встановлені багатоцільові тренажери Transas 5000, що дозволяють здійснювати відпрацювання алгоритмів діяльності з більшою швидкістю та ефективністю. Можливість повторів дозволяє розібрати поточну ситуацію для уточнення та обговорення способів відпрацювання штатних та надзвичайних ситуацій, наприклад, аварійну зупинку головного двигуна, аварійний режим роботи, пожежу в машинному відділенні, обезточування судна тощо [4].

І найефективніший спосіб моделювання професійних ситуацій в іншомовному середовищі – це організація ділових ігор на тренажері, в яких у максимально повному обсязі можуть бути відтворені контексти майбутньої професійної діяльності курсанту з позицій теорії контекстного навчання. Ділова гра є формою відтворення в освітньому процесі предметного та соціального змісту конкретної професійної діяльності, моделювання технологій виробництва та систем відносин працівників, характерних для даного виду праці, а також знання його предметно-технологічного та соціального контекстів. Вона складається з двох моделей – імітаційної та ігрової, що задають контексти засвоєваної курсантами реальної професійної діяльності [3].

Метою дослідження є вирішення проблеми оперативної адаптації до умов професійної діяльності в іншомовному середовищі змішаного за національними та мовними ознаками екіпажу.

Виклад основного матеріалу. Досліджуючи питання тренажерної підготовки майбутніх спеціалістів у рамках інтегративно-контекстного підходу [19, 21-23], ми дійшли висновку, що найбільш високим рівнем навчання професійної діяльності в іномовному середовищі є групове навчання на тренажері, оскільки під час цього навчання спілкування відбувається в процесі вирішення оперативних завдань у змодельованих ситуаціях, де інженери практикують реальну професійну діяльність, а також важливу роль відіграє комунікативна складова процесу взаємодії групи спеціалістів.

У процесі відпрацювання професійних операцій наявні розрізнені блоки навичок та умінь з іноземної мови та спеціальних предметів інтегруються в загальну систему діяльності – модельовану технологічну та реальну іншомовну, які становлять основу стандартних алгоритмів управління системами та способів оперативного прийняття рішень, у тому числі у «нештатних» ситуаціях. Предметний зміст ділової гри на тренажері є типовим завданням праці морського фахівця в умовах полікультурного середовища змішаного екіпажу, під час освоєння якого з використанням іноземної мови відбувається формування професійних смислів, що становлять професійну компетенцію майбутнього спеціаліста. Типові виробничі завдання пов'язані з використанням іноземної мови, що освоюються в рамках ділових ігор на тренажері в ході відпрацювання способів регуляції технологічних процесів та освоєння комунікативних ролей на основі фразеологічного матеріалу стандартного словника-розмовника, що відображає комунікативну складову професійної діяльності морського фахівця.

Дослідження ефективності тренажерної підготовки на основі циклу ділових ігор проводилося на базі Херсонської державної морської академії у 2019 році з використанням програмного забезпечення, яке імітує роботу на судні паром типу Ro-Pax:

The simulator is modeling the Propulsion Plant, Electric Power Plant, Control & Monitoring System (CMS), auxiliary systems, equipment, units and mechanisms of a general Ro-Pax ferry.

Table 1

Ship general characteristics

Max. continuous power	4 000 kW at 750 RPM
Length overall	125 meters
Breadth, moulded	23.4 meters
Designed draft, moulded	5.3 meters
Dead weight	3 000 dwt
Service speed	~ 18.8 knots at 90% MCR

The Propulsion Plant of the Ro-Pax ferry is a twin MAN B&W Marine 8L 32/40 DE, medium speed, four-stroke cycle, singleacting, non-reversible, direct injection, two-stage sequential exhaust turbo charging L-formation diesel engine with CPP.



Рис. 1 – Загальний вигляд парому типу Ro-Pax

У ньому брали участь 70 курсантів п'ятого курсу судномеханічного факультету, у тому числі в умовах спільної тренажерної підготовки з курсантами-судноводіями [1, 3, 11]. Заняття на тренажерах проводилися в дев'ятому семестрі навчання спільно з викладачами кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та англійської мови загалом у кількості 108 годин. Методика проведення ділових ігор зводилася до моделювання міждисциплінарної діяльності курсанта в іншомовному середовищі, що досягалося відпрацюванням певних стандартних професійних операцій, що виконуються вахтовим інженером-судномеханіком у процесі спільної діяльності в іншомовному середовищі. Відпрацьовувалися основні алгоритми діяльності вахтенного механіка, такі як підготовка та введення в експлуатацію паливної системи дизель-генераторів, системи стисненого повітря, системи змащення дизель-генераторів, підготовка та пуск дизель-генератора та його підключення до шин, переведення на основні насоси охолодження та запуск основних відповідальних споживачів і т.п.

Підсумковий контроль та оцінка результатів освітнього процесу здійснювалися у процесі складання державного іспиту також за допомогою моделювання в діловій грі штатних та аварійних ситуацій в іншомовному середовищі на тренажері автоматизованої суднової енергетичної установки (CEU) Transas 5000, який є комплексом пульта управління інструктора; обладнання центрального та інших постів управління CEU; комп'ютера для реалізації математичної моделі CEU у реальному масштабі часу; а також мнемосхеми всіх систем та обладнання машинного відділення. З пульта управління, який оснащений дисплеєм, інструктор-викладач має можливість змінювати задані умови та створювати проблемні задачі, також можуть бути змодельовані аварійні ситуації, введені несправності в системах та процесах CEU, створено імітацію шуму в машинному відділенні за допомогою підсилювачів звуку, змінені умови плавання, завантаження судна, масштаби часу тощо.

Як приклад наведемо моделювання процедури підготовки головного двигуна до запуску. В основі цієї операції лежать оригінальні перевірочні листи, розроблені згідно з міжнародними вимогами морської конвенції SOLAS.

У разі підготовки головного двигуна до запуску він включає цілу низку етапів: від отримання англійською мовою дозволу старшого механіка, роль якого виконує інструктор, на підготовку обладнання та двигунів до запуску, включаючи перевірку всіх засобів зв'язку машинного відділення з навігаційним містком та іншими постами управління, запис англійською мовою у вахтовому журналі розпорядження старшого механіка, команд вахтових помічників та капітана, а також результатів всіх вимірів та перевірок та часу виконання основних операцій.

У ході експериментальної роботи курсанти відтворювали професійні дії і вирішували професійні завдання з використанням морської англійської мови [1, 3, 11, 24-33].

Курсант повинен був оглянути двигун і доповісти вахтовому механіку про будь-які несправності; підтримувати зв'язок з «містком» і виконувати сумісні з ним дії для визначення відключення дистанційного приводу управління з рульової рубки та підготовки двигуна до запуску.

Кожна правильно виконана дія курсанта супроводжувалася спрацюванням ламп індикації, включенням шуму, що імітує роботу тієї чи іншої системи. «Неспрацювання» системи означало, що процедуру було виконано неправильно. Курсанту необхідно було повернутися на попередні шаблі виконуємої операції і з'ясувати причину. У ході вирішення завдання визначалося, наскільки правильно та оперативно виконуються алгоритми професійних дій відповідно до ситуації.

На початку ділових ігор на тренажері було виявлено відсутність готовності до майбутньої діяльності у більшості курсантів, яка була викликана незнанням алгоритму тестування обладнання; особливостями вимови англійською мовою інструктора та членів команди; відсутністю оперативності прийняття рішення у разі виникнення несправності та прийняття невірного рішення для її усунення. Анкетування курсантів показало, що для 65,7% з них найбільшими труднощами є завдання на усунення несправностей, що вимагають емоційної напруженості, яка обумовлена необхідністю включення механізму оперативності з ухвалення рішення. Курсанти відчували недолік професійних навичок, слабо орієнтувалися у професійно предметній стороні процесу і в результаті боялися зробити помилку в серії виконання дій, при цьому 21,4% з них зіткнулися з проблемою складності розуміння іноземної мови на слух і висловлювання своїх дій на англійській мові – вони боялися зробити помилку граматичного чи лексичного плану.

Для визначення рівня професійної підготовки курсантів використовувалась методика компонентного аналізу процесу рішення операторських задач в іншомовному середовищі. Виділили такі компоненти, як точність розуміння сенсу іншомовної інформації (Т); оперативність прийняття рішення (О), яка оцінювалася за фактом дотримання тимчасового регламенту, що відводиться на виконання операції; адекватність виконання модельованої операції (А); дотримання регламенту спілкування (РС). В процесі виконання завдання на основі іншомовної інформації, курсантам потрібно було самостійно визначити завдання і знайти способи її оперативного рішення. Результати вирішення завдання у вигляді оцінок в умовних балах «1» або «0», суми умовних балів за засвоєння компонента і показника засвоєння компоненти у відсотках заносилися в карту компонентного аналізу, подану в табл. 1, та протокол тестування. Спостережені якості оцінювалися як виражені за умов засвоєння компонента від 85 до 100%.

Таблиця 1

Карта компонентного аналізу вирішення професійного завдання

Відомості про ділову гру	Компоненти			
	Т	О	А	РС
Операції				
	Оцінки в умовних балах («1» або «0»)			
1. Аналіз завдання та прийняття рішення				
2. Виконання дії з обслуговування системи				
3. Доповідь про виконані дії, тощо.				
Сума умовних балів за засвоєння компонента				
Показник засвоєння компонента, %				

У ході взаємодії та взаємовпливу різних компонентів освоєння типової задачі праці відбувалося формування алгоритмів професійної діяльності в іншомовному середовищі. В результаті участі у ділових іграх у курсантів знизився бар'єр напружених психічних станів, виробилися

вміння оперативно сприймати інформацію та на її основі адекватно виконувати професійні дії, пов'язані з іншомовним спілкуванням.

Після завершення ділових ігор на тренажері 94,29% курсантів відзначили в анкетах, що вони набули впевненості в собі при спілкуванні з іншим оператором іноземною мовою, таким чином формування навичок колективної роботи при вирішенні оперативних завдань та проблем призвело до зниження бар'єра напружених психічних станів. На це вказують і результати зміни середніх показників засвоєння компонента оперативності прийняття рішення, що за підсумками трьох ділових ігор на тренажері наведено у табл. 2. Середній показник засвоєння компонента оперативності виконання діяльності за підсумками третьої ділової гри склав 86%, що дозволило оцінити цей параметр як виражений відповідно до вимог професійних стандартів.

Таблиця 2

Зведена таблиця змін середніх показників засвоєння компонента оперативності

Середній показник засвоєння компонента, % за підсумками першої ділової гри	Середній показник засвоєння компонента, % за підсумками другої ділової гри	Середній показник засвоєння компонента, % за підсумками третьої ділової гри
47,14	71,43	86,00

Загалом ділові ігри на тренажері, що проводяться на судномеханічному факультеті академії з 2016 року, дозволили підвищити якість підготовки судномеханіків у порівнянні з традиційною моделлю навчання – за чотири роки навчання середній бал курсантів на інтегрованому державному іспиті зріс на 0,43 одиниці і склав у 2019 році 4,53 бали.

В умовах глобалізації роботи морського фахівця зростає важливість його підготовки відповідно до Конвенції ПДНВ, в якій покладено міжнародні стандарти до його кваліфікації, що включають високий рівень розвитку професійної компетенції, в яку глибоко і адекватно інтегрована іншомовна компонента. Вимоги українських стандартів компетентності та Конвенції ПДНВ можуть бути виконані, якщо в ході навчання будуть реалізовані професійні модулі, включно з діловими іграми на тренажері на основі інтегративно-контекстної педагогічної моделі, яка дозволяє відтворити у навчальній діяльності технологічні процеси, які регулюються іншомовною діяльністю студента.

Висновки

Проектування ділових ігор на тренажері за циклом спеціальних та іншомовних дисциплін на базі моделей технологічних процесів на морському транспорт передбачає розробку адекватного методичного забезпечення за допомогою відтворення предметного, соціокультурного та психологічного змісту професійної діяльності морського фахівця в технологіях освоєння типової задачі праці. Ділові ігри на тренажері виступають як системотворчий фактор міждисциплінарної інтеграції, оскільки відповідають вимогам стандартів нового покоління та Конвенції ПДНВ, і саме у діловій грі, що відтворює предметну, соціокультурну та ситуаційно-психологічну подоби праці майбутнього фахівця, формується його професійна компетенція, розвивається готовність до діяльності в іншомовному середовищі, яка проявляється у його здібності оперативно вирішувати професійні завдання та вирішувати проблемні ситуації у штатних та напружених ситуаціях засобами іноземного мови.

Перелік використаних джерел:

1. Peculiarities of ship power plant diagnostics using the ERS-500 Techsim Transas MIP LTD simulator complex in the process of ship engineers' training / I.V. Khudyakov et al. *Reporter of the Priazovskyi State Technical University. Section: Technical sciences*. 2023. Vol. 47. Pp. 273-280. DOI: <https://doi.org/10.31498/2225-6733.47.2023.300113>.
2. The Complex Application of Monitoring and Express Diagnosing for Searching Failures on Common Rail System Units / I. Gritsuk et al. *SAE Technical Paper*. 2018. Vol. 2018-01-1773. Pp. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.4271/2018-01-1773>.
3. Aspects of Forming the Information V2I Model of the Transport Vessel / A. Golovan et al. *MEES: 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems, Kremenchuk, Ukraine, 23-25 September 2019*. Pp. 390-393. DOI: <https://doi.org/10.1109/MEES.2019.8896595>.

4. Information Model of V2I System of the Vehicle Technical Condition Remote Monitoring and Control in Operation Conditions / I. Gritsuk et al. *SAE Technical Paper*. 2018. Vol. 2018-01-0024. Pp. 1-17. DOI: <https://doi.org/10.4271/2018-01-0024>.
5. Koch F. W., Haubner F. G. Cooling System Development and Optimization for DI Engines. *SAE Technical Paper Series*. 2000. Vol. 2000-01-0283. Pp. 1-16. DOI: <https://doi.org/10.4271/2000-01-0283>.
6. Low-heat rejection engines – a concept review / Churchill R. A., Smith J. E., Clarc N. N., Turton R. A. *SAE Technical Paper Series*. 1989. № 890153. Pp. 25-36. DOI: <https://doi.org/10.4271/880014>.
7. Костишин В. С. Моделювання режимів роботи відцентрових насосів на основі електрогідравлічної аналогії : дис. ... д-ра техн. наук : 05.15.13. Івано-Франківськ, 2003. 163 с.
8. Service letter SL2019-671/JAP. URL: <https://www.man-es.com/docs/default-source/service-letters/sl2019-671.pdf> (дата звернення: 11.08.2023).
9. Service Letter SL2019-687/NHN. URL: https://www.man-es.com/docs/default-source/service-letters/sl2019-687.pdf?sfvrsn=4fba319_6 (дата звернення: 11.08.2023).
10. Service Experience - MAN B&W Two-stroke Engines. URL: <https://maritimeexpert.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/08/service-experience.pdf> (дата звернення: 11.08.2023).
11. Худяков І. В. Можливість застосування різних видів датчиків тиску для управління робочим процесом в ДВЗ. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*. Херсон: вид. ХДМА, 2014. № 1(10). С. 255-262.
12. Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems) / I. Gritsuk et al. *SAE Technical Paper*. 2020. Vol. 2020-01-2031. Pp. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.4271/2020-01-2031>.
13. Говорущенко Н. Я., Варфоломій В. М. Технічна кібернетика транспорту: навчальний посібник. Харків: ХДАДТУ, 2001. 271 с.
14. Кадильникова Т.М. Моніторинг технологічного стану як фактор забезпечення безаварійної роботи. *Вісник Донбаської академії будівництва і архітектури. Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва*. 2002. № 5(36). С. 38-41.
15. Information Security Risk Management of Vehicles / D. Kleets et al. *SAE Technical Paper*. 2018. Vol. 2018-01-0015. Pp. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.4271/2018-01-0015>.
16. Features of Modeling Thermal Development Processes of the Vehicle Engine Based on Phase-Transitional Thermal Accumulators / I. Gritsuk et al. *SAE Technical Paper*. 2019. Vol. 2019-01-0906. Pp. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.4271/2019-01-0906>.
17. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів / В. П. Матейчик та ін. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2014. Вип. 13. С. 126-138.
18. Cognitive Model of the Internal Combustion Engine / V. Vychuzhanin et al. *SAE Technical Paper*. 2018. Vol. 2018-01-1738. Pp. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.4271/2018-01-1738>.
19. Худяков І. В. Моделі бази даних інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів. *Наукові нотатки*. 2019. Вип. 67. С. 141-148. DOI: <https://doi.org/10.36910/6775.24153966.2019.67.22>.
20. Закалов О. В., Закалов І. О. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник. Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 322 с.
21. Positive Energy District Replication – Case Study of the City of Trencin / V. Ondrejicka et al. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. Vol. 1203(2). Article 022087. Pp. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1203/2/022087>.
22. Approach and structure of special organizational, methodological and technological components of project and program portfolio management systems / I. Teslia et al. *Scientific Journal of Astana IT University*. 2022. Vol. 10. Pp. 119-132. DOI: <https://doi.org/10.37943/ahfo5398>.
23. Development of the concept of building project management systems in the context of digital transformation of project-oriented companies / I. Teslia et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 6. No. 3(120). Pp. 14-25. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268139>.

24. Kaidolov R., Omelchnko V., Podrygalo M. Analysis of existing constructions of road trains with active trailers. *Modern technologies in mechanical engineering and transport*. 2022. Vol. 2(17). Pp. 11-16. DOI: <https://doi.org/10.36910/automash.v2i17.629>.
25. Absulgazis A., Podrygalo M. A new approach to assessment of vehicles traction dynamics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Machine Science, Mechanization, Automation and Robotics*. 2020. Vol. 971. Pp. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/971/5/052100>.
26. Подригало М. А., Кайдалов Р. О., Омельченко В. І. Оцінка коефіцієнта корисної дії колісного рушія автомобіля. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*. 2022. Вип. 21. Рр. 31-39. DOI: <https://doi.org/10.30977/AT.2019-8342.2022.21.08>.
27. Kaidolov R., Omelchnko V., Podrygalo M. Rational choice of torques distribution between the front and back electric motors of automobile wheels drive. *Modeling and Computer Engineering in Mechanical Engineering: Theory, Practice, and Innovation (MCEME-2022)* : International Scientific and Theoretical Conference, Lviv, Ukraine, 28 September – 21 October 2022. Vol. 1277. Pp. 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1277/1/012023>.
28. Поляков В. М., Сахно В. П. Триланкові автопоїзди. Маневреність : монографія. Луганськ : Ноулідж, 2014. 206 с.
29. Measurement of industrial robot pose repeatability / I. Kuric et al. *Innovative Technologies in Engineering Production (ITEP'18)* : MATEC Web of Conferences, Bojnice, Slovak Republic, 11-13 September 2018. Vol. 244. Article 01015. Pp. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824401015>.
30. Подригало М. А., Кайдалов Р. О. Рациональная динамическая характеристика автомобиля. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2017. № 2. С. 78-85.
31. Improving the Processes of Preheating and Heating after the Vehicular Engine Start by Using Heating System with Phase-Transitional Thermal Accumulator / Gritsuk I., Gutarevych Y., Mateichyk V., Volkov V. *SAE Technical Paper*. 2016. Vol. 2016-01-0204. Pp. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.4271/2016-01-0204>.
32. Estimation Parameters of Braking of Vehicles Category M1 at Definition of Circumstances Road Accidents / A. Kashkanov et al. *SAE Technical Paper*. 2022. Article 2022-01-1166. Pp. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.4271/2022-01-1166>.
33. Improving Fuel Economy of Spark Ignition Engines Applying the Combined Method of Power Regulation / Gutarevych Y. et al. *Energies*. 2020. Vol. 13. Article 1076. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13051076>.

References:

1. I.V. Khudyakov, I.V. Gritsuk, D.S. Pohorletskyi, M.P. Bulgakov, V.V. Chernenko, and M.E. Litvinov, «Peculiarities of ship power plant diagnostics using the ERS-500 Techsim Transas MIP LTD simulator complex in the process of ship engineers' training», *Reporter of the Priazovskiy State Technical University. Section: Technical sciences*, vol. 47, pp. 273-280, 2023. doi: **10.31498/2225-6733.47.2023.300113**.
2. I. Gritsuk et al., «The Complex Application of Monitoring and Express Diagnosing for Searching Failures on Common Rail System Units», *SAE Technical Paper*, vol. 2018-01-1773, pp. 1-10, 2018. doi: **10.4271/2018-01-1773**.
3. A. Golovan, I. Gritsuk, S. Rudenko, V. Saravas, A. Shakhov, and O. Shumylo, «Aspects of Forming the Information V2I Model of the Transport Vessel», in *Proc. IEEE Int. Conf. on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine, 2019, pp. 390-393. doi: **10.1109/MEES.2019.8896595**.
4. I. Gritsuk et al., «Information Model of V2I System of the Vehicle Technical Condition Remote Monitoring and Control in Operation Conditions», *SAE Technical Paper*, vol. 2018-01-0024, pp. 1-17, 2018. doi: **10.4271/2018-01-0024**.
5. F.W. Koch, and F.G. Haubner, «Cooling System Development and Optimization for DI Engines», *SAE Technical Paper Series*, vol. 2000-01-0283, pp. 1-16, 2000. doi: **10.4271/2000-01-0283**.
6. R.A. Churchill, J.E. Smith, N.N. Clarc, and R.A. Turton, «Low-heat rejection engines – a concept review», *SAE Technical Paper Series*, № 890153, pp. 25-36, 1989. doi: **10.4271/880014**.

7. V.S. Kostyshyn, «Modeliuvannia rezhymiv roboty vidtsentrovkykh nasosiv na osnovi elektrohidravlichnoi analogii» [«Modeling of centrifugal pump operating modes based on electrohydraulic analogy»], PhD thesis, Ivano-Frankivsk, Ukraine, 2003. (Ukr.)
8. Service letter SL2019-671/JAP. [Online]. Available: <https://www.man-es.com/docs/default-source/service-letters/sl2019-671.pdf>. Accessed on: August 11, 2023.
9. Service Letter SL2019-687/NHN. [Online]. Available: https://www.man-es.com/docs/default-source/service-letters/sl2019-687.pdf?sfvrsn=4fba319_6. Accessed on: August 11, 2023.
10. Service Experience - MAN B&W Two-stroke Engines. [Online]. Available: <https://maritimeexpert.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/08/service-experience.pdf>. Accessed on: August 11, 2023.
11. I.V. Khudiakov, «Mozhlyvist zastosuvannia riznykh vydiv datchykyv tysku dlia upravlinnia robochym protsesom v DVZ» [«The possibility of applying different types of pressductors for workflow management in ICE»], *Naukovyi visnyk Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii – Scientific Bulletin of the Kherson State Maritime Academy*, № 1(10), pp. 255-262, 2014. (Ukr.)
12. I. Gritsuk et al., «Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems)», *SAE Technical Paper*, vol. 2020-01-2031, pp. 1-13, 2020. doi: **10.4271/2020-01-2031**.
13. N.Ya. Hovorushchenko, and V.M. Varfolomiiv, *Tekhnichna kibernetyka transportu: navchalnyi posibnyk* [Technical Cybernetics of Transport: A Textbook]. Kharkiv, Ukraine: KhDADTU Publ., 2001. (Ukr.)
14. T.M. Kadylnykova, «Monitorynh tekhnolohichnoho stanu yak faktor zabezpechennia bezavariinoi roboty» [«Monitoring of technological status as a factor in ensuring trouble-free operation»], *Visnyk Donbaskoi akademii budivnytstva i arkhitektury. Tekhnolohiia, orhanizatsiia, mekhanizatsiia ta heodezychne zabezpechennia budivnytstva – Bulletin of the Donbass Academy of Civil Engineering and Architecture. Technology, organization, mechanization and geodetic support of construction*, № 5(36), pp. 38-41, 2002. (Ukr.)
15. D. Klets et al., «Information Security Risk Management of Vehicles», *SAE Technical Paper*, vol. 2018-01-0015, pp. 1-11, 2018. doi: **10.4271/2018-01-0015**.
16. I. Gritsuk et al., «Features of Modeling Thermal Development Processes of the Vehicle Engine Based on Phase-Transitional Thermal Accumulators», *SAE Technical Paper*, vol. 2019-01-0906, pp. 1-13, 2019. doi: **10.4271/2019-01-0906**.
17. V.P. Mateichyk, V.P. Volkov, P.B. Komov, I.V. Gritsuk, A.P. Komov, and Ju.V. Volkov, «Osoblyvosti monitorynhu stanu transportnykh zasobiv z vykorystanniam bortovykh diahnostychnykh kompleksiv» [«Features of monitoring of vehicles state with using of board diagnostic complexes»], *Upravlinnia proektamy, systemnyi analiz i lohistyka – Project Management, Systems Analysis and Logistics*, vol. 13, pp. 126-138, 2014. (Ukr.)
18. V. Vychuzhanin et al., «Cognitive Model of the Internal Combustion Engine», *SAE Technical Paper*, vol. 2018-01-1738, pp. 1-10, 2018. doi: **10.4271/2018-01-1738**.
19. I.V. Khudiakov, «Modeli bazy danykh informatsiinoi systemy monitorynhu parametriv tekhnichnoho stanu transportnykh zasobiv» [«Monitoring information system database models vehicle technical parameters»], *Naukovi notatki*, vol. 67, pp. 141-148, 2019. doi: **10.36910/6775.24153966.2019.67.22**. (Ukr.)
20. O.V. Zakalov, and I.O. Zakalov, *Osnovy tertia i znoshuvannia v mashynakh: Navchalnyi posibnyk* [Fundamentals of Friction and Wear in Machinery: A Study Guide]. Ternopil, Ukraine: TNTU im. I. Puliuia Publ., 2011. (Ukr.)
21. V. Ondrejicka, M. Hajduk, L. Jamecny, M. Husar and M. Jasso, «Positive Energy District Replication – Case Study of the City of Trencin», *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1203(2), article 022087, pp. 1-11, 2021. doi: **10.1088/1757-899x/1203/2/022087**.
22. I. Teslia, N. Yehorchenkova, I. Khlevna, O. Yehorchenkov, S. Biloshchytska, and Y. Kataieva, «Approach and structure of special organizational, methodological and technological components of project and program portfolio management systems», *Scientific Journal of Astana IT University*, vol. 10, pp. 119-132, 2022. doi: **10.37943/ahfo5398**.
23. I. Teslia et al., «Development of the concept of building project management systems in the context of digital transformation of project-oriented companies», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 6, no. 3(120), pp. 14-25, 2022. doi: **10.15587/1729-4061.2022.268139**.

24. R. Kaidolov, V. Omelchnko, and M. Podrygalo, «Analysis of existing constructions of road trains with active trailers», *Modern technologies in mechanical engineering and transport*, vol. 2(17), pp. 11-16, 2022. doi: **10.36910/automash.v2i17.629**.
25. A. Absulgazis, and M. Podrygalo, «A new approach to assessment of vehicles traction dynamics», *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Machine Science, Mechanization, Automatization and Robotics*, vol. 971, pp. 1-7, 2020. doi: **10.1088/1757-899X/971/5/052100**.
26. M. Podrygalo, R. Kaidalov, and V. Omelchenko, «Otsinka koefitsiienta korysnoi dii kolisnoho rushiia avtomobilia» [«Efficiency estimation of wheel automobile propulsion unit»], *Avtomobil i elektronika. Suchasni tekhnolohii – Vehicle and electronics. Innovative technologies*, vol. 21, pp. 31-39, 2022. doi: **10.30977/AT.2019-8342.2022.21.08**. (Ukr.)
27. R. Kaidolov, V. Omelchnko, and M. Podrygalo, «Rational choice of torques distribution between the front and back electric motors of automobile wheels drive», in Proc. Int. Sci. and Theoretical Conf. «Modeling and Computer Engineering in Mechanical Engineering: Theory, Practice, and Innovation» (MCME-2022), Lviv, Ukraine, 2022, vol. 1277, pp. 1-8. doi: **10.1088/1757-899X/1277/1/012023**.
28. V.M. Poliakov, and V.P. Sakhno, *Trylankovi avtopoizdy. Manevrenist : monohrafiia* [Three-link road trains. Maneuverability: monograph]. Luhansk, Ukraine: Noulidzh Publ., 2014. (Ukr.)
29. I. Kuric, V. Tlach, Z. Ságová, M. Císar, and I. Gritsuk, «Measurement of industrial robot pose repeatability», in Proc. MATEC Web of Conferences, Bojnice, Slovak Republic, 2018, vol. 244, article 01015, pp. 1-9. doi: **10.1051/mateconf/201824401015**.
30. M.A. Podrygalo, and R.O. Kaidalov, «Ratsionalna dynamichna kharakterystyka avtomobilia» [«Rational dynamic characteristic of the vehicle»], *Visnyk mashynobuduvannia ta transportu – Bulletin of Mechanical Engineering and Transport*, № 2, pp. 78-85, 2017. (Ukr.)
31. I. Gritsuk, Y. Gutarevych, V. Mateichyk, and V. Volkov, «Improving the Processes of Preheating and Heating after the Vehicular Engine Start by Using Heating System with Phase-Transitional Thermal Accumulator», *SAE Technical Paper*, vol. 2016-01-0204, pp. 1-9, 2016. doi: **10.4271/2016-01-0204**.
32. A. Kashkanov, A. Kashkanova, M. Podrigalo, D. Klets, O. Saraiev, M. Mikhalevich, and A. Korobko, «Estimation Parameters of Braking of Vehicles Category M1 at Definition of Circumstances Road Accidents», *SAE Technical Paper*, article 2022-01-1166, pp. 1-6, 2022. doi: **10.4271/2022-01-1166**.
33. Y. Gutarevych et al., «Improving Fuel Economy of Spark Ignition Engines Applying the Combined Method of Power Regulation», *Energies*, vol. 13, article 1076, 2020. doi: **10.3390/en13051076**.

Стаття надійшла 15.07.2024

Стаття прийнята 03.08.2024

UDC 629.05:519.21

doi: 10.31498/2225-6733.49.2.2024.321374

© Abramov G.S.¹, Plotnikov V.I.²

APPLICATION OF BAYESIAN APPROACH FOR DETERMINING THE RELIABILITY OF THE NAVIGATION COMPLEX

The paper discusses the methodology based on the Bayesian approach to the assessment of posterior probabilities of various hypotheses regarding the reliability of technical system elements. The problem of estimating posterior probabilities of failures for a system with two nodes is considered. Mathematical modeling of Bayesian probabilities of hypotheses

¹Ph.D. in Physics and Mathematics, associate professor, Kherson State Maritime Academy, Kherson, ORCID: 0000-0003-0333-8819, gennadabra@gmail.com

²postgraduate student, Kherson State Maritime Academy, Kherson, ORCID: 0009-0003-1836-5462, vladplotnikov895@gmail.com