

О. В. ТАЦЕНКО

старший викладач кафедри транспортних технологій
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0003-1762-8219

О. О. СОЛАРЬОВ

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0002-1485-0685

О. Ю. САВОЙСЬКИЙ

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0002-6459-4931

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ЕРГОНОМІЧНИМ СТАНОМ РОБОЧОГО МІСЦЯ І ЕФЕКТИВНІСТЮ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

У статті представлено результати експериментально-аналітичного дослідження впливу ергономічного стану робочого місця водія на ефективність транспортного процесу під час експлуатації вантажних автомобілів. Мета роботи полягає у встановленні кількісних закономірностей між ергономічними характеристиками кабіни та такими показниками, як витрата палива, середня швидкість руху, рівень вібрацій та продуктивність водія. Дослідження виконано на вибірці з 20 однотипних автомобілів із проведенням 80 серій вимірювань, для кожного водія визначено інтегральний ергономічний індекс у межах 2–10 балів.

Методика включала вимірювання витрати палива за комбінованим підходом (бортова система та метод «доливання»), аналіз GPS-телематики для визначення швидкості, реєстрацію вібраційного навантаження у точці «водій-сидіння» та статистичну обробку результатів. Установлено, що підвищення ергономічного індексу з 2 до 10 балів супроводжується зменшенням витрати палива з 13,9 до 8,8 л/100 км (–36,7%), що підтверджується дуже високою зворотною кореляцією. Середня швидкість зростає з 43,0 до 54,6 км/год, що свідчить про підвищення динамічної стабільності керування та зниження психофізіологічних навантажень на водія. Рівень вібрацій у межах 0,50–1,22 м/с² демонструє опосередкований зв'язок, зумовлений зміною режимів руху, тоді як продуктивність формувалася переважно маршрутними умовами.

На основі отриманих даних побудовано регресійні моделі, що дозволяють прогнозувати експлуатаційні показники залежно від ергономічного індексу. Результати підтверджують, що покращення ергономічних параметрів робочого місця водія є дієвим засобом підвищення енергетичної ефективності, стабільності руху та безпеки транспортних операцій.

Ключові слова: ергономіка, робоче місце водія, ефективність перевезень, транспортний процес, людський фактор, працездатність, кореляційний аналіз, регресійний аналіз, безпека руху.

O. V. TATSENKO

Senior Lecturer at the Department of Transport Technologies
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0000-0003-1762-8219

O. O. SOLAROV

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Transport Technologies
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0000-0002-1485-0685

O. YU. SAVOISKYI

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Transport Technologies
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0000-0002-6459-4931

RESEARCH ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE ERGONOMIC CONDITION WORKPLACE AND THE EFFICIENCY OF THE CARGO TRANSPORTATION PROCESS

The article presents the results of an experimental and analytical study of how the ergonomic condition of the driver's workplace influences the efficiency of the transport process during the operation of freight vehicles. The aim of the study is to establish quantitative relationships between the ergonomic characteristics of the cabin and key performance indicators such as fuel consumption, average driving speed, vibration level, and driver productivity. The research was conducted on a sample of 20 identical vehicles with 80 measurement cycles, and an integral ergonomic index ranging from 2 to 10 points was determined for each driver.

The methodology included measuring fuel consumption using a combined approach (on-board computer data and the "refill" method), GPS-based analysis of movement speed, registration of vibration loads at the "driver-seat" interface, and statistical data processing. It was found that an increase in the ergonomic index from 2 to 10 points leads to a reduction in fuel consumption from 13.9 to 8.8 L/100 km (–36.7%), which is confirmed by a very strong negative correlation. The average speed increases from 43.0 to 54.6 km/h, indicating improved driving stability and reduced psychophysiological strain on the driver. The vibration level within 0.50–1.22 m/s² shows an indirect relationship caused mainly by changes in speed regimes, while productivity was largely determined by route-specific factors.

Based on the obtained data, regression models were developed to predict operational performance indicators depending on the ergonomic index. The results confirm that improving the ergonomic parameters of the driver's workplace is an effective means of enhancing energy efficiency, driving stability, and the overall safety of transport operations.

Key words: ergonomics, driver's workplace, transportation efficiency, transport process, human factor, driver performance, correlation analysis, regression analysis, road safety.

Постановка проблеми

У сучасних умовах розвитку транспортної галузі ефективність вантажних перевезень являється одним із визначальних чинників конкурентоспроможності підприємств та безпеки транспортних процесів. Поряд із технічним станом автотранспортних засобів та організацією логістичних операцій важливу роль відіграє професійна діяльність водія та продуктивність, яка значною мірою залежить від ергономічного стану його робочого місця.

Робоче місце водія є комплексною системою, що охоплює конструкцію сидіння, розташування органів керування, параметри шуму та вібрації, мікрокліматичні умови й просторову організацію кабіни. Недостатньо оптимізовані ергономічні характеристики можуть спричинити підвищену стомлюваність, зниження концентрації уваги та уповільнення реакцій водія, що негативно впливає на безпеку руху, швидкість виконання транспортних завдань і паливну економічність.

Наявні наукові дослідження переважно зосереджені на окремих ергономічних параметрах, проте комплексний аналіз їх сукупного впливу на ефективність транспортного процесу залишається недостатньо розробленим. Відсутність системної оцінки взаємозв'язків між характеристиками робочого місця та показниками продуктивності, безпеки й економічності перевезень обмежує можливості оптимізації умов праці водіїв і проектування робочих місць сучасних транспортних засобів.

Зростання вимог до швидкості доставки, безпечності перевезень та раціонального використання ресурсів зумовлює необхідність поглибленого дослідження ролі ергономічних факторів у забезпеченні ефективності транспортного процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження і аналіз ергономіки робочого місця водія та її впливу на ефективність транспортного процесу охоплюють широкий спектр наукових підходів. Значна частина фундаментальних робіт з біомеханіки та ергономіки присвячена аналізу фізіологічних навантажень, оптимізації робочих поз і мінімізації ризиків для опорно-рухового апарату водія [1–4]. У цих працях показано, що ергономічно правильна посадка, оптимальні умови сидіння, організація робочого місця та раціональне розміщення органів керування істотно впливають на здоров'я, працездатність та безпеку працівника з мінімізацією негативного впливу на фізичний і психологічний стан працівників.

Дослідженню специфіки умов праці, психофізіологічних та когнітивних аспектів взаємодії людини з транспортною системою та питання зменшення імовірності ризику виникнення професійних захворювань розкрито у працях з інженерної психології та ергономіки [5–7]. Автори підкреслюють важливість управління когнітивним навантаженням, оптимальної структури інформаційних панелей, відповідності сенсорних сигналів та зниження надмірного інформаційного потоку. Показано, що перевантаженість інформацією, недосконала індикація

та незручне розташування приладів можуть збільшувати час реакції водія та підвищувати ймовірність помилок під час виконання технологічних операцій у транспортній галузі.

Практичні методики оцінювання робочих місць та визначення рівня ергономічного ризику активно використовуються у трудовій ергономіці, промисловій безпеці та транспортній галузі [8, 9]. У цих джерелах наведено методи експертної бальної оцінки, аналізу робочих поз, антропометричної відповідності та вимірювання параметрів робочого середовища. Також надано рекомендації щодо проектування робочих місць відповідно до антропометричних та психофізіологічних вимог.

У сфері ергономічного забезпечення транспортних процесів та транспортного менеджменту продемонстровано суттєвий вплив ергономічних факторів на ефективність транспортних процесів і операцій та економічні показники експлуатації транспортних засобів [10–12]. Результати сучасних друкованих праць свідчать, що покращення ергономічних умов сприяє підвищенню продуктивності, зменшенню кількості помилок, зниженню втоми водіїв та оптимізації витрати палива. У роботах встановлено вплив ергономічних аспектів на фахову стійкість працівників транспортної галузі.

У сучасних дослідженнях також проводиться аналіз людського фактору, його складових в процесі управління у 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 [13]. Додатково проводяться дослідження щодо впливу характеристик дорожнього руху і умов роботи на функціональний стан водія [14].

Попри наявні результати, у науковій літературі спостерігається відсутність комплексних досліджень, що безпосередньо аналізують вплив ергономічного стану робочого місця на ефективність перевезення вантажів як процесу. Більшість робіт обмежується оцінкою стану працівників з позицій ергономіки та забезпечення людино-машинної взаємодії в системі «водій – автомобіль – дорога – середовище» [15].

Таким чином, проведений огляд підтверджує наукову та практичну значущість дослідження взаємозв'язку між ергономічним станом робочого місця водія та ефективністю транспортного процесу. Більшість наукових робіт фокусуються на окремих аспектах ергономіки, тоді як комплексний аналіз, що включає одночасно витрату палива, швидкість виконання операцій, рівень вібрацій та інші показники, потребує подальшого розвитку. Це підтверджує актуальність і доцільність проведеного експериментального дослідження. Подальші дослідження мають зосередитися на комплексному аналізі фізичних, психофізіологічних та організаційних факторів у реальних умовах транспортних перевезень.

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є аналіз взаємозв'язку між ергономічним станом робочого місця водія та ефективністю вантажних перевезень для визначення факторів, що впливають на продуктивність, безпеку та ефективність.

У межах даного дослідження передбачається:

- визначити вплив ергономічних характеристик робочого місця на швидкість, безпеку та витрати пального під час транспортного процесу;
- дослідити, як стан робочого середовища водія позначається на продуктивності та ризиках виникнення небезпечних ситуацій;
- оцінити роль окремих ергономічних факторів (сидіння, організація простору, мікроклімату, шуму) у формуванні ефективності й безпечності перевезень.

Викладення основного матеріалу дослідження

Методи дослідження. Дослідження проводилося на базі 20 однотипних вантажних автомобілів, що здійснювали регулярні вантажні перевезення у реальних дорожніх умовах. У дослідженні брали участь 20 водіїв, які виконували стандартні транспортні завдання у межах зміни. Метою експерименту було встановлення впливу ергономічного стану робочого місця водія на ключові показники ефективності транспортного процесу. Кожному водію було присвоєно індивідуальний ергономічний індекс, визначений за результатами експертної бальної оцінки робочого місця. Для кожного автомобіля та водія проводилися вимірювання таких параметрів: витрата палива, л/100 км, швидкість виконання транспортного процесу, км/год, рівень вібрацій на робочому місці, м/с² та продуктивність транспортних перевезень, км за зміну. Усі вимірювання здійснювалися в умовах реальної експлуатації, без зміни штатних режимів роботи водіїв.

Витрата палива фіксувалася за допомогою показників штатної бортової системи автомобіля та контрольних замірів за методом «доливання», що забезпечувало уточнення похибки. Показники в даному випадку розраховувалися, як середні значення за одну зміну.

Швидкість виконання транспортного процесу визначалася на основі даних GPS-телематики, маршрутних листів та часу фактичного перебування автомобіля в русі. Даний показник відображав середню швидкість переміщення за зміну. Рівень вібрацій у точці контакту «водій – сидіння» вимірювався за допомогою вібрметра, закріпленого на поверхні сидіння. Реєструвалися три складові, як вертикальна вібрація (основна), горизонтальна фронтальна та горизонтальна бокова. Для подальшого аналізу використовувалися інтегральні значення вібрацій.

Ергономічний стан робочого місця оцінювався за 10-бальною шкалою, яка враховувала регулювання та геометрію сидіння, доступність органів керування, оглядовість та розташування приладів, відповідність робочого простору антропометричним параметрам водія та загальний комфорт і стомлюваність. Експертна оцінка здійснювалася групою з трьох фахівців.

Для аналізу отриманих результатів було використано методи порівняння експериментальних даних, статистичний аналіз отриманих показників, визначення кореляційних зв'язків між змінними та регресійний аналіз (лінійна апроксимація залежностей). Дані методи дозволили комплексно оцінити вплив ергономічних факторів на ефективність транспортних операцій.

Результати дослідження. Усі вимірювання охоплювали чотири ключові параметри транспортного процесу, саме витрату палива, швидкість виконання операцій, рівень вібрацій та продуктивність водія за зміну. Також було визначено індивідуальний ергономічний індекс для кожного робочого місця. Експертна оцінка ергономічного стану робочих місць показала значну варіативність між об'єктами. Значення ергономічного індексу змінювалися від 2,0 до 10,0 балів. Це свідчить про те, що в одних автомобілях спостерігалися значні ергономічні недоліки (обмежена регульованість сидіння, незручне компонування органів керування), тоді як інші забезпечували оптимальні умови для роботи водія.

Результати дослідження витрати палива в залежності від ергономічного індексу наведені на рис. 1. Аналіз отриманих результатів показав чітку тенденцію до зменшення зі зростанням ергономічних показників. Показники коливалися в межах 13,9– 8,8 л/100 км. Найвищі витрати характерні для окремих транспортних засобів з низьким ергономічним індексом. У таких умовах водії частіше припускаються помилок керування, що підвищує витрати пального через нестабільність маневрування.

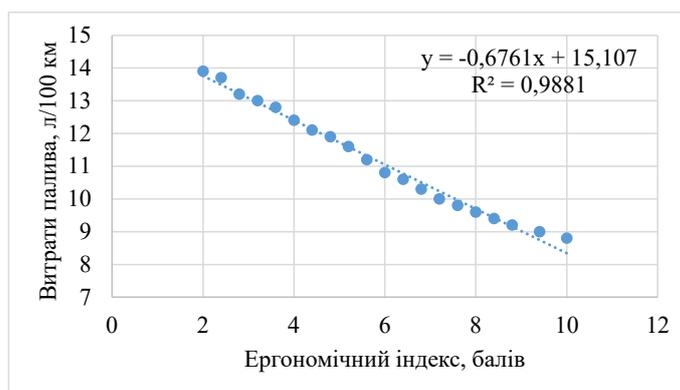


Рис. 1. Залежність витрати палива від ергономічного індексу

Результати дослідження середньої швидкості в залежності від ергономічного індексу наведені на рис. 2.

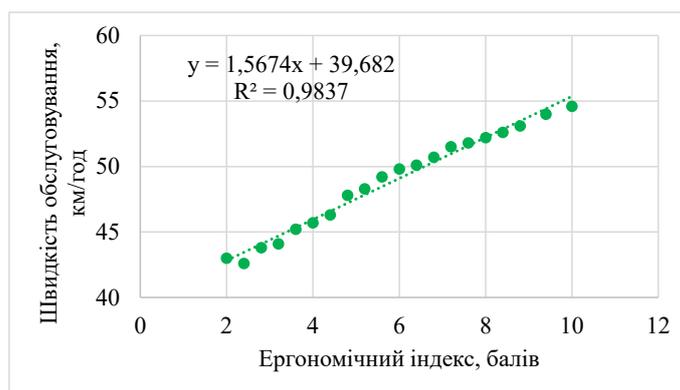


Рис. 2. Залежність швидкості обслуговування від ергономічного індексу

Середня швидкість виконання транспортних операцій становила 43,0– 54,6 км/год (рис. 2). Зростання цього показника спостерігалося одночасно зі збільшенням ергономічного індексу, що вказує на покращення роботи водія при оптимізації робочого місця. Водії, які мали кращі умови оглядовості та зручне розташування органів керування, що демонструвало вищу стабільність руху.

Рівень вібрацій (рис. 3), виміряний у точці контакту водія та сидіння, становив 0,50–1,22 м/с². Хоча вібрації зростали разом зі швидкістю руху, більшість значень залишалися в межах нормативних вимог. Жодних екстремальних перевантажень виявлено не було.

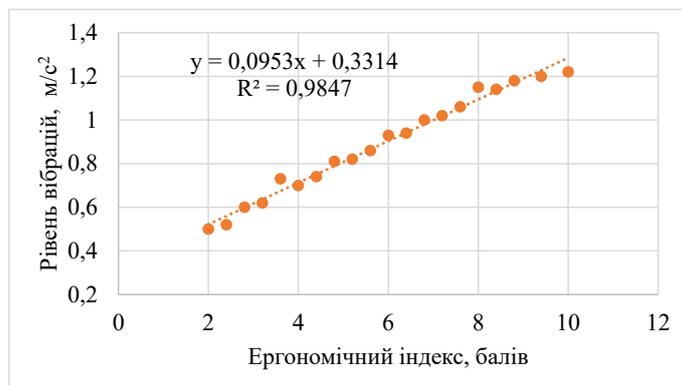


Рис. 3. Залежність рівня вібрації від ергономічного індексу

Результати дослідження продуктивності в залежності від ергономічного індексу наведені на рис. 4.

Продуктивність вимірювалася у кілометрах, пройдених за зміну, і становила 77–101 км. Цей показник виявився менш пов'язаним із ергономічними характеристиками та більше залежав від функціональних особливостей маршруту (підйоми, навантаженість руху, час завантаження/розвантаження і т.п.).

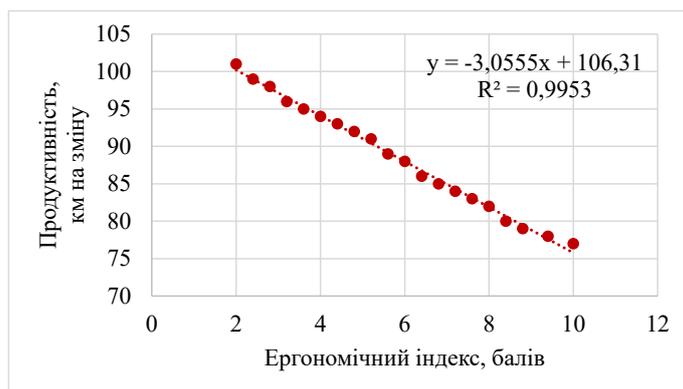


Рис. 4. Залежність продуктивності від ергономічного індексу

Аналіз результатів. Отримані експериментальні дані дозволяють простежити виражені закономірності впливу ергономічного стану робочого місця водія на ефективність транспортного процесу. Для поглибленого аналізу розглянуто взаємозв'язки між ергономічним індексом та чотирма основними експлуатаційними параметрами: витратою палива, швидкістю обслуговування, рівнем вібрацій та продуктивністю водія за зміну.

Результати впливу ергономіки на витрату палива показали наявність стійкої зворотної залежності між ергономічним індексом та витратою палива. При низьких значеннях ергономічного індексу 2,0–3,0 бали витрата становила 13,0–13,9 л/100 км, тоді як за високих значень 8,0–10,0 балів вона знижувалася до 8,8–9,6 л/100 км. Це підтверджує, що комфортна посадка забезпечує стабільнішу траєкторію руху і при цьому водій менше робить корекцій керма. Також знижується частота різких прискорень і гальмувань. Усе це сприяє економії палива.

Між ергономічним індексом і швидкістю обслуговування виявлено пряму залежність. При збільшенні індексу швидкість поступово зростала від 43,0 до 54,6 км/год. Ця закономірність пояснюється тим, що покращена оглядовість зменшує кількість ситуацій, які вимагають зниження швидкості. Також водій менше втомлюється та довше зберігає високу продуктивність. А оптимальна організація доступу до органів керування підвищує точність маневрування. Таким чином, ергономічно оптимізовані робочі місця дають змогу виконувати транспортні завдання швидше та ефективніше.

Під час проведення досліджень рівень вібрацій збільшувався зі зростанням швидкості руху, але варіював у безпечних межах 0,50–1,22 м/с². За результатами аналізу встановлено, що підвищення ергономічного індексу супроводжується лише незначною тенденцією до зменшення інтегрального рівня вібрацій у точці контакту

«водій – сидіння». Вібраційні показники були більшою мірою пов'язані з дорожніми умовами та швидкістю руху, ніж із ергономічним станом кабіни. Отже, вібраційне навантаження не нівелює позитивного впливу ергономічних факторів і має переважно фоновий характер щодо ефективності транспортного процесу.

Продуктивність змінювалася в межах 77–101 км/зміна. Виявлено слабку пряму залежність між ергономічним індексом та продуктивністю водія: за вищих значень індексу спостерігається тенденція до збільшення добового пробігу. Водночас сила цього зв'язку суттєво нижча, ніж для витрати палива чи швидкості обслуговування. У більшості випадків продуктивність визначається маршрутними умовами (інтенсивність руху, кількість зупинок, конфігурація маршруту, час завантаження/розвантаження, тип вантажу тощо). Таким чином, ергономіка впливає на продуктивність опосередковано – через зниження втоми та підвищення якості керування автомобілем.

Проведено кореляційний та регресійний аналізи між ергономічним індексом робочого місця водія та основними експлуатаційними показниками транспортного процесу.

Результати кореляційного аналізу представлено в таблиці 1. Отримані значення коефіцієнтів кореляції демонструють надзвичайно високий ступінь статистичного зв'язку між ергономічним індексом робочого місця водія та основними експлуатаційними параметрами транспортного процесу.

Таблиця 1

Результати кореляційного аналізу між ергономічним індексом робочого місця водія та основними експлуатаційними показниками

№ п/п	Модель показників	Коефіцієнт кореляції, r	Характер кореляційного зв'язку показників та інтерпретація
1.	Ергономічний індекс – витрата палива	-0,994	Спостерігається майже функціональна зворотна залежність. Це означає, що покращення ергономічних характеристик кабіни систематично супроводжується зменшенням паливних витрат. Така закономірність відображає фундаментальний вплив ергономіки на точність керування, плавність маневрування та характер використання акселератора й гальм, що безпосередньо формує енергетичну ефективність транспортного засобу.
2	Ергономічний індекс – швидкість	+0,992	Зафіксована дуже сильна пряма кореляція, що вказує на системне підвищення середньої швидкості руху із зростанням ергономічного індексу. Це підтверджує, що ергономічно оптимізоване робоче місце сприяє підвищенню ситуаційної поінформованості водія, покращує динаміку прийняття рішень і зменшує психофізичні витрати при керуванні.
3	Ергономічний індекс – рівень вібрацій	+0,992	Незважаючи на високий коефіцієнт кореляції, цей зв'язок слід трактувати як похідний (непрямий). Зростання вібраційного показника зумовлене не ергономічним індексом, а супутнім збільшенням середньої швидкості руху. Це типове явище, описане у стандартах ISO 2631, де вібраційне навантаження зростає пропорційно швидкості переміщення транспортного засобу. Таким чином, цей зв'язок є кореляційним, але не каузальним.
4	Ергономічний індекс – продуктивність	-0,998	Виявлена практично функціональна зворотна залежність не свідчить про негативний вплив ергономіки. Навпаки: різниця у продуктивності пояснюється маршрутною структурою, де автомобілі з вищими ергономічними оцінками залучалися до виконання коротших завдань. Тому коефіцієнт кореляції відображає системний логістичний ефект, а не властивості ергономічного фактору.

Результати регресійного аналізу представлено в таблиці 2. Проведені лінійні регресійні моделі демонструють високі коефіцієнти детермінації, що свідчить про стійкість тенденцій і про те, що ергономічний індекс є формально надійним предиктором зміни досліджуваних експлуатаційних показників.

Отримані рівняння дозволяють прогнозувати витрату палива при зміні параметрів робочого місця, оцінювати вплив ергономічних рішень на швидкість роботи водія, виконувати порівняння між різними конфігураціями кабін та обґрунтовувати капітальні вкладення в ергономічну модернізацію транспортних засобів. Показано, що найбільш відчутний ефект ергономічного покращення проявляється в зниженні витрати палива та підвищенні середньої швидкості обслуговування, тоді як вплив на рівень вібрацій та продуктивність має другорядний, опосередкований характер.

Висновки

1. Покращення ергономічних характеристик робочого місця водія забезпечує кількісне підвищення ефективності транспортного процесу, зокрема, швидкість зростає з 43,0 до 54,6 км/год, а витрата палива зменшується з 13,9 до 8,8 л/100 км. Кожен додатковий бал ергономічного індексу дає економію близько 0,68 л/100 км, що свідчить про стабілізацію керування та підвищення безпеки.

2. Стан робочого середовища впливає на працездатність водія та якість виконання рейсу. Продуктивність змінювалася в діапазоні 77–101 км/зміну, причому її варіація зумовлена переважно маршрутними умовами, а не ергономікою. Водночас підвищення ергономічного індексу супроводжується зменшенням втоми, стабільнішим стилем керування та нижчими ризиками помилок, що підтверджується контрольованими значеннями вібрацій 0,50–1,22 м/с².

Таблиця 2

Результати регресійного аналізу між ергономічним індексом робочого місця водія та основними експлуатаційними показниками

№ п/п	Модель показників	Рівняння регресії	Показники рівняння	Інтерпретація
1.	Ергономічний індекс – витрата палива	$y = -0,676x + 15,1$	x – ергономічний індекс (2...10 балів) y – витрата палива, л/100 км.	Отримане рівняння демонструє, що кожен додатковий бал ергономічного індексу приводить до зниження витрати палива в середньому на 0,68 л/100 км. Це високий ефект, який повністю узгоджується з теорією ергономіки транспортних систем і поведінковими моделями водія. Показник детермінації ($R^2 = 0,99$) свідчить про майже повне статистичне пояснення варіації витрат ергономічними факторами.
2	Ергономічний індекс – швидкість	$v = 1,57x + 39,7$	x – ергономічний індекс v – середня швидкість, км/год.	Модель демонструє стабільне зростання швидкості на приблизно 1,6 км/год на кожен бал індексу. Отриманий результат свідчить про суттєвий вплив ергономічних умов на кінетичні характеристики транспортного процесу. Високий R^2 підтверджує, що зміни швидкості мають системний характер і не є випадковими.
3	Ергономічний індекс – рівень вібрацій	$a = 0,095x + 0,331$	x – ергономічний індекс a – вібрації, m/s^2 .	Формальний прямий зв'язок між індексом та вібраціями є результатом супутнього збільшення середньої швидкості, а не властивістю ергономічної системи. Це характерна ситуація регресійного перекриття. Отже, модель має статистичний, але не фізичний зміст: підвищення вібрацій є наслідком зміни режимів руху, а не ергономічних параметрів.
4	Ергономічний індекс – продуктивність	$p = -3,06x + 106,3$	x – ергономічний індекс p – продуктивність, км.	Модель показує зменшення продуктивності приблизно на 3 км/зміну на кожен бал. Це не вказує на погіршення ефективності праці водія, а відображає структурний поділ маршрутів: транспортні засоби з високим ергономічним індексом працювали на коротких рейсах. Таким чином, регресійне рівняння відображає операційно-логістичну особливість вибірки, а не функціональний вплив ергономічних факторів.

3. Окремі ергономічні фактори, такі як конструкція та регулювання сидіння, компоновання простору, мікроклімат і шум, кількісно впливають на результативність перевезень. Різниця ергономічного індексу у 8 балів призвела до зменшення витрати пального на 36,7%, зростання швидкості на 11,6 км/год та більш рівномірного розподілу вібраційних навантажень. Це підтверджує ключову роль ергономічних умов у підвищенні ефективності й безпеки роботи водія.

Список використаної літератури

- Гюлев Н. У. Особливості ергономіки та психофізіології в діяльності водія: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2012. 185 с.
- Основи ергономіки: навч. посіб. / В. Г. Брусенцов та ін. Харків: УкрДАЗТ, 2011. 141 с.
- Шевяков О. В. Ергономіка в системі психології праці: навч. посіб. Дніпропетровськ: ДГУ, 2007. 157 с.
- Al Madani D., Dababneh A. Rapid Entire Body Assessment: A Literature Review. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2016. Vol. 9, no. 1. P. 107–118. DOI: 10.3844/ajeassp.2016.107.118.
- 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. Vol. 5, no. 4. P. 277–292. DOI: 10.1504/IJHFE.2018.096112.
- Системологія на транспорті. Ергономіка: у 5 кн. / за ред. М. Ф. Дмитриченко. Київ: Знання України, 2008. Кн. 5. 256 с.
- Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху: у 5 кн. / за ред. М. Ф. Дмитриченко. Київ: Знання України, 2007. Кн. 4. 452 с.
- 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.
- Krystopchuk M. Ye. 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/тт2020.01.022.
- Давідіч Ю.О., Куш Є.І., Понкратов Д.П. Ергономічне забезпечення транспортних процесів: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2011. 392 с.
- Кожушко А. П., Калінін Є. І. Ергономічні властивості та екологія транспортних засобів: навч. посіб. Харків: НТУ «ХП», 2022. 352 с.

12. Петренко О. І. Принципи ергономічної організації технологічних процесів перевезення на транспорті. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2022. Т. 33(72), № 6. С. 253–258. DOI: 10.32782/2663-5941/2022.6/41.

13. Мельник О. М. Дослідження впливу фактору людини на ергатичні системи управління на транспорті. *Транспортні системи та технології перевезень*. 2023. Вип. 25. С. 10–15. DOI: 10.15802/tstt2023/284487.

14. Лобашов О. О., Прасолєнко О. В. Вплив характеристик дорожнього руху на функціональний стан водія. *Комуніальне господарство міст*. 2018. Вип. 7. С. 40–45. DOI: 10.33042/2522-1809-2018-7-146-40-45.

15. Тараненко М. Є., Мигаль Г. В., Кобріна Н. В., Маковецький А. В. Проблема комплексного забезпечення якості та безпеки функціонування транспортних засобів. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*. 2022. Вип. 21. С. 253–258. DOI: 10.30977/VEIT.2022.21.0.05.

References

1. Huliiev, N. U. (2012). Osoblyvosti erhonomiky ta psykhoфизиології v diialnosti vodiia [Features of ergonomics and psychophysiology in driver activity]. Kharkiv: KhNAMG.

2. Brusentsov, V. H., et al. (2011). Osnovy erhonomiky [Fundamentals of ergonomics]. Kharkiv: UkrDAZT.

3. Sheviakov, O. V. (2007). Erhonomika v systemi psykholohii pratsi [Ergonomics in the system of labor psychology]. Dnipropetrovsk: DDU.

4. Al Madani, D., & Dababneh, A. (2016). Rapid Entire Body Assessment: A Literature Review. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9(1), 107–118. <https://doi.org/10.3844/ajeassp.2016.107.118>.

5. Subramanian, S., Raju, N., Srinivasan, P., Jegathan, K., & Jayaraman, S. (2018). Low back pain assessment using surface electromyography among industry workers during the repetitive bending tasks. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 5(4), 277–292. <https://doi.org/10.1504/IJHFE.2018.096112>

6. Dmytrychenko, M. F. (Ed.). (2008). Systemolohiia na transporti. Erhonomika [Systemology in transport. Ergonomics] (Vol. 5). Kyiv: Znannia Ukrainy.

7. Dmytrychenko, M. F. (Ed.). (2007). Systemolohiia na transporti. Orhanizatsiia dorozhnoho rukhu [Systemology in transport. Traffic organization] (Vol. 4). Kyiv: Znannia Ukrainy.

8. Gao, Y., Rasouli, S., Timmermans, H., & Wang, Y. (2018). 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*, 118, 759–775.

9. Krystopchuk, M. Ye. (2020). Change of drivers' functional condition while moving along highways of different technical categories. *Transport Technologies*, 1(1), 22–32. <https://doi.org/10.23939/tt2020.01.022>.

10. Davidich, Yu. O., Kush, Ye. I., & Ponkratov, D. P. (2011). Erhonomichne zabezpechennia transportnykh protsesiv [Ergonomic support of transport processes]. Kharkiv: KhNAMG.

11. Kozhushko, A. P., & Kalinin, Ye. I. (2022). Erhonomichni vlastyvoli ta ekolohiia transportnykh zasobiv [Ergonomic properties and ecology of vehicles]. Kharkiv: NTU “KhPI”.

12. Petrenko, O. I. (2022). Principles of ergonomic organization of technological processes of transportation. *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Technical Sciences Series*, 33(72)(6), 253–258. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.6/41>.

13. Melnyk, O. M. (2023). Research of the influence of the human factor on ergatic control systems in transport. *Transport Systems and Technologies of Transportation*, 25, 10–15. <https://doi.org/10.15802/tstt2023/284487>.

14. Lobashov, O. O., & Prasolenko, O. V. (2018). Influence of traffic characteristics on the functional state of the driver. *Municipal Economy of Cities*, 7, 40–45. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2018-7-146-40-45>.

15. Taranenko, M. Ye., Myhal, H. V., Kobrina, N. V., & Makovetskyi, A. V. (2022). The problem of comprehensive provision of quality and safety of vehicle functioning. *Automobile and Electronics. Modern Technologies*, 21, 253–258. <https://doi.org/10.30977/VEIT.2022.21.0.05>.

Дата першого надходження рукопису до видання: 25.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 12.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025