

© Василенко В.М., Дембрович О.О., Коломієць Т., Кукалець Л.М.

## ВПЛИВ ЕРГОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА НА УПРАВЛІННЯ СУДНАМИ У СКЛАДНИХ УМОВАХ

*Стаття присвячена комплексному дослідженню ергономічних факторів управління морськими суднами у складних навігаційних умовах. Розглянуто вплив ергономічних факторів на безпеку судноплавства, включаючи проектування робочих місць, організацію вахтової служби, управління втомою екіпажу та вплив екстремальних погодних умов. Систематизовано основні фактори впливу на ефективність управління суднами у складних умовах. Запропоновано методи мітигації ризиків, спрямовані на підвищення безпеки мореплавства через оптимізацію робочого середовища, навчання персоналу та впровадження сучасних навігаційних технологій.*

**Ключові слова:** ергономіка судноплавства, безпека мореплавства, людський фактор, управління судном, втома екіпажу, проектування містка, навігаційні системи, управління ризиками.

**Постановка проблеми.** Морське судноплавство залишається однією з найбільш складних та відповідальних галузей людської діяльності, де помилки можуть призводити до катастрофічних наслідків. Ергономіка у судноплавстві регламентується низкою міжнародних стандартів і рекомендацій, спрямованих на забезпечення безпеки мореплавства [1-5]. Проблематика ергономічних факторів у судноплавстві активно досліджується міжнародною науковою спільнотою в контексті зростання автоматизації, цифровізації навігаційних систем та ускладнення експлуатаційних умов. У наукових публікаціях особлива увага приділяється впливу ергономіки на помилки оператора, ситуаційну обізнаність, втоми екіпажу та рівень аварійності [6-9]. Зростання інтенсивності морських перевезень, ускладнення навігаційної обстановки та широке впровадження автоматизованих і цифрових систем управління потребує подальших досліджень. Незважаючи на технічний прогрес, значна частка аварійних подій у судноплавстві й надалі пов'язана з помилками екіпажу, які виникають під впливом втоми, стресу, перевантаження інформацією та неузгодженої взаємодії з бортовими системами. Особливої ваги ця проблема набуває в умовах штормової погоди, обмеженої видимості, технічних відмов і кіберзагроз, коли ціна помилки істотно зростає. У зв'язку з цим наукове обґрунтування ергономічних рішень в процесах управління судном є необхідною передумовою підвищення безпеки судноплавства, надійності навігації та стійкості морських операцій.

**Невирішена частина проблеми.** Попри активний розвиток автоматизованих і цифрових навігаційних систем, у практиці судноплавства залишається недостатньо вирішеним питання комплексної інтеграції ергономічних принципів і людського фактора в процеси управління судном у складних та нестандартних умовах. Зокрема, відсутні уніфіковані підходи до оцінювання когнітивного навантаження на екіпаж під час одночасного впливу стресових чинників, обмежено враховується вплив втоми й психологічного стану на прийняття рішень, а також недостатньо розроблені методики адаптації інтерфейсів навігаційних систем до реальних умов експлуатації. Крім того, залишається відкритим питання ефективної взаємодії людини з автоматизованими та автономними системами управління, особливо в ситуаціях часткової або повної відмови технічних засобів, що потребує подальших наукових досліджень і практичних рішень.

**Виклад основного матеріалу.** Ергономіка на морському транспорті охоплює широкий спектр аспектів: від проектування містка та робочих місць до організації вахтової служби та управління втомою екіпажу. Розуміння взаємодії між людиною, технікою та середовищем є ключем до підвищення безпеки мореплавства та ефективності морських операцій.

Основні компоненти ергономічного фактору включають сприйняття інформації, прийняття рішень, комунікацію, робочу навантаженість та психофізіологічний стан. Кожен із цих елементів може бути критичним у складних навігаційних умовах, коли необхідно швидко аналізувати великі обсяги інформації та приймати відповідальні рішення.

Дослідження морських аварій виявили кілька категорій їх основних причин. До них належать помилки сприйняття, коли судноводій неправильно інтерпретує показники приладів або візуальну інформацію про навколишнє середовище. Помилки в прийнятті рішень часто виникають через недостатній аналіз ситуації, надмірну впевненість або відхилення від стандартних процедур. Комунікативні помилки на містку можуть призводити до неузгодженості дій між членами вахти. Мовний бар'єр у змішаних екіпажах додатково ускладнює ситуацію.

Одним з головних факторів уникнення помилок, на нашу думку, є ергономічні аспекти проектування містка, оскільки безпосередньо впливають на безпеку судноплавства, ефективність управління судном та надійність прийняття рішень у складних умовах. Насамперед ергономіка визначає, наскільки швидко і точно судноводій здатний сприймати навігаційну інформацію та реагувати на зміну обстановки. Оптимізація розташування приладів, коректні кути огляду, зрозумілі інтерфейси та належні умови освітлення зменшують когнітивне й фізичне навантаження на оператора, що особливо важливо в аварійних або інтенсивних навігаційних ситуаціях.

Крім того, ергономічне проектування містка суттєво знижує ймовірність людських помилок, які залишаються однією з основних причин морських аварій. Коли робоче середовище відповідає фізіологічним і психологічним можливостям людини, зменшується ризик неправильного тлумачення даних, запізнених реакцій або помилкових рішень, викликаних перевтомою чи стресом.

Важливим аспектом є також управління втомою та стресом. Ергономічно організований місток сприяє підтриманню концентрації під час тривалих вахт, полегшує виконання рутинних операцій і допомагає зберігати ситуаційну обізнаність у нічний час або за складних погодних умов. Це підвищує надійність роботи екіпажу та забезпечує більш стабільний рівень безпеки протягом усього рейсу.

Ергономічні аспекти проектування містка на судні (табл. 1) є не лише технічним питанням дизайну, а стратегічним елементом системи управління безпекою судна, що поєднує вимоги міжнародних стандартів, людський фактор і сучасні навігаційні технології.

Ергономічне проектування містка є фундаментальним фактором безпеки судноводіння. Сучасні містки проектуються відповідно до міжнародних стандартів, таких як ISO 8468 та керівництва ІМО, які визначають вимоги до розташування обладнання, поля зору, освітлення та акустики. Концепція інтегрованого містка передбачає централізоване розміщення всіх навігаційних та інформаційних систем у зручному для оператора форматі.

Правильне розташування обладнання має забезпечувати природну послідовність дій судноводія, мінімізувати необхідність рухів тіла та дозволяти одночасний моніторинг критично важливих параметрів. Висота розміщення приладів, кути огляду екранів, доступність органів управління — всі ці елементи впливають на швидкість реакції та точність дій у критичних ситуаціях.

Сучасні електронні навігаційні системи надають величезні обсяги інформації, проте їх ефективність залежить від якості представлення даних. Електронні картографічні системи (ECDIS) мають бути налаштовані таким чином, щоб забезпечувати максимальну ситуаційну обізнаність без перевантаження оператора надмірною інформацією.

Колірна схема, контрастність, розмір символів та структура меню критично важливі для швидкого сприйняття інформації, особливо в умовах стресу. Дублювання критичної інформації на різних дисплеях та резервні системи підвищують надійність, але водночас потребують додаткової уваги для запобігання конфліктам між джерелами даних.

Втома є одним із найсерйозніших факторів ризику в морському судноплавстві. Тривалі вахти, недостатній відпочинок, монотонність роботи та вібрація призводять до зниження уваги, повільних реакцій та помилок у судженнях. У складних умовах, коли вимагається постійна пильність, втома може накопичуватися особливо швидко.

Циркадні ритми людини роблять нічні вахти особливо виснажливими. Порушення природного циклу сну-неспанннн впливає не лише на фізичний стан, але й на когнітивні функції, зокрема здатність до концентрації, прийняття рішень та реакцію на нестандартні ситуації. Дослідження показують, що після 17 годин неперервного бадьорства продуктивність зменшується до рівня, еквівалентного стану алкогольного сп'яніння.

Таблиця 1. Фактори ергономічного впливу на ефективність управління суднами у складних умовах при проектуванні містка на судні

Аспект	Зміст та ключові характеристики	Вплив на безпеку та ефективність
Розташування обладнання	Природна послідовність дій оператора; оптимальна висота приладів, кути огляду екранів, доступність органів управління	Зниження фізичного навантаження, можливість одночасного контролю критичних параметрів
Системи відображення інформації	Використання ECDIS та інтегрованих дисплеїв; оптимізація обсягу інформації для уникнення перевантаження	Підвищення ситуаційної обізнаності та надійності навігаційних рішень
Візуальні параметри інтерфейсів	Колірні схеми, контрастність, розмір символів, логічна структура меню	Швидке та коректне сприйняття інформації, особливо в умовах стресу
Дублювання та резервування даних	Наявність резервних систем та повторення критичної інформації на різних дисплеях	Підвищення надійності систем за умови запобігання конфліктам даних
Втома судноводія	Тривалі вахти, недостатній відпочинок, монотонність, вібрація, порушення циркадних ритмів	Зниження уваги, уповільнення реакцій, зростання ризику помилок
Вплив нічних вахт	Порушення циклу сну-неспанннн, погіршення когнітивних функцій	Погіршення здатності до прийняття рішень у складних умовах
Управління втомою	Вимоги STCW; раціональне планування вахт; моніторинг стану екіпажу	Зменшення ризику аварій, підтримання стабільної працездатності
Організаційні заходи проти втоми	Навчання розпізнаванню симптомів втоми; забезпечення умов для якісного сну	Підвищення загального рівня безпеки та добробуту екіпажу
Фізичний стрес	Вплив хвилювання моря, шуму, вібрації, температурних екстремумів	Фізичне виснаження, зниження концентрації
Когнітивний стрес	Обробка великих обсягів інформації, швидке прийняття рішень	Перевантаження психіки, підвищений ризик помилкових дій
Емоційний стрес	Висока відповідальність, ізоляція, конфлікти в екіпажі	Негативний вплив на психологічну стійкість судноводія
Подолання стресу	Симуляторні тренування, релаксаційні техніки, фізична активність	Формування стресостійкості та автоматизованих правильних реакцій
Комунікація на містку	Відкрита культура спілкування, підтримка капітана, чіткі процедури	Зниження рівня стресу та підвищення командної ефективності

Міжнародна конвенція STCW встановлює мінімальні вимоги до відпочинку моряків, проте ефективне управління втомою вимагає більш комплексного підходу. Це включає раціональне

планування вахт, врахування індивідуальних особливостей членів екіпажу, забезпечення якісного відпочинку та моніторинг ознак втоми.

Системи управління втомою на борту судна мають включати навчання екіпажу розпізнаванню симптомів втоми, створення умов для якісного сну (звукоізоляція кают, контроль вібрації, затемнення), а також процедури для зміни графіків роботи у відповідь на складні погодні умови або інші фактори, що збільшують навантаження.

Комунікація на містку може бути порушена через різні фактори. Мовний бар'єр у міжнародних екіпажах є постійною проблемою, незважаючи на використання стандартної морської англійської мови. Культурні відмінності впливають на стиль комунікації, ставлення до ієрархії та готовність висловлювати незгоду.

Шум на містку, особливо в погану погоду, може фізично ускладнювати словесну комунікацію. Надмірне робоче навантаження призводить до скорочення комунікації до мінімуму, що може призвести до втрати важливої інформації. Використання стандартних фраз та процедур перевірки (readback) допомагає мінімізувати ризики непорозуміння.

Сучасні судна оснащені високоавтоматизованими системами, які можуть виконувати значну частину рутинних завдань. Однак автоматизація створює нові виклики для людини-оператора. Парадокс автоматизації полягає в тому, що чим більш надійною є автоматична система, тим менше досвіду отримують оператори в ручному управлінні, і тим складніше їм втрутитися, коли автоматика відмовляє.

У звичайних умовах автоматика знижує робоче навантаження та дозволяє екіпажу зосередитися на стратегічних завданнях. Проте в складних або нестандартних ситуаціях, коли автоматика може працювати неоптимально або відмовити, судноводій має бути готовий швидко взяти управління на себе. Підтримання практичних навичок ручного управління та розуміння принципів роботи автоматизованих систем є критично важливим.

Надмірна залежність від автоматизованих систем може призводити до зниження ситуаційної обізнаності. Коли оператор виконує функцію моніторингу замість активного управління, його увага може знижуватися, особливо під час тривалих періодів рутинної роботи. Цей стан відомий як «випадання з циклу» (out of the loop).

Ергономічний дизайн має забезпечувати, щоб автоматизовані системи підтримували, а не заміщували ситуаційну обізнаність оператора. Це включає прозоре відображення логіки роботи системи, попередження про потенційні проблеми та інтуїтивні інтерфейси для втручання людини. Тренування має включати сценарії відмови автоматики для підготовки екіпажу до критичних ситуацій.

Організаційні фактори в ергономіці, такі як недостатнє навчання, нечіткі процедури або культура безпеки компанії, також відіграють суттєву роль у виникненні аварійних ситуацій (табл.2). Це питання укомплектування екіпажу, рівня підготовки, процедур, культури безпеки та комунікації. Недостатня чисельність або підготовка екіпажу призводить до перевантаження, втоми та зростання кількості помилок, що оцінюється як високий ризик. Особлива увага приділяється культурі безпеки та комерційному тиску, які можуть стимулювати відхилення від процедур і ризиковану поведінку. Запропоновані заходи мітигації базуються на вимогах STCW, впровадженні принципів *just culture*, регулярному навчанні та стандартизації комунікацій.

Укомплектування екіпажу є базовим чинником безпеки судноплавства, оскільки недостатня чисельність персоналу неминує призводить до перевантаження, хронічної втоми та порушення режимів відпочинку. Це знижує пильність судноводія, уповільнює реакції та підвищує ймовірність помилок, особливо під час тривалих рейсів і складних навігаційних умов. Рівень навчання та підготовки визначає здатність екіпажу адекватно діяти як у штатних, так і в аварійних ситуаціях. Недостатні знання або навички унеможливають правильну інтерпретацію навігаційної інформації, ефективно

використання сучасних систем і прийняття обґрунтованих рішень, що безпосередньо загрожує безпеці судна.

Процедури управління виконують роль стандартизованого алгоритму дій. Нечіткі або застарілі процедури змушують екіпаж імпровізувати, що збільшує когнітивне навантаження та ризик несинхронізованих або помилкових рішень, особливо в умовах дефіциту часу.

Культура безпеки формує ставлення екіпажу до ризиків і правил. Слабка культура безпеки призводить до ігнорування вимог, приховування помилок і відсутності зворотного зв'язку, що унеможлиблює своєчасне виявлення та усунення небезпечних тенденцій. Комерційний тиск є одним із найнебезпечніших непрямих факторів, оскільки стимулює пріоритет швидкості та економічності над безпекою. Це може призводити до свідомого порушення процедур, перевищення швидкості або прийняття ризикованих рішень у складних умовах.

Таблиця 2 – Організаційні фактори ергономічного впливу на ефективність управління суднами у складних умовах

Фактор	Вплив на управління	Рівень ризику	Методи мітигації
Недостатня чисельність екіпажу	Перевантаження, втома, неможливість якісного відпочинку	Високий	Адекватне планування, дотримання мінімумів STCW
Недостатня підготовка	Помилки через відсутність знань і навичок	Високий	Регулярні тренінги, симуляції, сертифікація
Нечіткі або застарілі процедури	Невпевненість у діях, імпровізація	Середній	Регулярний перегляд, стандартизація, документація
Слабка культура безпеки	Приховування проблем, ігнорування правил	Високий	Just culture, лідерство менеджменту, заохочення звітності
Тиск на дотримання графіків	Ризикована поведінка, відхилення від процедур	Високий	Баланс між безпекою й ефективністю, підтримка рішень капітана
Мовні бар'єри в екіпажі	Непорозуміння, помилки в передачі інформації	Середній	Стандартна морська англійська, навчання, readback
Культурні відмінності	Конфлікти, різне розуміння ієрархії	Низький	Міжкультурні тренінги, чіткі протоколи

Мовні бар'єри в комунікації суттєво впливають на якість передачі навігаційної та оперативної інформації. Непорозуміння між членами екіпажу можуть призвести до неправильного виконання команд, затримок у реагуванні та втрати ситуаційної обізнаності. Культурні відмінності впливають на сприйняття ієрархії, ініціативності та відповідальності. За відсутності чітких протоколів це може спричинити конфлікти або небажання повідомляти про потенційні загрози, що знижує загальний рівень безпеки.

Технічні фактори ергономічного впливу відображають вплив автоматизації, надійності обладнання та впровадження нових технологій (табл.3). Надмірна залежність від автоматичних систем і їх можливі відмови створюють високий рівень ризику через втрату навичок ручного управління та неготовність екіпажу до нестандартних ситуацій. Основними методами зниження ризиків є регулярні тренування сценаріїв відмов, резервування систем та попереднє навчання персоналу.

Надмірна залежність від автоматизації знижує активну участь судоводія в процесі управління, що призводить до втрати навичок ручного керування та так званого «випадання з циклу». У разі відмови систем це різко підвищує ризик дезорієнтації та помилкових дій. Відмова автоматичних систем є критичним сценарієм, який вимагає негайного переходу до ручного управління. Неготовність екіпажу до таких ситуацій може спричинити паніку, затримки в прийнятті рішень і втрату контролю над судном.

Надійність обладнання безпосередньо визначає можливості управління судном. Технічні несправності створюють додатковий стрес, обмежують доступ до навігаційної інформації та ускладнюють виконання маневрів у складних умовах.

Інтеграція навігаційних систем є важливою для формування єдиної картини навігаційної обстановки. Конфлікти між системами або різні джерела даних без чіткої ієрархії можуть вводити судноводія в оману та призводити до неправильних рішень.

Таблиця 3 – Технічні фактори ергономічного впливу на ефективність управління суднами у складних умовах

Фактор	Вплив на управління	Рівень ризику	Методи мітигації
Надмірна залежність від автоматичних систем	«Випадання з циклу», втрата навичок ручного управління	Високий	Регулярна практика, глибоке розуміння систем, процедури відмов
Відмова автоматичних систем	Неготовність до ручного управління, паніка	Високий	Тренування сценаріїв відмов, резервні системи
Технічні несправності	Обмеження можливостей управління, додатковий стрес	Середній	Регулярне обслуговування, резервування критичних систем
Конфлікти між системами	Плутанина, помилкові рішення	Середній	Тестування інтеграції, визначення ієрархії джерел даних
Недостатнє знайомство з обладнанням	Неефективне використання, помилки	Середній	Навчання перед впровадженням, підтримка виробника

Використання нових технологій підвищує ефективність управління, проте за відсутності належного навчання може стати джерелом помилок. Нерозуміння принципів роботи систем знижує довіру до них або, навпаки, сприяє некритичному їх використанню.

Екологічні фактори ергономічного впливу на ефективність управління суднами включають погодні умови, видимість, льодову обстановку та температурні екстремуми (табл.4). Ці чинники безпосередньо впливають на фізичний і психологічний стан судноводія, підвищують рівень стресу та обмежують можливості маневрування. У більшості випадків ризик оцінюється як високий, а мітигація передбачає завчасне планування рейсу, використання технічних засобів спостереження та адаптацію режимів роботи екіпажу.

Таблиця 4 – Екологічні фактори ергономічного впливу на ефективність управління суднами у складних умовах

Фактор	Вплив на управління	Рівень ризику	Методи мітигації
Шторм, висока хвиля	Фізичне навантаження, стрес, втома, обмеження видимості	Високий	Планування маршруту, зміна графіків вахт, підготовка судна
Туман, дощ, сніг	Обмежена візуальна інформація, залежність від приладів	Високий	Радар, AIS, знижена швидкість, посилена вахта
Нічна видимість	Складність оцінки відстаней, пропуск навігаційних знаків	Середній	Додаткові засоби спостереження, адаптація зору
Льодова обстановка	Обмеження маневреності, ризик пошкодження корпусу	Високий	Льодові прогнози, льодові посилення, досвідчений екіпаж
Екстремальна жара / холод	Фізичний дискомфорт, втома, зниження когнітивних функцій	Середній	Клімат-контроль, відповідний одяг, адаптація режиму

Погодні умови є одним із ключових зовнішніх чинників, що суттєво ускладнюють процес управління судном і безпосередньо впливають на надійність прийняття навігаційних рішень. Сильний вітер, хвилювання, опади та тумани підвищують фізичне навантаження на екіпаж, ускладнюють утримання курсу й швидкості, а також спричиняють постійне нервово-емоційне напруження. У штормових умовах динамічний вплив хвиль і поривів вітру різко зменшує запас стійкості системи «людина – судно», тому навіть незначні помилки в керуванні або затримка з реакцією можуть призвести до серйозних аварійних наслідків.

Обмежена видимість, спричинена туманом, дощем, снігопадом або сильними опадами, змушує судноводія покладатися переважно на приладову інформацію — радіолокаційні станції, AIS, електронні картографічні системи. Це суттєво підвищує когнітивне навантаження, оскільки вимагає одночасної обробки великого обсягу абстрактних даних, їх інтерпретації та постійного зіставлення з реальною навігаційною обстановкою. Зростає залежність від технічних систем, а будь-які збої або помилки в їх роботі можуть мати критичні наслідки, особливо за одночасної дії інших ризикових факторів, таких як інтенсивний рух або обмежений простір для маневру.

Нічна навігація додатково ускладнює оцінку відстаней, швидкостей і взаємного положення суден через обмежені можливості зорового сприйняття. Світлові сигнали, навігаційні знаки та вогні інших суден можуть спотворюватися або зливатися з фоновим освітленням, що підвищує ризик їх несвоєчасного виявлення. У таких умовах від судноводія вимагається підвищена концентрація, стійка увага та здатність до адаптації зорового аналізатора, а також чітка взаємодія між членами вахти.

Льодові умови істотно обмежують маневреність судна, збільшують гальмівний шлях і створюють реальну загрозу пошкодження корпусу, гвинто-рульового комплексу та допоміжних механізмів. Управління судном у льодах потребує спеціальних навичок, точного дотримання рекомендацій льодової проводки та постійного прогнозування розвитку ситуації. За відсутності належної підготовки екіпажу або технічної готовності судна рівень ризику різко зростає.

Екстремальні температури, як низькі, так і високі, негативно впливають на фізичний стан і когнітивні функції судноводія. Переохолодження або перегрів призводять до швидкого настання втоми, зниження швидкості реакцій, погіршення концентрації уваги та зростання ймовірності помилок. У поєднанні з тривалими вахтами та складними погодними умовами це створює додаткову загрозу безпеці судноплавства та підкреслює важливість раціональної організації праці й відпочинку екіпажу.

Операційні фактори ергономічного впливу на ефективність управління суднами характеризують умови виконання судових операцій, зокрема інтенсивність руху, плавання у вузькостях, часовий тиск, тип вантажу та тривалість рейсу (табл.5). Високе навантаження в щільному трафіку або обмежених водах значно підвищує ризик аварійних ситуацій і потребує посиленої командної взаємодії, участі лоцманів та ретельного планування.

Інтенсивність судноплавного руху істотно ускладнює процес управління судном, оскільки вахтовому персоналу необхідно одночасно відстежувати дії численних суден, навігаційні обмеження, сигнали засобів управління рухом та змінні гідрометеорологічні умови. Така багатозадачність різко підвищує робоче навантаження, зменшує час на аналіз обстановки й прийняття зважених рішень, що, у свою чергу, суттєво підвищує ймовірність навігаційних помилок і зіткнень.

Плавання у вузькостях (протоках, каналах, фарватерах) є одним із найбільш напружених і стресових режимів судноводіння. Обмежена ширина акваторії, близькість берегів, наявність гідротехнічних споруд і щільний рух практично не залишають резерву для маневру. Навіть незначні відхилення курсу або затримка з виконанням команди можуть призвести до аварійної ситуації, що потребує від екіпажу максимальної концентрації, злагодженості дій та високого рівня професійної підготовки.

Часовий тиск під час виконання маневрів, особливо в умовах інтенсивного руху або обмеженої видимості, додатково ускладнює процес прийняття рішень. Необхідність діяти швидко часто змушує судноводія покладатися на інтуїцію та попередній досвід, скорочуючи етапи аналізу альтернатив і прогнозування наслідків. Це підвищує ризик поспішних або неповністю обґрунтованих рішень, які можуть не врахувати всі елементи навігаційної обстановки.

Таблиця 5 – Операційні фактори ергономічного впливу на ефективність управління суднами у складних умовах

Фактор	Вплив на управління	Рівень ризику	Методи мітигації
Щільний трафік суден	Високе навантаження, робоче зіткнення, загрози	Високий	Планування маршруту, VTS, командна робота
Обмежені води, вузькі проходи	Обмежена маневреність, високий стрес	Високий	Ретельне планування, лоцманська проводка, додаткова вахта
Маневри в обмежений час	Часовий тиск, ризик поспішних рішень	Середній	Планування, ефективна комунікація, пріоритет безпеки
Небезпечні вантажі	Додаткова відповідальність, стрес	Середній	Спеціальне навчання, процедури, контроль стану
Довгі рейси без заходу в порти	Психологічна втома, монотонність, ізоляція	Середній	Психологічна підтримка, зв'язок з родиною, організація дозвілля

Тип вантажу також істотно впливає на психологічний стан екіпажу. Перевезення небезпечних, токсичних або вибухонебезпечних вантажів значно підвищує рівень відповідальності, оскільки будь-яка аварія може мати тяжкі екологічні, економічні та соціальні наслідки. Усвідомлення потенційної небезпеки посилює нервово-емоційне напруження, що за тривалого впливу може негативно позначатися на стійкості уваги та якості управлінських рішень.

Тривалість рейсу є важливим чинником, що впливає на психоемоційний стан екіпажу. Довготривале перебування в замкненому просторі, обмежене соціальне спілкування, одноманітність роботи та порушення режимів відпочинку сприяють накопиченню втоми й відчуттю ізоляції. З часом це призводить до зниження рівня уваги, уповільнення реакцій і ослаблення мотивації, що безпосередньо впливає на безпеку судноплавства та ефективність управління судном.

Загалом ергономічні фактори комплексний підхід до оцінки ризиків у судноплавстві, підкреслюючи взаємозв'язок між людським фактором, технічними засобами та зовнішнім середовищем. Запропоновані методи мітигації спрямовані на зниження ймовірності помилок, підвищення стійкості систем управління та забезпечення пріоритету безпеки над комерційними чинниками.

**Висновки.** Ергономічні фактори відіграють вирішальну роль у забезпеченні безпеки судноплавства та вимагають системного підходу, який враховує взаємозв'язок між проектуванням містка, організацією вахтової служби, управлінням втомою екіпажу та впливом зовнішніх факторів. Ефективний підхід до мінімізації ризиків, пов'язаних із людським фактором, вимагає інтеграції ергономічних принципів на всіх рівнях – від проектування обладнання містка до організації роботи компанії. Це включає оптимізацію робочого середовища, управління втомою, розвиток навичок командної роботи, адекватне навчання та створення культури безпеки.

Ергономічне проектування містка згідно з міжнародними стандартами є фундаментальним фактором безпеки, що безпосередньо впливає на швидкість реакції, точність дій та ситуаційну обізнаність судноводія, особливо в умовах множинних стресових факторів. Екстремальні погодні умови та операційні фактори суттєво підвищують робоче навантаження і вимагають ретельного планування, використання VTS, залучення лоцманів та пріоритету безпеки над комерційними міркуваннями. Ефективна комунікація на містку, відкрита культура повідомлення про помилки, подолання мовних бар'єрів у змішаних екіпажах та командна взаємодія є критично важливими для запобігання аваріям. Впровадження сучасних навігаційних технологій створює нові можливості для підвищення безпеки, але потребує балансу між автоматизацією та збереженням навичок ручного управління. Забезпечення ергономічної безпеки є морально-етичним імперативом морської індустрії

*Vasylenko V. M., Dembroych O. O., Kolomiets T., Kukalets L. M.*

## THE IMPACT OF ERGONOMIC FACTORS OF NAVIGATION SAFETY ON SHIP HANDLING IN CHALLENGING CONDITIONS

The article is devoted to a comprehensive study of ergonomic factors in the operation of marine vessels under challenging navigational conditions. The influence of ergonomic factors on navigation safety is examined, including the design of workplaces, organization of watchkeeping, crew fatigue management, and the impact of extreme weather conditions. The main factors affecting the effectiveness of ship handling in complex conditions are systematized. Risk mitigation methods aimed at enhancing maritime safety through optimization of the working environment, personnel training, and the implementation of modern navigation technologies are proposed.

**Keywords:** maritime ergonomics, navigation safety, human factor, ship handling, crew fatigue, bridge design, navigation systems, risk management.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Міжнародна конвенція про стандарти навчання, сертифікації та вахти моряків (STCW), 1978 (з поправками). Лондон: Міжнародна морська організація, 2017. URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/STCW-Conv-LINK.aspx>
2. Міжнародна конвенція про безпеку життя на морі (SOLAS), 1974 (з поправками). Лондон: Міжнародна морська організація, 2020. URL: [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)
3. Міжнародний кодекс управління безпекою (ISM). Міжнародний кодекс управління для безпечної експлуатації суден та запобігання забрудненню. Лондон: Міжнародна морська організація, 2018. URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/ISMCode.aspx>
4. ISO 8468:2007. Кораблі та морські технології. Планування містка корабля та відповідне обладнання. Вимоги та рекомендації. Женева: Міжнародна організація зі стандартизації, 2007. 28 с. URL: <https://www.iso.org/standard/43040.html>
5. European Maritime Safety Agency (EMSA). Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2024. Lisbon : EMSA, 2024. 126 p. URL: <https://www.emsa.europa.eu>
6. Allianz Global Corporate & Specialty. Safety and Shipping Review 2024. Munich : Allianz, 2024. 56 p. URL: <https://www.agcs.allianz.com>
7. Oldenburg M., Jensen H.-J. Stress and strain among seafarers related to the occupational groups. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019. Vol. 16, No. 7. Article 1153. DOI: 10.3390/ijerph16071153.
8. Бичковський Ю. В. Організація управління судном (Частина 2) : конспект лекцій. Одеса : ОНМУ, 2024. 124 с. URL: <http://rp.onmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/3823> (дата звернення: 13.12.2025).
9. Костиця О. В. Професійно важливі якості судноводіїв як передумова безпеки мореплавства. Прикарпатський юридичний вісник. 2020. Вип. 4, Т. 2. С. 122-126. URL: [http://pjuv.nuoua.od.ua/v4\\_2020/24.pdf](http://pjuv.nuoua.od.ua/v4_2020/24.pdf) (дата звернення: 13.12.2025).