

**Петренко О.І.**

Державний університет інфраструктури та технологій

## ПРИНЦИПИ ЕРГОНОМІЧНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НА ТРАНСПОРТІ

У статті досліджуються принципи ергономічної організації технологічних процесів перевезення на транспорті, які спрямовані на збереження здоров'я працівника та забезпечення якомога комфортних умов роботи. Доведено, що підвищення ефективності технологічних процесів забезпечується за умов дотримання принципів ергономіки на всіх ланках та побудові діяльності з урахуванням ергономічних вимог до техніки й організації праці. Здійснено аналіз теоретичного базису ергономічного забезпечення організації перевезень та відзначено, що такі процеси виходять з антропоцентричної концепції та передбачають застосування системного підходу до функціональної діяльності людини, що дозволяє узгодити внутрішні (психічний стан, процеси, емоції) і зовнішні (транспортний засіб, рух) аспекти. Методологічним базисом для такого узгодження виступає організмичний підхід. Встановлено, що технологічні процеси перевезень відбуваються при безпосередній взаємодії транспортних засобів і людини в умовах середовища руху, утворюючи систему «людина – техніка – середовище». Охарактеризовано принципи, дотримання яких уможливило підвищення ефективності виконання операцій. Акцентовано увагу на тому, що організація технологічних процесів перевезення з використанням принципів ергономіки спрямована на підвищення ефективності системи «людина – машина – дорожній рух – природне середовище». Запропоновано модель ергономічної організації технологічних процесів перевезення. Акцентовано увагу на її комплексності. Доведено, що найважливішими складовими при цьому виступають: проектування ергономічного робочого місця (з врахуванням антропометричних, біомеханічних та психофізіологічних властивостей людини, психічних особливостей, оперативного простору для технологічних операцій); місць для пасажирів; формування системи заходів, спрямованих на безпечність праці та дорожнього руху; забезпечення умов для розвитку особистості в процесі роботи. Це спрямовано на досягнення певних ефектів (соціального, технічного, економічного та естетичного), збереження здоров'я працівника та забезпечення якомога безпечних умов праці та руху на дорозі.

**Ключові слова:** ергономіка; принципи ергономіки; система; технологічні процеси; перевезення; транспорт.

**Постановка проблеми.** Транспорт є однією з найважливіших галузей національної економіки, яка, здійснюючи вантажні та пасажирські перевезення, забезпечує зв'язки між підприємствами, регіонами та країнами, виступає активним учасником глобальних інтеграційних процесів.

Слід констатувати, що галузь охоплює значний соціальний сегмент працюючих. Але діяльність, яка пов'язана з процесами перевезення та виконанням більшості технологічних операцій, характеризується потенційними небезпеками для життя і здоров'я, що обумовлено ризиками на дорозі, наявністю великої кількості одноманітних стереотипних рухів з додаванням значних фізичних зусиль, травмонебезпечними позами тулуба при виконанні функціональної діяльності тощо.

Так, за даними Державної служби України з питань праці спостерігається зростання динаміки кількості травматичних та смертельних випадків, а також професійних захворювань у галузі транспорту та логістики. За даними 2021 року – 395

випадків (майже 6% від загальної кількості), що на 51 більше, ніж у минулому році; 26,4% випадків сталися через психофізичні, техногенні, природні, та технічні причини [1].

Зазначимо, що технологічні процеси перевезень відбуваються при безпосередній взаємодії транспортних засобів і водія в умовах середовища руху, утворюючи систему «людина – техніка – середовище». Підвищення їх ефективності можна забезпечити за умов дотримання певних ергономічних принципів на всіх ланках та побудові діяльності з урахуванням ергономічних вимог до техніки й організації праці, що дозволить узгодити показники фізичного середовища на транспорті з психофізіологічними можливостями й особливостями людини, оптимізувати інтенсивність людської праці при виконанні технологічних операцій, підвищити ефективність та якість, мінімізувати фізичні і моральні непродуктивні витрати, а також створити необхідні умови для збереження здоров'я

і розвитку особистості. Це обумовлює актуальність даного дослідження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми забезпечення високої працездатності і безпеки робітників у різних галузях; вивчення антропометричних, психофізіологічних, сенсорних характеристик людини з метою оптимальної організації технологічних процесів задля мінімізації негативного впливу на фізичний і психологічний стан працівників знаходяться в полі зору таких науковців, як: В. Брунцов [2], А. Буров [3], Д. Аль Мадани [4], М. Моради [5], Д. Паркер [6], П. Сукапто [7], С. Субраманиар [8] тощо.

Дослідженню специфіки умов праці та питанням зменшення імовірності ризику виникнення професійних захворювань під час виконання технологічних операцій у транспортній галузі присвячено праці таких авторів, як: Є. Гаврилов [9; 10], Ю. Гао [11], М. Дмитриченко [9; 10], М. Кристопчук [12] та інших.

В ряді робіт [13] акцентується увага на різних методах оцінювання ергономічних ризиків, що виступають підґрунтям для інженерних рішень, спрямованих на підвищення рівня безпеки і комфорту праці.

На здорові та безпечні умови праці як «важливий аспект сталості і конкурентоспроможності економіки», «передумову існування здорової та продуктивної робочої сили» звертається увага у документах Європейського Союзу та профільних міжнародних організацій [14; 15].

Результати досліджень дозволили констатувати, що сьогодні відсутні єдині підходи до організації технологічних процесів перевезення на транспорті. Крім того, складність таких операцій, доцільність врахування сучасних вимог ергономіки та втілення новітніх ергономічних принципів обумовлює необхідність додаткової уваги до цього питання.

**Постановка завдання.** Метою статті є визначення принципів ергономічної організації технологічних процесів перевезення на транспорті, спрямованих на збереження здоров'я працівника та забезпечення якомога комфортних умов роботи.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Беручи до уваги, що головною метою ергономіки є підвищення ефективності і якості діяльності працівника в системі «людина – машина – навколишнє середовище» з одночасним збереженням його здоров'я та створенням комфортних умов для більш комфортного перебування на робочому місці [2, с. 21], в ракурсі організації технологічних

процесів перевезень цю науку представляється доцільним розглядати як комплексну системну оптимізацію умов праці та відповідних операцій у системі «людина – машина – дорожній рух – природне середовище».

В цьому контексті представляє інтерес дослідження Гаврилова Е.В. та Дмитриченка М.Ф., які визначають ергономічне забезпечення організації дорожнього руху як «частину системи організаційних заходів», спрямованих на «...розв'язання всього комплексу питань, пов'язаних із системною оптимізацією діяльності водіїв у транспортному потоці» [9, с. 339].

Спираючись на дослідження [2; 9 с. 341; 10 с. 35], акцентуємо увагу на тому, що ергономічне забезпечення організації перевезень виходить з антропоцентричної концепції, згідно з якою «створення технічних засобів є процесом матеріалізації в них перетворених людських функцій».

Виходячи з цього, технологічні процеси перевезень, які базуються на принципах ергономіки, передбачають застосування системного підходу до функціональної діяльності людини, що дозволяє узгодити внутрішні (психічний стан, процеси, емоції) і зовнішні (транспортний засіб, дорога) аспекти.

При цьому методологічним базисом для такого узгодження і цілісної побудови виступає холистичний (організмичний) підхід, який ґрунтується на використанні досягнень еволюції живих організмів для побудови людино-машинних систем. Відповідно до нього технічні засоби є нібито штучним продовженням організму людини, що збільшує його можливості та ідеї якого уможливають використання природної поведінки працівника як об'єктивної основи для створення та розуміння основних закономірностей та правил руху транспортних засобів.

Слід відзначити, що в процесі виконання функціональних обов'язків, взаємодія працівника з природним середовищем здійснюється на основі ряду принципів, які визначають систему закономірностей, а їх дотримання уможливує підвищення ефективності виконання операцій (за умов застосування технічних засобів за призначенням) (табл. 1).

Необхідно акцентувати увагу на тому, що організація технологічних процесів перевезення транспортними засобами з використанням принципів ергономіки спрямована на підвищення ефективності системи «людина – машина – дорожній рух – природне середовище» у заданих умовах і з певною якістю.

## Принципи взаємодії працівника та природного середовища

№	Назва принципу	Основні характеристики
1	Найменшої взаємодії	працівник за будь-яких дорожніх умов намагається при мінімізації своїх дій забезпечити максимальну ефективність взаємодії. Принцип виявляється в намаганнях людини звільнити свій організм від перевантажень
2	Функціонального гомеостазису	працівник при розв'язанні завдань, спрямованих на досягнення поставленої мети, зберігає певну сукупність стабільних у визначених межах функціональних поведень. У вузькому сенсі функціональний гомеостазис означає, що в процесі організації технологічних операцій, працівник підтримує істотні змінні свого руху у припустимих межах
3	Сумісності	взаємодія працівника з середовищем руху допускає цілеспрямовані дії усіх учасників руху (оскільки діяльність людини соціально нормована)
4	Максимізації взаємної інформації	людина намагається забезпечити максимум взаємної інформації між стимулами і реакціями
5	Активності	технічні засоби не повинні обмежувати можливості людини щодо ефективного виконання поставлених задач, уможливлувати виконання функціональної діяльності та технологічних процесів різними способами і по різних схемах функціонування. Відображає здатність людини до більшої різноманітності дій (ніж найпростіші алгоритми типу «стимул-реакція»), не лише реагуючи на сигнали, а й прагнучі взаємодіяти з середовищем

Джерело: складено за даними [9, с. 339] та доповнено

Зниження ефективності цієї системи призводить до ускладнення виконання функціональної діяльності, зменшення її продуктивності та якості послуг на фоні одночасного зростання матеріальних, фінансових і технічних витрат на її функціонування.

Відзначимо, що значна роль у забезпеченні ефективної роботи такої системи належить людині (працівникові), а точніше таким його характеристикам, як:

- працездатність – визначається станом фізіологічних та психічних функцій і характеризує здатність виконувати певну діяльність з необхідною якістю протягом відповідного інтервалу часу;
- надійність – здатність безвідмовно виконувати діяльність протягом певного інтервалу часу за заданих умов.

Виконання співробітниками в процесі транспортування своїх функціональних обов'язків здійснюється в складних умовах праці, потребує пристосовування до зовнішніх умов, що пов'язано з витрачанням певної психічної і фізичної енергії.

Тому, ціль ергономічної організації технологічних процесів перевезення на транспорті – зменшити ці витрати, створити сприятливі умови для оптимізації моделі поведінки людини за рахунок організації ергономічного робочого місця (вдосконалення параметрів рухомого складу, технічних засобів), організації руху.

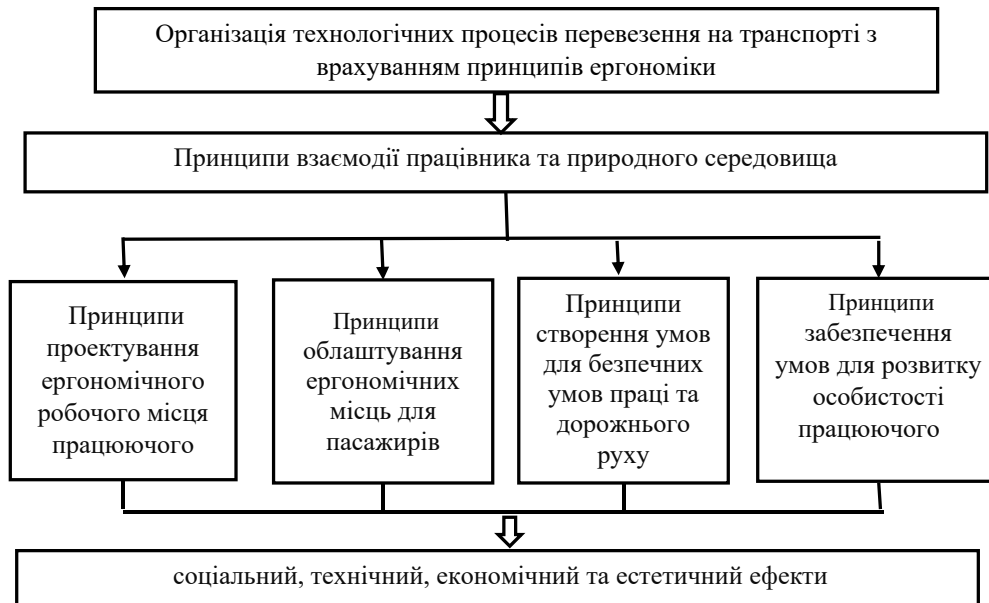
Модель ергономічної організації технологічних процесів перевезення на транспорті представлена на рис. 1.

Відзначимо, що облаштуванню ергономічного робочого місця передують вивчення організації праці. Серед основних аспектів дослідження слід виокремити такі:

- вивчення переліку прийомів, операцій, які необхідно здійснити протягом певного часу;
- аналіз умов роботи (ступінь тяжкості, темп, монотонність, становище працюючого і спосіб фактичного виконання кожного елемента операції технологічного процесу перевезень);
- визначення технічних засобів, обладнання, інструменту, додаткових пристроїв, необхідних для виконання функціональної діяльності.

Слід, акцентувати увагу на тому, що організація робочого місця з врахуванням принципів ергономіки – є одним з найважливіших факторів, що формує оптимальне співвідношення елементів комплексної системи «людина – машина – середовище» та здійснюється з врахуванням антропометричних, біомеханічних та психофізіологічних властивостей людини та оперативного простору для вільного здійснення необхідних технологічних операцій.

Зазначимо, що робоче місце характеризується певними геометричними розмірами, які обумовлюють його положення щодо кабіни, а також впливають на розміщення органів керування. Умовою забезпечення відповідності робочого місця ергономічним вимогам є встановлення фізіологічно – оптимальної робочої пози (типу посадки), яка залежить від типу транспортного засобу.



**Рис. 1. Модель організації технологічних процесів перевезення на транспорті з врахуванням принципів ергономіки**

*Джерело: запропоновано автором*

При цьому серед основних принципів, які необхідно врахувати, при організації робочого місця вважаємо доцільним звернути на такі [16, с. 67]:

- мінімізація кількості і траєкторії робочих рухів, а також кількості операцій при виконанні певної функції;

- уникнення розташування органів керування, що використовуються послідовно, на різних висотах;

- розміщення найважливіших органів керування і контролю за роботою обладнання в оптимальних зонах огляду, враховуючи величину кута зору;

- створення комфортних кліматичних умов;

- розміщення органів керування таким чином, щоб за можливістю звести робочі рухи до руху передпліччя, кисті, пальців рук, допускаючи рухи плечового суглоба тільки у виключному випадку. При цьому найбільш важливі і часто використовувані – в оптимальному робочому просторі, що обмежується радіусом дуги в ліктьовому суглобі – 340 мм;

- розміщення аварійних і відповідальних органів керування в оптимальній зоні досяжності рук;

- розташування другорядних органів керування та індикаторів в зоні максимальної досяжності руки (радіус дуги в плечовому суглобі – 550 мм);

- розміщення органів керування з мінімально доступними інтервалами. При цьому розташування індикаторів і органів керування здійсню-

ється в однаковому порядку (наприклад, якщо індикатори розташовуються в горизонтальному порядку, той і відповідний органи керування також).

Облаштування ергономічних місць для пасажирів передбачає забезпечення зручного розміщення людей на сидіннях, зручного входу-виходу, комфортного клімату в салоні транспортного засобу.

Ще одним важливим моментом ергономіки при організації технологічних процесів перевезення на транспорті є безпека праці та дорожнього руху. З цією метою представляється доцільним формування системи заходів, безпосередньо спрямованих на забезпечення здорових і безпечних умов праці та руху на дорозі.

Функціональна діяльність водія характеризується складністю, а її неправильна організація та несвоєчасність виконання є одними з причин небезпечних помилок, що призводять до аварійності на дорогах та травм, які несуть загрозу життю та здоров'ю учасників руху.

Тому, при проектуванні робочого місця, наряду з технічними аспектами доцільно врахування людського чинника, особливості діяльності працівника у системі «людина» – «машина» – «середовище». Це досягається на основі таких принципів: врахування можливості психічних процесів людини в сфері прийому, переробки інформації і прийняття правильного рішення у конкретних умовах функціонування системи; психічні влас-



тивості й особливості водія, що проявляються у схильності до більш чи менш ризикованої поведінки; здатність людини працювати у стані втоми, емоційного стресу, психічної напруженості.

Звертаючи увагу на принципи ергономічної організації технологічних процесів перевезення на транспорті вважаємо доцільним відзначити необхідність забезпечення умов для розвитку особистості працівників у процесі виконання виробничої діяльності, що досягається на основі таких принципів: гармонічне поєднання фізичної та розумової праці; підвищення інтелектуального потенціалу співробітників, використання в галузі сучасних цифрових технологій та пристроїв; підвищення рівня професійної підготовки з врахуванням сучасних світових тенденцій у транспортній галузі.

**Висновки.** Технологічні процеси перевезень відбуваються при безпосередній взаємодії транспортних засобів і людини в умовах середовища руху, утворюючи відповідну систему, та здійснюються на основі принципів, дотримання яких уможливорює підвищення ефективності виконання операцій.

Організація технологічних процесів перевезення з використанням принципів ергономіки спрямована на підвищення ефективності системи «людина – машина – дорожній рух – природне середовище» та здійснюється на основі комплексної моделі, основними складовими якої виступають наступні принципи: проектування ергономічного робочого місця; облаштування ергономічних місць для пасажирів; формування системи заходів, спрямованих на безпечність праці та дорожнього руху; забезпечення умов для розвитку особистості людини в процесі роботи. Це спрямовано на досягнення певних ефектів (соціального, технічного, економічного та естетичного), збереження здоров'я працівника та забезпечення якомога безпечних умов праці та руху на дорозі.

Але практична реалізація такого підходу при організації технологічних процесів перевезення на транспорті потребує більш докладного аналізу стосовно впливу елементів робочого місця на стан здоров'я та працездатність водія з врахуванням сучасних тенденцій екологізації та цифровізації в транспортній галузі, що складає перспективи подальших досліджень.

#### Список літератури:

1. Державна служба України з питань праці. URL: <https://dsp.gov.ua/stan-vyrobnychoho-travmatyzmu/> (дата звернення: 25.08.2022).
2. Брусенцов В.Г., Брусенцов О.В., Бугайченко І.І., Кисельова С.О. *Основи ергономіки*: Навч. посібник. Харків : УкрДАЗТ, 2011. 141 с.
3. Буров А.Ю. Эргономика на рубеже третьего тысячелетия. *Эргономика в Украине: человек-техника-среда*. 2000. С. 4–10.
4. Al Madani D., Dababneh A. (Rapid Entire Body Assessment: A Literature Review. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2016. No 9(1). P. 107-118. DOI: 10.3844/ajeassp.2016.107.118
5. Moradi M., Poursadeghiyan M., Khammar A., Hami M., Darsanj A., Yarmohammadi H. REBA method for the ergonomic risk assessment of auto mechanics postural stress caused by working conditions in Kermanshah (Iran). *Annals of Tropical Medicine and Public Health*. 2017. No 10(3). P. 589-594. DOI: 10.4103/ATMPH.ATMPH\_107\_17
6. Bejan A., Brosseau L.M., Parker D.L. Exposure assessment in auto collision repair shops. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2011. No 8. P. 401-408. DOI: 10.1080/15459624.2011.585117
7. Sukapto P., Cynthia F., Standiklaus S. Application of the REBA method to osh systems to increase work productivity (a case study at pt. eksonindo mpi, Bandung, Indonesia). *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019. No 10 (3). P. 3088–3098.
8. Subramanian S., Raju N., Srinivasan P., Jeganathan K., Jayaraman S. Low back pain assessment using surface electromyography among industry workers during the repetitive bending tasks. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*. 2018. No 5(4). P. 277–292. DOI: 10.1504/IJHFE.2018.096112
9. *Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху* / [авт. кол.: Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін.] ; під ред. М.Ф. Дмитриченка. К. : Знання України, 2007. 452 с. (5 кн. / Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін.; кн. 4).
10. *Системологія на транспорті. Ергономіка* / [авт. кол.: Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін.] ; під ред. М.Ф. Дмитриченка. К.: Знання України, 2008. 256 с. (5 кн. / Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін.; кн. 5).
11. Gao Y., Rasouli S., Timmermans H., Wang Y. Trip stage satisfaction of public transport users: A reference-based model incorporating trip attributes, perceived service quality, psychological disposition and difference tolerance. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2018. Vol. 118. P. 759–775. doi: 10.1016/j.tra.2018.10.029

12. Krystopchuk M. Je. Change of drivers functional condition while moving along highways of different technical categories. *Transport technologies*. 2020. Vol. 1. No 1. P. 22–32. doi: 10.23939/ tt2020.01.022
13. Ansari N.A., Sheikh M.J. Evaluation of work Posture by RULA and REBA: A Case Study. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*. 2014. No 11(4). P. 18-23. DOI: 10.9790/1684-11431823
14. International Ergonomic Association URL: <https://iea.cc> (дата звернення: 25.08.2022).
15. Рамкова стратегія ЄС із безпеки та здоров'я на роботі на 2021–2027. URL: [https://europa.eu/european-union/law/treaties\\_en3](https://europa.eu/european-union/law/treaties_en3) (дата звернення: 25.08.2022).
16. Конспект лекцій з дисципліни «Основи ергономіки» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби»). Частина 1 – змістовий модуль 1. Виникнення і розвиток дисципліни ергономіки. Антропометрія і машина. Загальна компоновка автомобіля; укл.: О.М. Артюх, О.В. Дударенко, А.Ю. Сосик, А.В. Щербина. Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. 82 с.

### **Petrenko O.I. PRINCIPLES OF ERGONOMIC ORGANIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF TRANSPORTATION BY TRANSPORT**

*The article explores the principles of ergonomic organization of technological processes of transportation in transport, aimed at maintaining the health of the employee and providing comfortable working conditions. It has been proved that the increase in the efficiency of technological processes is ensured by observing the principles of ergonomics at all levels and building activities taking into account ergonomic requirements for technology and labor organization. The analysis of the theoretical basis of ergonomic support for the organization of transportation was carried out and it was noted that such processes proceed from the anthropocentric concept and provide for the application of a systematic approach to the functional activity of a person, which makes it possible to coordinate internal (mental state, processes, emotions) and external (vehicle, movement) aspects. The methodological basis for such coordination is the organismic approach. It has been established that the technological processes of transportation occur with the direct interaction of vehicles and people in the conditions of the traffic environment, forming the system “man – technology – environment”. The principles are characterized, the observance of which makes it possible to increase the efficiency of operations. Attention is focused on the fact that the organization of technological processes of transportation using the principles of ergonomics is aimed at improving the efficiency of the system “man – machine – traffic – natural environment”. A model of ergonomic organization of technological processes of transportation is proposed. Attention is focused on its complexity. It has been proven that the most important components are: designing an ergonomic workplace (taking into account anthropometric, biomechanical and psychophysiological properties of a person, mental characteristics, operational space for technological operations); seats for passengers; formation of a system of measures aimed at labor and road safety; providing conditions for personal development in the work process. This is aimed at achieving certain effects (social, technical, economic and aesthetic), maintaining the health of the employee and ensuring safe working conditions and traffic on the road.*

**Key words:** ergonomics; principles of ergonomics; system; technological processes; transportation; transport.