

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ВОДІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ AVL-СИСТЕМ

Топольськов Є.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, dreugent@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5587-3069

Сокульський О.Є., кандидат технічних наук, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, mortimer@ukr.net, orcid.org/0000-0003-3853-9928

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE QUALITY OF THE WORK OF MOTOR VEHICLE DRIVERS USING AVL SYSTEMS

Topolskov Y.O., PhD, National Transport University, Kiev, Ukraine, dreugent@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5587-3069

Sokulskiy O.E., Ph.D. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Kyiv, Ukraine, mortimer@ukr.net, orcid.org/0000-0003-3853-9928

Актуальність напрямку досліджень та постановка проблеми

Загально відомо, що оцінка якості роботи та кваліфікації водія є актуальною проблемою, що займає чинне місце поряд з питаннями раціональної організації перевезень і у певній мірі їх доповнює. Досить тільки згадати, що навіть висококваліфіковані водії є частими винуватцями ДТП і різноманітних порушень правил дорожнього руху. Саме необачність і недисциплінованість водіїв зазвичай призводять до зниження продуктивності роботи АТЗ, паливної економічності і екологічності, а також стають причинами аварій на дорогах [1-3]. Зараз, коли відбувається перенасичення автомобільним транспортом міст і передмість, ускладнюються умови дорожнього руху, це питання набуває ще більшої актуальності.

Мета дослідження

Досліджуючи цю проблему стає зрозумілим, що зараз не існує єдиної методики, яка б давала всебічну оцінку якості роботи водія. У більшості випадків якість роботи водія оцінюється безпекою руху, продуктивністю та економічністю [4-7]. Дехто пропонує часткові показники такі як: безпомилковість роботи, своєчасність її виконання, комфортабельність, паливна економічність, екологічність тощо. Метою досліджень має бути не тільки формулювання критеріїв всебічної оцінки якості роботи водія, а ще й розробка зручної для практичного застосування методики оцінювання, яку можна було б реалізувати на базі сучасних автоматизованих систем управління наземним транспортом класу AVL [8].

Обґрунтування критеріїв якості і факторів, що на них впливають

З самого початку перевізний процес знаходиться під випадковим впливом людського фактору, який визначається набором індивідуальних професійних та психологічних якостей водія [2,3]. Саме від цього складного чинника у значній мірі залежить безпомилковість роботи, яка характеризується порушеннями правил дорожнього руху (ПДР), участю у ДТП, повнотою та якістю виконання запланованих виробничих завдань. Теоретично дуже складно формалізувати і спрогнозувати вплив людського фактору, тому на практиці вдаються лише до аналізу його наслідків – визначення фактичних втрат від ДТП та аварій, зниження продуктивності, зростання собівартості, несвоечасності доставки тощо. Аналізуючи ці показники і визначаючи їх відхилення від запланованих значень, можна у певній мірі судити про кваліфікацію та якість роботи конкретного водія.

З урахуванням вищесказаного пропонується розглядати якість роботи водія АТЗ у комплексі з економічним аспектом та безпекою дорожнього руху (БДР).

Згідно наведеної схеми (рис.1) економічний аспект охоплює основні показники ефективності транспортного процесу [4] такі як:

- *продуктивність* P – обсяг виконаної транспортної роботи в одиницю часу, $т/год$ ($ткм/год$);
- *собівартість* S – вартість одиниці виконаної транспортної роботи, $грн/т$ ($грн/ткм$);
- *своечасність доставки вантажу* $T[\tau]$,

де T – час доставки вантажу;

τ - припустимий час доставки вантажу;

БДР передбачає визначення таких показників як:

- кількість зафіксованих порушень ПДР ($N_{ПДР}$);
- кількість ДТП ($N_{ДТП}$);
- визначення стилю керування АТЗ (плавна їзда накатом, часті різкі розгони і гальмування, входження у повороти на великій швидкості тощо).

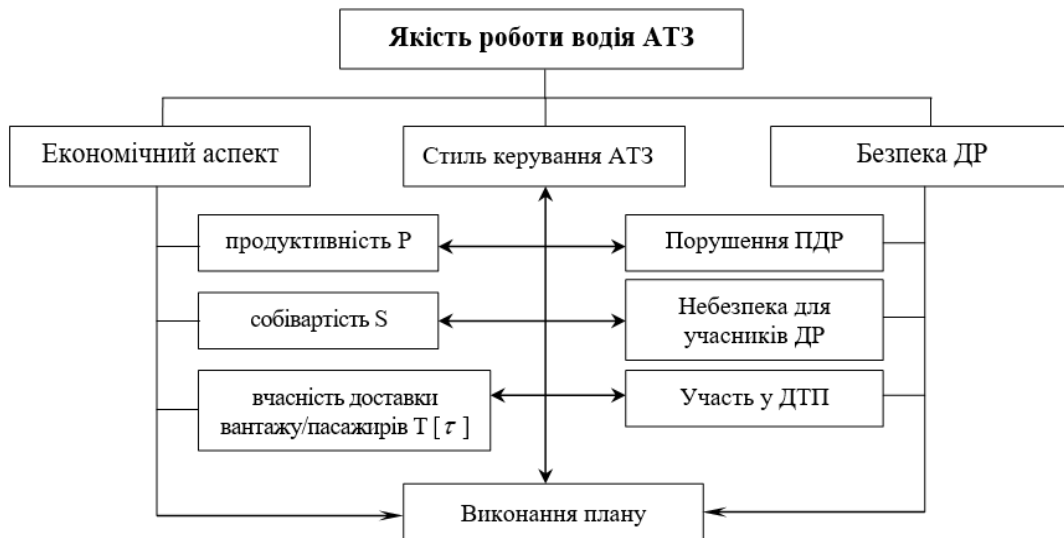


Рисунок 1 – До критеріїв оцінювання якості роботи водія АТЗ
Figure 1 – To the criteria for evaluating the quality of work of a motor vehicle driver

Відповідно перерахованим показникам якість роботи водія повинна на практиці оцінюватися за такими критеріями:

- *критерій продуктивності* (K_p), що визначається відношенням обсягу фактично виконаної транспортної роботи (P_f) до її запланованого обсягу (P_p):

$$K_p = \frac{P_f}{P_p} \geq 1 \quad (1)$$

- *критерій економічності* (K_s), що визначається відношенням фактичного значення собівартості (S_f) до її запланованого значення (S_p):

$$K_s = \frac{S_f}{S_p} \leq 1 \quad (2)$$

- *критерій вчасності* (K_t), що визначається відношенням фактичної тривалості доставки вантажу/пасажирів (T_f) до припустимої (T_n):

$$K_t = \frac{T_f}{T_n} \rightarrow 1 \quad (3)$$

Треба зауважити, що вчасність доставки вантажу (пасажирів) також доцільно оцінювати за логістичною концепцією «точно у термін». Методика проведення такої оцінки висвітлена авторами в одній з попередніх публікацій [9].

- *комплексний критерій дорожньої дисципліни* (K_{dd}), що вказує на зафіксовані порушення ПДР, участь у ДТП, а також враховує стиль керування транспортним засобом:

$$K_{dd} = N_{дтп} \cdot k_{дтп} + N_{пдр} \cdot k_{пдр} + S_{тз}, \quad (4)$$

де $k_{дтп}$ – коефіцієнт, що враховує участь у ДТП різного ступеню тяжкості.

$k_{пдр}$ – коефіцієнт, що враховує порушення ПДР різного ступеню серйозності.

$S_{тз}$ – коефіцієнт, що враховує стиль керування транспортним засобом і залежить від ступеня перевищення рекомендованого швидкісного режиму руху АТЗ (дисперсії динамічних показників АТЗ) у конкретних дорожніх умовах.

Аналіз факторів, які впливають на зазначені критерії показав, що визначальним серед них є швидкісний режим руху, який обирається водієм АТЗ і характеризується:

- миттєвим значенням швидкостей V ;
- середньою технічною швидкістю V_T ;
- миттєвим прискоренням a та сповільненням j ;
- параметрами розподілу швидкостей, прискорень і сповільнень у часі (тобто їх дисперсіями D і середньоквадратичними відхиленнями y).

Методика статистичної обробки параметрів, що характеризують швидкісний режим руху АТЗ

Для отримання показників, що характеризують швидкісний режим руху АТЗ, потрібно збирати статистичні дані протягом усього часу роботи водія на лінії. Звичайно цей процес вимагає автоматизації збору, збереження і обробки інформації, що може бути досить легко реалізовано в рамках сучасних автоматизованих систем супутникового моніторингу і диспетчерського управління транспортом класу AVL [8] з використанням приймачів глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS) і датчиків прискорення АТЗ [10]. Такий варіант супутниково-інерціальної системи моніторингу (рис.2) забезпечує надійний збір даних навіть в умовах недостатньої видимості навігаційних супутників, зокрема при експлуатації автомобілів у містах з висотною забудовою.

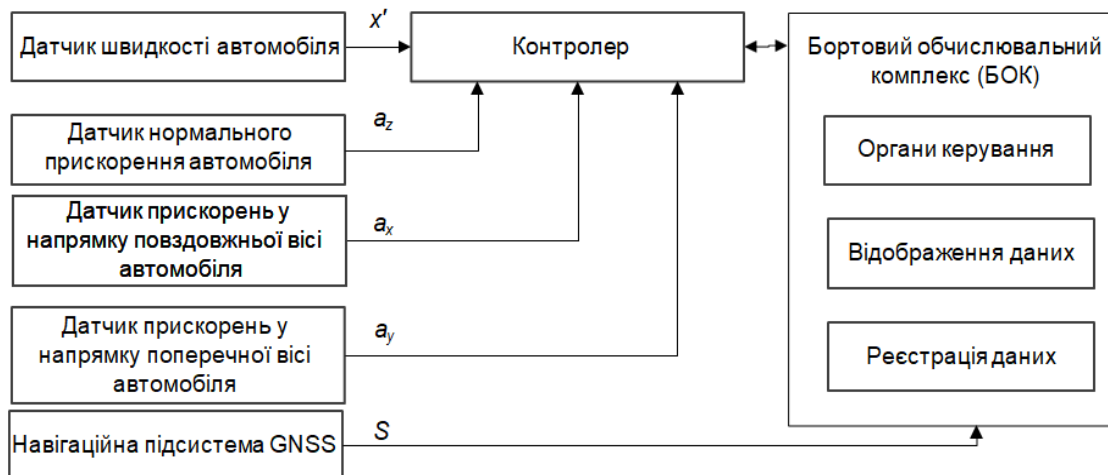


Рисунок 2 – Схема збору даних у навігаційній системі АТЗ, що використовує інерціальні датчики у комплексі з приймачем GNSS

Figure 2 – Data collection scheme in a vehicle navigation system using inertial sensors in combination with a GNSS receiver

Зібрані статистичні дані є набором значень швидкості V_1, V_2, \dots, V_n протягом встановленого інтервалу часу t_1, t_2, \dots, t_n . На основі цих даних можливо отримати закон розподілу величини V_i у часі, який відповідає нормальному закону із щільністю розподілу [11]:

$$f(V_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_v}} \exp \left\{ -\frac{(V_i - m_v)^2}{2\sigma_v^2} \right\}, \quad (5)$$

де m_v – середнє значення швидкості V_i ;

σ_v^2 – дисперсія.

Якщо m_v і σ_v^2 є незсунутими з мінімальною дисперсією оцінки математичного очікування m_v і дисперсії σ_v^2 по виборці із генеральної сукупності, що підкоряється розподілу імовірностей, то отримаємо:

$$m_v = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n V_i \cdot t_i, \quad (6)$$

де V_i – значення швидкості, що зафіксована на інтервалі часу t_i ;

n – кількість інтервалів часу;

T – загальний час.

$$T = \sum_{i=1}^n t_i$$

$$\sigma_v^2 = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (V_i - m_v)^2 t_i \quad (7)$$

Отже, обробивши зібрані статистичні дані за формулами (6) і (7), отримаємо значення середньої швидкості автомобіля m_v протягом часу T , а також визначимо ступінь нерівномірності руху за дисперсією σ_v^2 .

Окрім швидкості досить важливими показниками швидкісного режиму є статистичні характеристики прискорення a_i при розгоні та сповільнення j_i при гальмуванні АТЗ.

Статистичні характеристики цих параметрів знаходяться аналогічно. Розраховуються значення прискорень a_1, a_2, \dots, a_n і значення сповільнень j_1, j_2, \dots, j_n на протязі інтервалів часу t_1, t_2, \dots, t_n :

$$a_i = \frac{\Delta V_i}{t_i}, \quad (8)$$

$$\Delta V_i = V_{i+1} - V_i$$

Оскільки величина ΔV_i вважається постійною на інтервалі t_i і $\Delta V_i = C_i$ (C_i – точність вимірювального пристрою), то можна записати:

$$a_i = \frac{C_i}{t_i} \quad (9)$$

Так само визначається сповільнення j_i на інтервалі t_i :

$$j_i = \frac{-C}{t_i} \quad (10)$$

Маючи значення прискорень a_i і сповільнень j_i в інтервалах часу t_i , можна, як у випадку зі швидкістю, отримати статистичні показники прискорень.

Середнє прискорення при розгоні:

$$m_a = \frac{1}{T_p} \sum_{i=1}^n a_i \cdot t_i, \quad (11)$$

де T_p – час розгону ($T_p = \sum_{i=1}^n t_i$).

З урахуванням формули (9) запишемо:

$$m_a = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{T_p} \quad (12)$$

Аналогічно запишемо для сповільнення:

$$m_j = \frac{\sum_{i=1}^n -C_i}{T_c}, \quad (13)$$

де T_c – час сповільнення ($T_c = \sum_{i=1}^n t_i$)

Знайдемо дисперсію прискорення σ_a^2 і сповільнення σ_j^2 , що будуть характеризувати стиль їзди водія (плавність розгону і гальмування):

$$\sigma_a^2 = \frac{1}{T_p} \sum_{i=1}^n (a_i - m_a)^2 t_i \quad (14)$$

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{T_c} \sum_{i=1}^n (j_i - m_j)^2 t_i \quad (15)$$

Маючи фактичні значення показників $V_i, a_i, j_i, m_v, m_a, m_j, \sigma_v^2, \sigma_a^2, \sigma_j^2$, що характеризують швидкісний режим руху АТЗ протягом часу T , а також враховуючи інформацію про порушення ПДР і участь у ДТП, що міститься у базі даних АТП, можна оцінити якість роботи водія з обох сторін – економічної та БДР, і врешті сформулювати узагальнену оцінку рівня його кваліфікації [12].

Також доцільно використовувати оцінюючі показники, що характеризують успішність роботи водіїв і ступінь досягнення ними поставленої мети. Якщо мета управління автомобілем задана у вигляді нормативного руху із середньою швидкістю, то оцінюючий показник приймається рівним різниці нормативної (\bar{V}_n) і досягнутої швидкості (\bar{V}):

$$\Delta V = \bar{V}_n - \bar{V} \quad (16)$$

З метою контролю безпеки дорожнього руху і забезпечення необхідного рівня ефективності транспортногo процесу доцільно оцінювати відхилення фактично досягнутої швидкості відносно трьох її нормативних значень (оптимального (V_n), мінімально (V_{\min}) і максимально припустимого (V_{\max})):

$$\Delta V_i^c = \left\{ \begin{array}{ll} V_{\min} - V_i, & V_i < V_{\min} \\ V_n - V_{\min}, & V_i = V_{\min} \\ V_n - V_i, & V_i < V_n \\ 0, & V_i = V_n \\ V_i - V_n, & V_i > V_n \\ V_{\max} - V_n, & V_i = V_{\max} \\ V_i - V_{\max}, & V_i > V_{\max} \end{array} \right. \quad (17)$$

Також слід звернути увагу на таку характеристику швидкісного режиму як дисперсія, що свідчить про рівномірність руху, яка у свою чергу впливає на знос АТЗ та рівень БДР. Оцінюючий показник по дисперсії швидкості приймається рівним різниці нормативної (σ_{vn}^2) і досягнутої дисперсії швидкості (σ_v^2):

$$\Delta\sigma_v^2 = \sigma_{vn}^2 - \sigma_v^2 \quad (18)$$

Аналогічним чином оцінюються прискорення при розгоні та сповільнення при гальмуванні, значення яких мають бути використані для оцінки стилю керування транспортним засобом з використанням коефіцієнту S_{T3} з формули (4):

$$S_{T3} = \Delta\sigma_v^2 \times k_v + \Delta\sigma_a^2 \times k_a + \Delta\sigma_j^2 \times k_j, \quad (19)$$

де k_v, k_a, k_j – вагові коефіцієнти до відповідних дисперсій швидкостей, прискорень та сповільнень транспортного засобу.

Рекомендації щодо практичної реалізації запропонованої методики

Для реалізації запропонованого підходу потрібно розробити ряд математичних моделей, які будуть базуватися на розглянутих вище критеріях і дозволять оцінювати не тільки якість роботи водія, а й забезпечать визначення фактичних значень показників ефективності, надійності та економічності перевезень з метою подальшого їх порівняння із запланованими значеннями. У перспективі це дозволить визначати залежність економічних втрат (прибутків) підприємств транспорту від рівня кваліфікації водіїв АТЗ, що буде особливо доцільним для організацій з численним парком транспортних засобів, де бракує об'єктивності контролю.

Важливим питанням, що повинно бути вирішено при оцінці якості роботи водія АТЗ, є об'єктивне визначення дорожньо-транспортної обстановки. Оскільки умови роботи водія можуть бути самими різноманітними та суттєво впливати на вибір швидкісного режиму руху АТЗ, тому їх обов'язково потрібно враховувати шляхом введення у модель відповідних вагових коефіцієнтів, а також використовувати адекватні ймовірнісно-статистичні моделі. Збір інформації у режимі реального часу, накопичення і обробка статистичної вибірки повинні виконуватись апаратно-програмними засобами автоматизованих систем моніторингу і диспетчерського управління наземним транспортом [8,10], що використовують прогресивні інформаційні технології – супутникові навігаційні й телекомунікаційні системи, наземні мережі мобільного зв'язку і сучасні засоби обробки і збереження інформації (рис.3).



Рисунок 3 – Узагальнена структурна схема AVL-системи
Figure 3 – A generalized structural scheme of the AVL system

Використання цих технологій відкриває широкі можливості для подальшого удосконалення методики оцінки якості роботи водія та виводить логістичне управління перевезеннями на більш високий рівень.

В якості бази для практичної реалізації розробленої методики можна розглянути такі відомі європейські платформи супутникового моніторингу як Wialon та WebEye [12], які вже мають спеціальні програмні застосунки для контролю якості роботи водіїв АТЗ. Запропонована методика може стати доповненням до існуючих програмних розробок та в певній мірі підвищить точність та об'єктивність оцінювання якості роботи водіїв.

Наступним етапом після об'єктивної оцінки кваліфікації водіїв є впровадження заходів для подальшого підвищення якості їх роботи, що насамперед передбачає вирішення оптимізаційної задачі. Задача оптимізації якості роботи водія за розглянутими вище критеріями є “конфліктною” так як передбачає максимізацію виконання плану за економічними критеріями (1), (2), (3) з одночасною мінімізацією по критеріях, що характеризують БДР (4) і (17).

$$\left\{ \begin{array}{l} (K_p + K_s + K_t) \xrightarrow{V_i \rightarrow V_{max}} \rightarrow \max \\ K_{dd} \xrightarrow{V_i \rightarrow V_n} \rightarrow \min \\ V_{min} \leq V_i \leq V_{max} \end{array} \right. \quad (20)$$

Висновки

Можна припустити, що деякі водії, працюючи на лінії будуть обирати такий швидкісний режим руху, який дозволить їм успішно виконувати план, але при цьому буде знижувати БДР. У такому випадку основним заходом, що сприятиме вирішенню оптимізаційної задачі є зважений підхід до встановлення планових економічних показників з урахуванням фактичних умов роботи АТЗ або, як вже зазначалось, виходячи з ймовірно-статистичних характеристик цих умов. Іншими словами, потрібно так планувати економічні показники перевезень, щоб водій АТЗ міг у достатній мірі їх забезпечувати і при цьому не вдаватись до порушень ПДР, “екстремального” керування АТЗ, що може призвести до ДТП. Крім того, водій повинен усвідомлювати, що його робота знаходиться під постійним контролем і кожна помилка, будь-то суттєве відхилення від запланованого маршруту руху, перевищення швидкості або неадекватна поведінка на дорозі, буде автоматично зафіксована системою і в результаті стане відомою керівництву підприємства.

Отже, запропонований підхід дозволить суттєво знизити вплив людського фактору на ефективність перевезень і сприятиме підвищенню безпеки дорожнього руху.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Іовлев В.Д. Професійна етика та культура водіння: Навчальний посібник. Луцьк: Вид. “Твердиня”, 2008. 48 с.
2. Кабанцева А.В. Значення психічного здоров'я водія для безпеки дорожнього руху/ Медична психологія, 2016, №3, С.48-51.
3. Лях М.А., Дем'янюк О.С., Бешун О.А. Основи керування автомобілем та безпека дорожнього руху: Навч. посібник для ВНЗ – К.: ВІКНУ, 2011 – 368 с.
4. Давідіч Ю. О. Конспект лекцій з дисципліни «Ефективність транспорту» (для магістрів усіх форм навчання спеціальності 275 – Транспортні технології) / Ю. О. Давідіч, Г. І. Фалєцька, М. В. Ольхова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 74 с.
5. Кухарчук О.П., Шумляківський В.П., Титаренко В.Є. Фактор людини у питанні підвищення ефективності експлуатації міського громадського транспорту / Державний університет «Житомирська політехніка» DOI: [https://doi.org/10.26642/tn-2019-1\(83\)-18-24](https://doi.org/10.26642/tn-2019-1(83)-18-24)
6. Md Rohani M. Bus Driving Behaviour and Fuel Consumption: thesis for the degree of Doctor of Philosophy / M. Md Rohani. – Southampton. – 2012. – P. 116–136.

7. Потреба в технологіях еко-водіння у міському громадському транспорті, Луцький національний технічний університет 43018, Україна, м. Луцьк, вул. Львівська, 75 © І. Слатов, І. Мурований, 2023 <https://doi.org/10.23939/tt2023.01.073> (англійською).
8. Баранов Г.Л. Диспетчерські системи класу AVL по управлінню перевезеннями із застосуванням супутникових технологій / Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. Застосування супутникових технологій у транспортній галузі. – К.: НТУ, ТАУ. – 2002. – С.18 – 23.
9. Беляєвський Л.С., Топольськов Є.О. Застосування сучасних навігаційно-телекомунікаційних технологій та моделей оцінки надійності функціонування логістичної системи за концепцією «Just in time» / Вісник Центрального наукового центру ТАУ . – К.: 2009. – Вип. 12.– С.113-116.
10. Топольськов Є.О. Удосконалення бортових навігаційних комплексів автотранспортних засобів з використанням інерціальних датчиків та імовірно-геометричних методів обробки інформації / Л.С. Беляєвський, Г.Л. Баранов, А.А. Сердюк, Є.О. Топольськов // Науково-технічний збірник «Інформаційні системи, механіка та керування» НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». – К., 2019. – Вип. 21. – С. 135-147.
11. Веригіна І. В., Островська О. В., Сугакова О. В. Теорія ймовірностей та математична статистика лекції і практикум: Навч. Посібник. [Електронне мережне навчальне видання] – К.: НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022 – 254 с.
12. Програмні застосунки для оцінки якості роботи водіїв у AVL-системах моніторингу автотранспорту. [Електронний ресурс]: <https://wialon.com/en/eco-driving>, <https://www.webeye.eu/ua-ua/rishennya/upravlinnya-vodiyami> (дата звернення: 25.03.2024).

REFERENCES

1. Iovliev V.D. Profesiina etyka ta kultura vodinnia: Navchalnyi posibnyk. Lutsk: Vyd. “Tverdynia”, 2008. 48 s.
2. Kabantseva A.V. Znachennia psyhichnoho zdorovia vodiia dlia bezpeky dorozhnoho rukhu/ Medychna psyhologhiia, 2016, №3, S.48-51.
3. Liakh M.A., Demianiuk O.S., Beshun O.A. Osnovy keruvannia avtomobilem ta bezpeka dorozhnoho rukhu: Navch. posibnyk dlia VNZ – K.: VIKNU, 2011 – 368 s.
4. Davidich Yu. O. Konspekt lektsii z dystsypliny «Efektyvnist transportu» (dlia mahistriv usikh form navchannia spetsialnosti 275 – Transportni tekhnologii) / Yu. O. Davidich, H. I. Faletska, M. V. Olkhova; Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O. M. Beketova. – Kharkiv : KhNUMH im. O. M. Beketova, 2019. – 74 s.
5. Kukharchuk O.P., Shumliakivskiy V.P., Tytarenko V.Ie. Faktor liudyny u pytanni pidvyshchennia efektyvnosti ekspluatatsii miskoho hromadskoho transportu / Derzhavnyi universytet «Zhytomyrska politekhnikha» DOI: [https://doi.org/10.26642/tn-2019-1\(83\)-18-24](https://doi.org/10.26642/tn-2019-1(83)-18-24)
6. Md Rohani M. Bus Driving Behaviour and Fuel Consumption: thesis for the degree of Doctor of Philosophy / M. Md Rohani. – Southampton. – 2012. – P. 116–136.
7. Potreba v tekhnolohiiakh eko-vodinnia u miskomu hromadskomu transporti, Lutskiyi natsionalnyi tekhnichniy universytet 43018, Ukraina, m. Lutsk, vul. Lvivska, 75 © I. Slatov, I. Murovaniy, 2023 <https://doi.org/10.23939/tt2023.01.073> (anhliiskoiiu).
8. Baranov H.L. Dyspetcherski systemy klasu AVL po upravlinniu perevezenniamy iz zastosuvanniam suputnykovykh tekhnologii / Systemni metody keruvannia, tekhnolohiia ta orhanizatsiia vyrobnytstva, remontu i ekspluatatsii avtomobiliv. Zastosuvannia suputnykovykh tekhnologii u transportnii haluzi. – K.: NTU, TAU. – 2002. – S.18 – 23.
9. Bieliaievskiy L.S., Topolskov Ye.O. Zastosuvannia suchasnykh navihatsiino-telekomunikatsiinykh tekhnolohii ta modelei otsinky nadiinosti funktsionuvannia lohistychnoi systemy za kontseptsiiieu «Just in time» \ Visnyk Tsentralnogo naukovohto tsentru TAU . – K.: 2009. – Vyp. 12.– S.113-116.
10. Topolskov Ye.O. Udoskonalennia bortovykh navihatsiinykh kompleksiv avtotransportnykh zasobiv z vykorystanniam inertsiialnykh datchykyv ta imovirnisno-heometrychnykh metodiv obrobky informatsii / L.S. Bieliaievskiy, H.L. Baranov, A.A. Serdiuk, Ye.O. Topolskov // Naukovo-tekhnichniy

zbirnyk «Informatsiini systemy, mekhanika ta keruvannia» NTUU «Kyivskiy politekhnichnyi instytut imeni Ihoria Sikorskoho». – K., 2019. – Vyp. 21. – S. 135-147.

11. Veryhina I. V., Ostrovska O. V., Suhakova O. V. Teoriia ymovirnosti ta matematychna statystyka leksii i praktykum: Navch. Posibnyk. [Elektronne merezhne navchalne vydannia] – K.: NTUU KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2022 – 254 c.

12. Prohramni zastosunky dlia otsinky yakosti roboty vodiiv u AVL-systemakh monitorynhu avtotransportu. [Elektronnyi resurs]: <https://wialon.com/en/eco-driving>, <https://www.webeye.eu/ua-ua/rishennya/upravlinnya-vodiyami> (data zvernennia: 25.03.2024).

РЕФЕРАТ

Топольськов Є.О. Методика оцінювання якості роботи водіїв автотранспортних засобів з використанням AVL-систем / Є.О. Топольськов, О.Є. Сокульський // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий, науково-виробничий журнал. – К.: НТУ, 2024. – Вип. 1 (58).

Об'єкт дослідження – процеси моніторингу та критерії оцінювання якості роботи водіїв автотранспортних засобів.

Мета роботи – обґрунтування методики оцінювання якості водіїв автотранспортних засобів з використанням сучасних технологій моніторингу та методів статистичної обробки даних.

У дослідженні використаний комплексний метод аналізу та синтезу на основі обрання основних критеріїв якості та відповідних параметрів для проведення статистичної обробки інформації й формування математичних моделей оцінки ефективності та безпеки перевезень.

У статті висвітлюється актуальна проблема оцінювання кваліфікації та якості роботи водіїв автотранспортних засобів і аналізуються різні підходи до її вирішення. Обґрунтовуються найбільш важливі критерії для оцінювання кваліфікації і проведення поточного контролю якості роботи водіїв. Обирається в якості основного фактору, що впливає на показники якості роботи водія, швидкісний режим руху автотранспортного засобу і пропонується методика статистичної обробки значень його основних параметрів, що вимірюються бортовими датчиками швидкості та прискорення автомобіля у комплексі з приймачем сигналів глобальних навігаційних супутникових систем.

На завершення надаються рекомендації щодо розробки моделей оцінки ефективності та безпеки перевезень при зміні швидкісного режиму руху з урахуванням розглянутих критеріїв, а також пропонується реалізація розробленої методики з використанням апаратно-програмних засобів існуючих систем супутникового моніторингу автотранспорту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ЯКІСТЬ РОБОТИ ВОДІЯ, КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ, ШВИДКІСНИЙ РЕЖИМ РУХУ, МОНІТОРИНГ АВТОТРАНСПОРТУ, AVL-СИСТЕМА, ДАТЧИКИ ПРИСКОРЕННЯ, СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ.

ABSTRACT

Topolskov Y.O., Sokulskyi O.E. Methodology for assessing the quality of the work of motor vehicle drivers using AVL systems. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific, scientific and industrial journal. – K.: NTU, 2024. – Issue 1 (58).

The object of the research is monitoring processes and criteria for assessing the quality of work of motor vehicle drivers.

The purpose of the work is to substantiate the methodology for assessing the quality of motor vehicle drivers using modern monitoring technologies and methods of statistical data processing.

The research uses a complex method of analysis and synthesis based on the selection of the main quality criteria and relevant parameters for statistical processing of information and the formation of mathematical models for evaluating the efficiency and safety of transportation.

The article highlights the actual problem of evaluating the qualifications and work quality of motor vehicle drivers and analyzes various approaches to its solution. The most important criteria for evaluating the qualifications and conducting current control of the quality of the work of drivers are substantiated. The driver's work quality, the speed mode of the motor vehicle is chosen as the main factor affecting the indicators, and a method of statistical processing of the values of its main parameters, measured by the on-

board speed and acceleration sensors of the car in combination with the receiver of signals of global navigation satellite systems, is proposed.

At the end, recommendations are provided for the development of models for evaluating the efficiency and safety of transportation when changing the speed mode of traffic, taking into account the considered criteria, and also the implementation of the developed methodology using the hardware and software of existing systems of satellite monitoring of motor vehicles is proposed.

KEY WORDS: EFFICIENCY AND SAFETY OF TRANSPORTATION, QUALITY OF DRIVER'S WORK, EVALUATION CRITERIA, HIGH-SPEED TRAFFIC MODE, MONITORING OF AUTOMOBILE TRANSPORT, AVL SYSTEM, ACCELERATION SENSORS, STATISTICAL INFORMATION PROCESSING.

АВТОРИ:

Топольськов Євгеній Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри інформаційних систем і технологій, e-mail: dreugent@gmail.com, тел.: +380442807066, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 347а, orcid.org/0000-0001-5587-3069.

Сокульський Олег Євгенович, кандидат технічних наук, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», доцент кафедри інформаційних систем та технологій, e-mail: mortimer@ukr.net, тел. +380634277709, Україна, 03056, м. Київ, проспект Перемоги, 37, orcid.org /0000-0003-3853-9928

AUTHORS:

Topolskov Y.O., Ph.D., Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of the Department of information systems and technologies, e-mail: dreugent@gmail.com, tel.: +380442807066, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovych-Pavlenko Str., 1, of. 347a, orcid.org/0000-0001-5587-3069.

Sokulskyi O.E. , Ph.D. National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, e-mail: mortimer@ukr.net, tel. +380634277709, Ukraine, 03056, pr. Peremohy, 37, orcid.org/0000-0003-3853-9928

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Баранов Г.Л., доктор тех. наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри інформаційних систем і технологій факультету транспортних та інформаційних технологій, Київ, Україна.

Івохін Є.В., доктор фіз.-мат. наук, професор, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, професор кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень факультету комп'ютерних наук та кібернетики, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Baranov G.L., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of the Department of information systems and technologies, Kyiv, Ukraine.

Ivohin E.V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Taras Shevchenko National university of Kyiv, Professor of the Department of systems analysis and decision theory, Faculty of computer science and cybernetics, Kyiv, Ukraine.