

УДК 656.6

О. М. МЕЛЬНИК^{1*}

^{1*} Кафедра «Судноводіння і морська безпека», ДЗВО «Одеський національний морський університет», вул. Мечникова 34, м. Одеса, 65029, Україна, тел. +38 (066) 660 63 90, ел. пошта: m.onmu@ukr.net, ORCID 0000-0001-9228-8459

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРУ ЛЮДИНИ НА ЕРГАТИЧНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ

Мета. В даній статті досліджується процес взаємодії роль та ступінь впливу фактору людини на ергатичні системи управління на транспорті. Проводиться аналіз людського фактору, його складових в процесі управління у водних транспортних системах та вплив технічних систем на діяльність людей. Основна увага зосереджується на вивченні ролі та взаємозв'язку між людським фактором і ергатичними системами управління, такими як автоматизовані системи, інтелектуальні транспортні системи та інші технологічні рішення, що застосовуються у водному транспорті. **Методи дослідження.** В дослідженні використані метод аналізу та синтезу на основі літературного сюрвею, квалітативний метод, збір та аналіз даних, що дозволяє оцінити і якісно описати вплив людського фактору на ергатичні системи управління, зокрема досліджується, як ці системи впливають на взаємодію людей та ергатичних систем в процесом виконання рутинних операцій на судні, процесах прийняття рішень, роботу операторів і користувачів транспортних послуг. Стаття базується на аналізі наукових досліджень, включаючи психологічні, соціологічні та інженерні аспекти взаємодії між людиною і ергатичними системами управління. **Результати.** Виявлення та оцінка основних факторів впливу фактору людини на ергатичні системи. Проведений аналіз дає можливість зрозуміти також як впливають технічні інновації на роль людського фактору у транспортному секторі. **Наукова новизна.** Новизна даної статті полягає у комбінації дослідження впливу людського фактору на ергатичні системи управління на транспорті та аналізу різних аспектів цієї взаємодії. **Практична значимість.** Викладений матеріал має значний практичний внесок, оскільки надає важливі рекомендації щодо покращення процесу взаємодії між фактором людини і ергатичними системами управління на транспорті.

Ключові слова: людський фактор, ергатичні системи управління, транспортні системи, прийняття рішень, ефективність роботи судна, технічні аспекти, взаємодія між людиною та технологією, безпека транспорту

Вступ

В останні десятиліття людство досягло значних проривів у галузі технологій, енергетики та інформаційних ресурсів, що вплинуло на здатність людей адаптуватися до сучасного середовища. Технологічний прогрес і доступ до величезних енергетичних ресурсів дозволили нам поліпшити умови життя, збільшити продуктивність і скоротити фізичну працю. Ми розробили безліч технічних засобів, які значно полегшують нашу роботу і покращують нашу ефективність. Однак, хоча технологічні інновації та ресурси мають важливе значення для адаптації людини до сучасного середовища, генетичні аспекти також залишаються важливими. Людське тіло і мозок все ще залишаються результатом еволюції, і їхні генетичні схильності та фізіологія впливають на здатність адаптуватися до навколишнього середовища. Це дає змогу констатувати, що сучасне суспільство прагне досягати адаптації до середовища за допомогою комбінації генетичних і технічних засобів. Технології та ресурси надають інструменти для подолання

обмежень, але ефективна адаптація потребує гармонійної взаємодії та врахування як генетичних, так і технічних чинників.

Аналіз останніх публікацій та досліджень

Вивченню проблем впливу людського фактору ергатичні системи на транспорті присвячена низка наукових праць. В статті [1] обговорюється важливість мінімізації впливу людського фактору на безпеку на транспорті, де ергатична система має переважну людську складову. У [2] обговорюється поняття людського фактору в транспортній безпеці, який залежить від соціально-психологічної складової персоналу. Визначено причини значного впливу людського фактору у сфері автомобільного транспорту та шляхи вирішення проблеми транспортної безпеки шляхом забезпечення якості транспортного засобу та основних фізіологічних і соціально-психологічних характеристик водія. У [3] зазначається, що дослідження аварійності на транспорті однозначно вказують на людський фактор як найбільш відповідальний за

спричинення небезпечних ситуацій. В науковій праці [4] представлено узагальнену модель впливу людського фактору на ергатичні системи навігації в контексті морських транспортних систем. Стаття [5] обговорюється людський фактор в сучасних транспортних системах, які зазнають величезних змін з появою інтелектуальних транспортних систем (ІТС). У статтях [6, 7] досліджується вплив фактору стресу на систему забезпечення безпеки мореплавства. Автори аналізують роль стресових ситуацій на борту судна і розглядають можливості їх впливу на діяльність моряків та безпеку плавання, досліджується роль та місце людського елемента у ситуаціях навалу або зіткнення судна з причалом. У [8] проведено аналіз факторів ергатичної системи, що впливають на безпеку працівників гірничої промисловості в Україні. Робота [9] зосереджена на вивченні міжнародної торгівлі та судноплавства, ймовірно з аналізом взаємодії транспортних систем у цих галузях. В науковій праці [10] досліджується питання інструментального керування ергатичною системою в авіаційній сфері.

Таким чином проведені дослідження підкреслюють необхідність всебічного врахування фактору людини в ергатичних системах управління при розробці стратегій, політик та систем безпеки мореплавства з метою підвищення ефективності морських перевезень та запобігання можливим інцидентам.

Основний матеріал

Автоматизовані системи, інтелектуальні транспортні системи та інші технологічні рішення, що застосовуються у транспорті, представляють собою сучасні інноваційні розробки, які впроваджуються з метою покращення ефективності, безпеки та комфорту виконання виробничих завдань в транспортній галузі.

Автоматизовані системи включають автоматичні контрольні та управлінські системи, які виконують функції без участі людини, забезпечуючи автоматичне керування рухом транспортних засобів, розподіл ресурсів, моніторинг систем безпеки та інше. Наприклад, інтелектуальні транспортні системи (ІТС) базуються на застосуванні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та аналізу даних для покращення організації транспортних послуг. ІТС можуть включати системи моніторингу руху, навігації, управління операціями, електронного обліку, інформаційні системи для пасажирів та багато іншого.

Технологічні рішення включають в себе

різноманітні інноваційні технології, які використовуються для покращення ефективності та функціональності транспортних систем. Це можуть бути електромобілі, системи автоматичного керування рухом судна, сенсорні технології, системи енергоефективності та інші. Застосування таких автоматизованих систем, інтелектуальних транспортних систем та інших технологічних рішень сприяє покращенню безпеки, зменшенню транспортних заторів, оптимізації використання ресурсів та забезпеченню більш комфортного та сталого транспортного середовища.

Процес забезпечення належної взаємодії між людиною та системою управління має на меті досягнення безпеки та ефективності в процесі експлуатації судна. Цей процес включає в себе розуміння та врахування потреб, здібностей та обмежень людей, а також вплив ергатичних систем на їх стан та поведінку. Для досягнення належного ступеня взаємодії, можуть використовуватись різні підходи, такі як розробка програмних інтерфейсів, навчання та спеціальна підготовка, а головне це врахування людського фактору при проектуванні ергатичних систем, включаючи забезпечення ефективної комунікації та співпраці між учасниками всього процесу управління.

Ергатичні системи управління це такі системи, в яких людина виконує фізичні дії, наприклад, користування приладами, натискання на кнопки, рухи руками, тощо. Ці системи можуть бути використані в будь-якій області, де людина взаємодіє з технікою і має виконувати роботу, пов'язану з фізичними діями. Наприклад в контексті процесу організації праці на борту сучасного судна, ергатичні системи управління включають у себе, палубні механізми, рульові пристрої, лебідки, крани, системи, важелі, тощо. Тобто ергатичний аспект у рутинних операціях судна охоплює всі процеси, пов'язані з фізичними навантаженнями на екіпаж та робоче середовище на судні включаючи такі компоненти, як вантажні операції, підтримання робочого стану обладнання на борту, робота з апаратами, пристроями, приладами тощо та пов'язана з фізичним, психологічним та ергономічним аспектами праці екіпажу та впливом цих аспектів на безпеку судна (рис.1).

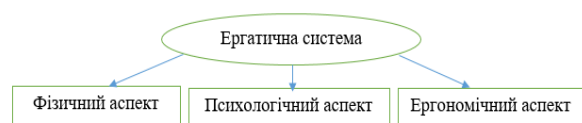


Рис. 1. Аспекти ергатичної системи управління

Фізичний аспект ергатичної системи включає в себе аспекти безпеки, пов'язані з розташуванням та розподілом систем, обладнання, пристроїв, механізмів та матеріалів на судні, виконанням вантажних операцій, контролем за судном і маневруванням, моніторинг систем та робочих параметрів та іншими фізичними аспектами, які можуть вплинути на здоров'я та безпеку екіпажу, судна та вантажу. Наприклад, неправильне завантаження судна або розташування вантажу може призвести до виникнення небезпечного крену або перекидання судна, а некоректне використання обладнання - до аварійних ситуацій, травм або навіть загибелі члену екіпажу.

Психологічний аспект ергатичної системи відповідно пов'язаний з психологічними аспектами праці екіпажу, такими як стрес, втома, депресія, соціальна ізоляція та інші фактори, які можуть вплинути на роботу та процес прийняття рішень з боку екіпажу. Наприклад, підвищена втома екіпажу може призвести до неправильних рішень, що в свою чергу може стати причиною аварій та інцидентів. Тому з метою зменшення ризику негативних факторів впливу на безпеку судна, судовласники та оператори флоту проводять аналіз факторів ризику та розробляють стратегії та процедури з метою покращення умов праці екіпажу. До таких стратегій можуть входити розробка програм забезпечення відпочинку екіпажу, правильної організації робочих місць та обладнання, проведення психологічних тренінгів та навчань для екіпажу.

Крім того особливе місце займає ергономічний аспект який пов'язаний з адаптацією працівників до умов роботи на судні та забезпеченням їхньої безпеки під час виконання робіт. Це включає організацію робочих місць, використання ергономічних засобів захисту, раціональне розміщення обладнання на борту, а також навчання членів екіпажу правильному використанню обладнання, запобігання надмірному фізичному перевантаженню та травмам в процесі виконання робіт через використання безпечних методів роботи, належне навчання та тренування персоналу, застосування захисних засобів та організацію регулярного медичного обстеження. Наприклад, на судні створюються ергономічні робочі атмосфери, зручності для членів команди навігаційного містка, щоб забезпечити зручність та безпеку під час тривалої роботи при постійно змінних умовах. Також можуть використовуватися ергономічні засоби захисту, такі як рукавиці або наколінники, для захисту від травм та інших небезпек.

Забезпечення ергономічної безпеки на судні важливо не лише для збереження здоров'я та безпеки моряків, але й для забезпечення ефективності їх роботи. Недостатня увага до ергономічної безпеки може призвести до зниження продуктивності, збільшення витрат на лікування працівників та компенсації шкоди, заподіяної через травми або захворювання, а також до зниження якості та безпеки роботи на судні в цілому.

Слід додати що ергономіка включає в себе проектування інтерфейсу між людиною та технічним пристроєм, що дозволяє забезпечити ефективність та комфортність такої взаємодії а ергатика включає в себе вивчення фізичних та психологічних процесів, що відбуваються в організмі людини під час виконання різних фізичних робіт, з метою забезпечення безпеки та здоров'я людини в процесі роботи.

Аналіз ролі людського фактору та ступеня його впливу на процес управління на транспорті підкреслює важливість розробки стратегій управління людськими ресурсами та врахування при цьому факторів які впливають на процес прийняття рішень, рівень співпраці між членами екіпажу та загальну ефективність роботи на судні:

- Когнітивні фактори, які включають когнітивні процеси, такі як сприйняття, увага, пам'ять, мислення та прийняття рішень. Індивідуальні відмінності у когнітивних здібностях можуть впливати на здатність людини адаптуватися до нових ситуацій, аналізувати інформацію та приймати швидкі та точні рішення.
- Соціальні фактори які характеризуються взаємодією та співпрацею між членами екіпажу можуть бути під впливом соціальних факторів, таких як комунікація, лідерство, конфлікти та довіра. Ефективна комунікація та співпраця можуть покращити координацію дій, забезпечити взаємопідтримку та зменшити можливі помилки.
- Стресові фактори, адже робота на суднах може бути пов'язана зі стресом, особливо в ситуаціях віддаленості від берегу, великого обсягу роботи, підвищеної небезпеки або в умовах високої відповідальності. Стрес може впливати на увагу, прийняття рішень та здатність до виконання завдань.
- Технічні фактори впливають на взаємодію між людиною та ергатичними системами управління на транспорті і мають значний вплив на процес управління судном. Серед технічних факторів можуть бути дизайн інтерфейсу, доступність інформації, надійність систем та рівень їх

оснащеності.

Результати аналізу ролі людського фактору та його впливу на процеси управління на транспорті представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Аналіз ролі людського фактору та ступеня його впливу на процеси управління

Фактор	Характеристика
Компетентність та навички членів екіпажу	Кваліфікація, досвід та навички моряків мають прямий вплив на безпеку та ефективність морських перевезень. Недостатня підготовка членів екіпажу може призвести до помилок у маневруванні судна, неправильного використання навігаційних приладів або неправильної реакції на надзвичайні ситуації. Тому важливо мати ефективну систему набуття і підтримки навичок моряків, включаючи навчання, тренування та сертифікацію.
Рішення капітана та посадових осіб	Рішення, прийняті капітаном та членами екіпажу судна, мають великий вплив на безпеку та результативність усіх операцій на борту. Вони повинні ґрунтуватись на аналізі інформації про стан погоди, трафік, навігаційні небезпеки та інші фактори, що можуть впливати на безпеку експлуатації судна, маршруту переходу, швидкості, режиму руху та безпекових заходів.
Співробітництво та комунікація	Ефективне співробітництво та комунікація між різними учасниками процесу морського транспортування вантажів, є необхідними для координації дій та інформаційного обміну. Обмежене спілкування або непорозуміння в комунікації можуть призвести до помилок, збоїв та затримок в транспортних процесах.
Вплив фізичних та психологічних факторів	Фізичний та психологічний стан членів екіпажу може впливати на їхню працездатність та прийняття рішень. Недостатня фізична підготовка, втома, стрес або недостатня концентрація уваги можуть знизити ефективність та безпеку морських перевезень. Тому важливо забезпечувати оптимальні умови праці та відпочинку для членів екіпажу, а також проводити відповідний медичний контроль.
Законодавство та регуляторні вимоги	Законодавство та регуляторні вимоги визначають стандарти та правила, яких необхідно дотримуватися на морському транспорті. Вони включають вимоги до кваліфікації моряків, безпекові стандарти, процедури навігації та комунікації, а також правила взаємодії з іншими суднами та водними об'єктами.

Врахування цих закономірностей впливу фактора людини на морські транспортні процеси сприяє покращенню безпеки та ефективності морських перевезень. Додатково навчання та тренування моряків, забезпечення фізичного та психологічного благополуччя екіпажу, розробка ефективних систем зв'язку та комунікації, а також виконання вимог законодавства та регуляторних стандартів є важливими напрямками розвитку морського транспорту. Людський фактор і ергатичні системи управління взаємопов'язані у багатьох аспектах. Ергономіка та психологія праці є ключовими факторами, які впливають на використання ергатичних систем управління. Наприклад, недостатнє знання або розуміння роботи системи може призвести до неправильного використання або неправильної інтерпретації даних, що може призвести до небезпеки для судна і екіпажу. Деякі приклади включають неправильне розташування інтерфейсів, невідповідність між системою та користувачем, складність використання та недостатню чіткість та доступність інформації. З іншого боку, добре спроектована та пристосована до потреб користувача система може зменшити ризики виникнення помилок та збільшити продуктивність екіпажу.

Дослідження принципів взаємодії та впливу людського фактору на ергатичні системи управління на транспорті продемонструвало значну роль цього фактору в підвищенні ефективності, забезпеченні безпеки та оптимізації роботи судна. Результати досліджень підкреслюють ключові аспекти, які слід враховувати в контексті взаємодії між людиною та ергатичними системами управління, що дають змогу визначити три складові, а саме вивчення взаємодії між людським фактором та ергатичними системами (1), виявлення сильних та слабких сторін людського фактору та ергатичних систем (2), та розробка оптимальних рішень для покращення процесів роботи та ефективного використання технологій, як представлено у табл. 2.

Крім того, постійне вдосконалення технологій, які полегшують роботу екіпажів морських суден та підвищують безпеку, також має велике значення. Наприклад, впровадження автоматизованих систем управління судном, використання сучасних навігаційних та комунікаційних технологій, застосування систем відеоспостереження та дистанційного моніторингу можуть покращити контроль над судном і допомогти уникнути непередбачуваних ситуацій.

Оптимізація взаємодії людського фактору та ергатичних систем управління

Складові взаємодії людини і ергатичної системи		
1	2	3
Оптимізація роботи	Вивчення взаємодії допомагає виявити сильні та слабкі сторони людського фактору та ергатичних систем.	На основі цих даних можна розробити оптимальні рішення, щоб покращити процеси роботи та забезпечити більш ефективне використання технологій.
Покращення ефективності	Розуміння, як люди взаємодіють з технологіями, дозволяє виявити можливості для покращення продуктивності.	Наприклад, розробка інтерфейсів та систем, що враховують людські особливості, може сприяти більш ефективному використанню технологій та скороченню часу на виконання завдань.
Забезпечення безпеки	Враховання взаємодії між людьми і технологіями допомагає виявити потенційні ризики та проблеми, пов'язані з безпекою мореплавства	Це дає змогу розробити заходи та системи, що забезпечують безпеку членів екіпажу, уникнення аварій та помилок
Присутсування технологій	Розуміння взаємодії між людьми і технологіями допомагає створити більш зручні та ергономічні системи.	Це означає, що технології можуть бути розроблені з урахуванням індивідуальних потреб, навичок і можливостей операторів
Удосконалення дизайну інтерфейсу	Розуміння потреб та характеристик операторів дозволяє розробити інтуїтивно зрозумілі та легкі у використанні інтерфейси	Це сприяє покращенню комунікації між операторами та технологіями, зниженню помилок та підвищенню ефективності використання
Розвиток спеціалізованих навичок	Вивчення взаємодії допомагає ідентифікувати необхідні навички для ефективного використання ергатичних систем	Це може включати навчання персоналу, розвиток спеціалізованих компетенцій та забезпечення доступу до навчальних ресурсів
Враховання службових та етичних аспектів	Вивчення взаємодії допомагає зрозуміти службові та етичні вимоги щодо використання ергатичних систем.	Це включає питання конфіденційності даних, розподілу повноважень та відповідальності, а також впливу технологій на судноплавство
Підтримка розвитку	Вивчення принципів взаємодії може допомогти виявити можливості для впровадження сталих практик у використанні технологій	Це може включати зменшення енергоспоживання, оптимізацію маршрутів, покращення екологічної ефективності водного транспорту та інші заходи

Взаємодія між людським фактором і ергатичними системами відіграє важливу роль у різних аспектах життя, включаючи транспорт, медицину, інформаційні технології та інші галузі. Люди використовують ергатичні системи для полегшення роботи, підвищення продуктивності, забезпечення безпеки та виконання складних завдань. Ергатичні системи включають в себе різноманітні технічні рішення, автоматизовані системи, інтелектуальні системи, робототехніку та інші технології. Проте важливо зберігати баланс між ергатичними системами і людським фактором адже як відомо він включає в себе здібності, навички, знання, мотивацію, сприйняття та інші аспекти поведінки людини тому занадто велике покладання на автоматизацію та технології може призвести до втрати контролю, помилок та інших негативних наслідків що притаманно людині. Потрібно забезпечувати адекватну взаємодію, враховуючи особливості і потреби людей, а також гармонійно інтегрувати технологічні рішення в людські дії та процеси. Оскільки системи управління на судах безпосередньо пов'язані з взаємодією людини з технікою та виконанням фізичної роботи, ергономічні та ергатичні аспекти є важливими для забезпечення безпеки та ефективності роботи на судні.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

- Klymenko, V.V. & Novalska, N.I. & Lozova, G.M.. (2022). Вплив людського фактору на забезпечення стабільності та надійності транспортно-логістичних систем під час російсько-української війни. *Transport development*. 166-178. 10.33082/td.2022.3-14.12.
- Nosov, Pavlo & Zinchenko, s & Prokopchuk, Yurii & Popovych, Ihor & I., Litovchenko. (2021). Influence human factor on safety's planning route of water transport. 1. 57-69. 10.33815/2313-4763.2021.1.24.057-070.
- Bęczkowska SA, Grabarek I. The Importance of the Human Factor in Safety for the Transport of Dangerous Goods. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jul 15;18(14):7525. doi: 10.3390/ijerph18147525. PMID: 34299976; PMCID: PMC8305933.
- Nosov, Pavlo & Zinchenko, s & ben, Andrii & Prokopchuk, Yurii & Mamenko, P. & Popovych, Ihor & Moiseienko, Vladyslav & Kruglyj, Dmytro. (2021). Navigation Safety Control System Development through Navigator Action Prediction by Data Mining Means. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2. 55 - 68. 10.15587/1729-4061.2021.229237.
- Noy YI. Human factors in modern traffic systems. *Ergonomics*. 1997 Oct;40(10):1016-24. doi: 10.1080/001401397187577. PMID: 9339139.

6. Мельник О.М. Врахування фактору стресу у системі забезпечення безпеки мореплавства / О.М. Мельник, Ю.В. Бичковський // Вчені записки ТНУ ім. Вернадського. Технічні науки. – 2021. – 32(71) № 4 – С. 260-264. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.4/39>

7. Бичковський Ю.В., Мельник О.М. (2022). Роль та місце людського елемента у ситуації навалу або зіткнення судна з причалом. Вчені записки ТНУ ім. Вернадського. Технічні науки 33(72) № 1 – С. 270 – 276. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.1/413>.

8. Gogo, Volodymyr & Kobylansky, Boris. (2020). Analysis of ergatic system factors of occupational miners safety of Ukraine. Journal of Donetsk mining institute. 194-205. 10.31474/1999-981x-2020-2-194-205.

9. Lun, Y.H. & Lai, Kee-hung & Cheng, T. & Yang, Dong. (2023). International Trade and Shipping. 10.1007/978-3-031-26090-2_1.

10. Kurdel, Pavol & Labun, Ján & Adamčík, F.. (2014). Instrumental control of avionic ergatic system. 1. 219-226.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Онищенко О.А. (Україна)

Надійшла до редколегії 18.04.2023.

Прийнята до друку 02.05.2023.

O. MELNYK

STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN HUMAN FACTORS AND ERGATIC MANAGEMENT SYSTEMS IN TRANSPORTATION

Purpose. This article investigates the process of interaction between the role and degree of influence of the human factor on the ergonomic control systems in transport. The human factor, its components in the process of management in water transport systems and the impact of technical systems on human activity are analyzed. The main focus is on studying the role and relationship between the human factor and ergatic control systems, such as automated systems, intelligent transport systems and other technological solutions used in water transport. **Research methods.** The study uses the method of analysis and synthesis based on the literature survey, the qualitative method, data collection and analysis, which allows to assess and qualitatively describe the impact of the human factor on ergatic control systems, in particular, how these systems affect the interaction of people and ergatic systems in the process of performing routine operations on the ship, decision-making processes, the work of operators and users of transport services. The article is based on an analysis of scientific research, including psychological, sociological and engineering aspects of the interaction between humans and ergonomic control systems. **Results.** Identification and evaluation of the main factors of human influence on ergatic systems. The analysis also makes it possible to understand how technical innovations affect the role of the human factor in the transport sector. **Scientific novelty.** The novelty of this article lies in the combination of studying the impact of the human factor on the ergatic control systems in transport and analyzing various aspects of this interaction. **Practical relevance.** The presented material has a significant practical contribution, as it provides important recommendations for improving the process of interaction between the human factor and ergonomic control systems in transport.

Keywords: human factor, ergatic control systems, transport systems, decision-making, ship efficiency, technical aspects, interaction between man-technology interaction, transport safety.