

Форнальчик Є.Ю., Гілевич В.В.
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

ДО ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

Сьогодні, як і в усі часи, у сфері обслуговування на перше місце ставиться якість і оперативність виконання послуг, у цьому разі на перевезення вантажів. Критерієм ефективності використання транспортних засобів під час перевезення вантажів є своєчасність доставки зі збереженням їх якісних показників. На перевезення впливає значна кількість факторів, зокрема тип і якість дорожніх покриттів, інтенсивність руху транспортних потоків, стаж водіїв з певними їх психофізіологічними властивостями, безпечна швидкість перевезень тощо, які впливають на ефективність перевізних процесів. Найбільш недостатньо вивченими та обґрунтованими є терміни доставки вантажів, які напряму пов'язані з швидкістю руху перевізника на конкретних маршрутах.

Автори використали швидкість перевезень, яка безпосереднім чином впливає на продуктивність автомобілів, що перевозять вантажі з відповідним завантаженням. На прикладі продуктивності перевезень (за обсягами перевезень) показано, що чинна методика визначення її повинна коригуватися на основі обґрунтованої швидкості перевезень з тим, щоб адекватно оцінювати якість обслуговування.

Під впливом змінної швидкості транспортних засобів на маршруті знайдена продуктивність є меншою, ніж, якщо вона приймається постійною. Визначена, з урахуванням задекларованого підходу продуктивність, адекватніше оцінюватиме якість обслуговування перевезеннями вантажів. Отриманий результат вказує на те, що ця швидкість повинна обґрунтовуватися у першу чергу, оскільки вона є визначальною в адекватному оцінюванні продуктивності та якості обслуговування

Ключові слова: вантажні перевезення, транспортний засіб, швидкість руху, якість обслуговування, продуктивність.

ВСТУП

Скорочення термінів доставки вантажів досягають в основному за рахунок мінімізації технологічного циклу перевезень. Якщо ідеться про основну компоненту циклу – безпосередній рух транспортного засобу (ТЗ) від вантажовідправника до вантажоотримувача (займає близько 95% загальної тривалості циклу), то, як показують результати багаточисельних досліджень та практичний досвід, усе зводиться не тільки до визначення тривалості руху між ними, але й до визначення продуктивності ТЗ на перевезеннях. У цьому полягає проблематика в оцінюванні ефективності і якості обслуговування як замовників на перевезення вантажів, так і перевізників. Очевидно, що чим з більшою швидкістю відбувається рух ТЗ відповідної вантажності на маршруті, тим вища продуктивність його. Оскільки вантажність залежить безпосередньо від конструкції ТЗ, то швидкість – від умов та режимів руху на маршруті перевезень. Викладене вказує на актуальність і потребу поглибити дослідження впливу швидкості ТЗ на продуктивність цього перевізного процесу.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Умови та режими руху ТЗ характеризуються впливом різних чинників, серед яких основні: тип і якість дорожніх покриттів з відповідним індексом рівності; інтенсивність руху транспортних потоків (ТП), у яких розглядувані ТЗ з підтриманням її водіями у відповідному діапазоні (останнє залежить від водійського стажу та психофізіологічних напружень водіїв під час перевезень); структура ТП (з відповідним співвідношенням у ньому легкових, вантажних автомобілів, автопоїздів); вплив погодних умов (мокре дощове чи снігове покриття), які зумовлюють, крім «згущень» у ТП, і вибір відповідних швидкостей ТЗ з умов безпеки руху, зокрема на відповідних ділянках мережі між населеними пунктами [1].

Визначальним критерієм ефективності використання ТЗ під час перевезення вантажів є своєчасність доставки зі збереженням їх якісних показників. Серед основних характеристик вантажних перевезень загально визнано якість транспортного обслуговування, яка передбачає передовсім швидкість і терміни доставки та збереження вантажів, забезпечення безпеки і екології перевезень. Загальний середній рівень якості визначають за сукупністю перелічених показників [2]:

$$K_{\text{заг}} = \sum (k_i \cdot \alpha_i), \quad (1)$$

де k_i – рівень конкретного показника якості; α_i – питома частка цього показника серед інших розглянутих.

Не завжди і не для усіх варіантів і схем технологічних процесів перевезень ці показники мають відповідні теоретичні та практичні обґрунтування й тому отримуваний рівень якості задоволення цих транспортних послуг часто далекий від потрібного (сподіваного). Найбільш недостатньо вивченими та обґрунтованими є терміни доставки вантажів, які напряду пов'язані з швидкістю руху перевізника на конкретних маршрутах. Нормативів для неї немає, оскільки вона залежить від впливу великої кількості чинників, керувати якими цілеспрямовано практично не можливо.

Очевидно, що якщо вибір меж показників, які характеризують транспортний засіб і вантажі, не викликає особливих сумнівів, то швидкість перевезень на різних маршрутах повинна мати відповідне обґрунтування. Так само, як і професійні можливості водія. Раніше був досліджений взаємозв'язок між змінами технічної швидкості транспортних засобів і умовами руху у межах міста [3]. На підставі результатів встановлено, що збільшення технічної швидкості можливе за рахунок довжини маршруту. Однак, впливати на це таким чином не завжди можливо внаслідок того, що довжина маршруту визначається місцем розташування вантажовідправника та вантажоотримувача.

Крім цього, досліджувалась ергономічна стійкість транспортних потоків на різних ділянках вулично-дорожньої мережі (ВДМ) [4]. Серед факторів, які впливають на цю стійкість, є такі: градієнти швидкості ТЗ, щільності та швидкості ТП, динамічні властивості ТЗ, кількість смуг на ВДМ, затримки на пішохідних та транспортних переходах. Обґрунтовано параметри, які характеризують реакцію ТП на вплив перерахованих факторів. Виявлено також вплив показника активності регуляторних систем водія, зростання якого може також призвести до збільшення технічної швидкості ТЗ [5-7 та інші]. Однак підвищувати швидкість ТЗ з використанням цього показника не завжди оправдано, оскільки зі збільшенням напруги водія можливе збільшення імовірності виникнення дорожньо-транспортної події [8].

Сьогодні визначальна частка вантажних перевезень припадає на автомобільний транспорт, маршрути якого пролягають у містах, між містами, державами (будівельні матеріали, харчова продукція, вироби легкої та важкої промисловості, паливо-мастильні матеріали тощо). Вчасна доставка вантажів замовникам відіграє першорядне завдання. Чим скоріше доставлені вантажі, тим швидше автомобіль повертається у початковий пункт вантажовідправника.

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою у цьому дослідженні є встановлення впливу швидкості руху ТЗ на маршруті перевезень на продуктивність його (як узагальнений показник), яким можна оцінювати, у т.ч. оперативність і якість обслуговування замовників. Для досягнення мети розв'язуються такі задачі: аналіз відомої формули для визначення продуктивності ТЗ за обсягами перевезень вантажів; порівняльний аналіз результатів розрахунків продуктивності за згаданою формулою на основі рекомендованих нормативів початкових даних та за реальними (для конкретних маршрутів перевезень) показниками; обґрунтувати основний показник, яким забезпечуватиметься оперативність обслуговування замовників вантажів – середню технічну швидкість ТЗ на маршруті.

З урахуванням вимог щодо оперативності обслуговування замовників вантажів важливо оцінити при цьому продуктивність ТЗ на маршруті, за яким вантаж доставляється замовникові. Відомо, що її визначають, наприклад, за обсягами перевезень, за такою формулою [9]:

$$W_Q = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot V_m \cdot \beta_i}{L_m + t_{n-p} \cdot V_m \cdot \beta_i}, \text{ т/год}, \quad (2)$$

де q – вантажність ТЗ, т; γ_c – статичний коефіцієнт використання вантажності ТЗ; V_m – середня технічна швидкість ТЗ на маршруті перевезення вантажів, км/год.; β_i – коефіцієнт використання пробігу ТЗ на маршруті; L_m – довжина маршруту, км; t_{n-p} – тривалість навантажувально-розвантажувальних операцій (навантаження вантажів у вантажовідправника, розвантаження у вантажоотримувача) год.

У розрахунках кожен із показників відповідним чином обґрунтовують: вантажність за технічною характеристикою ТЗ; статичний коефіцієнт γ_c – на скільки використовується вантажність ТЗ на перевезенні певних видів вантажів з урахуванням типів маршрутів (міські, міжміські, міжнародні); беруть у межах 0,80-0,98; середня технічна швидкість ТЗ на маршруті, приймають у межах 60-75 км/год; довжини маршрутів перевезень – за фактичною відстанню між кореспондуючими пунктами, км; тривалість t_{n-p} нормується залежно від виду вантажів і

механізовано-ручних операцій (діапазон цієї тривалості може бути у межах 0,50-0,80 год.); коефіцієнт використання пробігу ТЗ на маршруті залежить від типу його (маятниковий, кільцевий тощо), у розрахунках приймають у межах 0,5 для маятникових маршрутів до 1,0 якщо, наприклад, маршрут розвізно-збірний.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розглянемо визначення продуктивності перевезення вантажів, для прикладу, у межах Львівської приміської зони автомобілем Mercedes-Benz Sprinter 519 масою 3,0 т на відстань 30 км (між населеними пунктами Львів – Жовква) зі статичним коефіцієнтом вантажності 0,95 і тривалістю навантажувально-розвантажувальних операцій 0,5 год та коефіцієнтом використання пробігу 0,5 (маятниковий маршрут) і вважати, що середня експлуатаційна швидкість цього ТЗ на маршруті становитиме 60 км/год, то він може працювати з продуктивністю, $W_Q = 1,90$ т/год.

У ранішому дослідженні швидкості ТЗ, було встановлено найбільше зниження її за збільшення кількості перехресть на маршруті у межах міста [10]. Кінцевим результатом у ньому виявлено вплив на швидкість семи факторів: довжина маршруту перевезень вантажів, L_m , км; показник активності регуляторних систем водія, P_{pc} ; швидкість транспортного потоку (V_n), у якому рухається вантажний ТЗ, км/год; стаж водія за кермом цього ТЗ, S_θ , років; коефіцієнт використання вантажності ТЗ, γ_c ; кількість перехресть (регульованих і нерегульованих) на маршруті перевезень, K_{nep} ; питома потужність двигуна цього ТЗ, W_{nut} , кВт/т. З урахуванням їх розроблено регресійну модель [10]:

$$V_m = 0,001L_m + 2,21P_{pc} + 0,1V_n + 0,27S_\theta - 4,82\gamma_c - 0,45K_{nep} + 0,33W_{nut}, \text{ км/год.} \quad (3)$$

Автори роблять висновок про можливість використання отриманої моделі для визначення змін середньої технічної швидкості від впливу зазначених факторів і врахування цього у розрахунках (проектуванні) параметрів технологічного процесу перевезення вантажів.

До наведеного вище прикладу з перевезення вантажів на маршруті Львів – Жовква та з урахуванням професійного стажу водія 10 років, у якого показник активності регуляторних систем рівний 5 і на цьому шляху (30 км) транспортний потік рухається із середньою швидкістю 60 км/год і має перетини з п'ятьма перехрестями, а питома потужність двигуна цього ТЗ 46,67 кВт/т, знайдемо середню технічну швидкість:

$$V_m = 0,001 \cdot 30 + 2,21 \cdot 5 + 0,1 \cdot 60 + 0,27 \cdot 10 - 4,82 \cdot 0,95 - 0,45 \cdot 5 + 0,33 \cdot 46,67 = 28,35 \text{ км/год.}$$

Отриманий результат виявився меншим, порівняно із швидкістю, яку прийняли без обґрунтування.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Очевидно (див. формулу 3), що причиною цьому у найбільшій мірі є швидкість транспортного потоку, водійський стаж, кількість перехресть, а також показник активності регуляторних систем водія. Аналізом маршруту перевезень встановлено, що середня технічна швидкість ТЗ не може перевищувати 60 км/год, оскільки він пролягає через 6 населених пунктів, проїзд яких обмежений з швидкістю 50 км/год. Він також перетинає 5 перехресть (одне регульоване, 4 нерегульовані) та 10 нерегульованих пішохідних переходів. Крім цього, на маршруті встановлені 18 дорожніх знаків, які обмежують швидкість руху ТЗ. На практиці майже усі водії ігнорують перераховані обмеження. Усе перераховане, звісно, повинно адекватно сприйматися водієм, щоб забезпечити безпечний рух та збереження якісних характеристик вантажу, що перевозиться. У зв'язку з цим вибрано 10-річний стаж роботи водія з відповідно 5-м рівнем активності його регуляторних систем.

З урахуванням дії перерахованих факторів виходить, що середня технічна швидкість ТЗ значно менша, ніж прийнята у розрахунку його продуктивності ($60 - 28,35 = 31,65$ км/год). Якщо підставити отримане значення швидкості $V_m = 28,35$ км/год у формулу (2), продуктивність ТЗ за обсягами перевезень становитиме:

$$W_Q = \frac{3,0 \cdot 0,95 \cdot 28,35 \cdot 0,5}{30 + 0,5 \cdot 28,35 \cdot 0,5} = 1,09 \text{ т/год.}$$

Тобто, фактична продуктивність на перевезеннях вантажів (на прикладі автомобіля Mercedes-Benz Sprinter 519) на цьому маршруті є меншою на 0,81 т/год, порівняно з тим, якщо приймати середню технічну швидкість руху між кореспондуючими пунктами без належного обґрунтування. Отриманий результат вказує на те, що ця швидкість повинна обґрунтовуватися у першу чергу, оскільки вона є визначальною в адекватному оцінюванні продуктивності та якості обслуговування. До цього ж, методика визначення продуктивності вантажних перевезень повинна бути переглянута і внесені відповідні доповнення з акцентом на обґрунтовану середню технічну швидкість ТЗ.

ВИСНОВКИ

Встановлено (на прикладі продуктивності ТЗ на обсягами перевезень), що використання під час планування і контролю перевезень рекомендованих нормативів, які входять у формулу для визначення продуктивності ТЗ, не відповідають фактичним результатам її. Порівняльний аналіз цієї продуктивності з продуктивністю ТЗ, для якої обґрунтовані показники, зокрема швидкість руху ТЗ, показав, що фактична продуктивність є меншою від тої, яку розраховують за рекомендованими нормативами. Задекларована на початку статті якість обслуговування вантажоотримувачів напругу вказує на потребу визначення термінів доставки вантажів, які повинні передовсім володіти обґрунтованими значеннями швидкості руху ТЗ на маршруті перевезень. За відсутності цього вантажоотримувач не буде мати сподіваних результатів своєї майбутньої (після отримання вантажів) діяльності.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Вознюк А.Б. Удосконалення методу прогнозування аварійно-небезпечних ділянок на мережі автомобільних доріг: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01. Київ, 2021. 226 с. URL: http://diser.ntu.edu.ua/Vozniuk_dis.pdf.
2. Луб'яний П.В., Войтович О.А., Моспан В.М., Моспан Н.В. Управління якістю транспортного обслуговування. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2024. № 3. С. 68-74. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.3.9>.
3. Ву Дик Мінх. Підвищення ефективності організації дорожнього руху в транспортних районах міста: дис. ... доктора філософії: 275 Транспортні технології (за видами). Харків, 2021. 205 с. URL: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/Захисти_PhD/Дисертація_Мінх.pdf.
4. Войтов В.А., Кравцов А.Г., Карнаух М.В., Горяїнов О.М., Козенок А.С., Бабич І.А. Оцінка ергономічної стійкості транспортних потоків на ділянках дорожньої мережі. Ідентифікація математичної моделі. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Вип. 7 (38), ч.1. С. 236-244. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.236-245](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.236-245).
5. Жук М.М., Ковалишин В.В. Аналіз методів дослідження функціонального стану водія і показників його діяльності. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2011. № 5/2 (53). С. 12-15. URL: <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/957/862>.
6. Постранський Т.М., Кривенчук Ю.П. Психофізіологічні властивості водія та безпека дорожнього руху: монографія. Львів: Видавництво Тараса Сороки, 2022. 192 с.
7. Fornalchyk Ye., Afonin M., Postranskyu T. & Boikiv M. Risk assessment during the transportation of dangerous goods considering the functional state of the driver. *Transport problems*. 2021. Vol. 16(1). P. 139-152. DOI: <https://doi.org/10.21307/tp-2021-012>.
8. Гюлев Н.У., Доля В.К., Бичев М.С. Про вплив зміни функціонального стану водія на безпеку дорожнього руху. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. № 3/3 (63). С. 67-69. URL: <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/14742/12520>.
9. Дмитриченко М.Ф., Яцківський Л.Ю., Ширяєва С.Ф., Докуніхін В.З. Основи теорії транспортних процесів і систем: навч. посіб. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2009. 336 с.
10. Galkin A., Davidich N., Melenchuk T., Kush Ye., Davidich Yu. & Lobashov O. Modelling Truck's Transportation Speed on the Route Considering Driver's State. *Transportation Research Procedia*. 2018. Vol. 30. P. 207-215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.023>.

REFERENCES

1. Vozniuk A.B. (2021). *Improving the method of predicting emergency-dangerous areas on the road network*. Candidate's thesis. Kyiv: National Transport University [in Ukrainian]. URL: http://diser.ntu.edu.ua/Vozniuk_dis.pdf.
2. Lubyany P.V., Voitovych O.A., Mospan V.M. & Mospan N.V. (2024). Transport service quality management. *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*, 3, 68-74 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.3.9>.

3. Vu Dyk Minh. (2021). Improvement of traffic management efficiency in transport zones of a city. PhD dissertation. Kharkiv: Kharkiv National Automobile and Highway University [in Ukrainian]. URL: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/Захисти_PhD/Дисертація_Мінь.pdf.
4. Voitov V.A., Kravtsov A.H., Karnaukh M.V., Horiainov O.M., Kozenok A.S. & Babych I.A. (2023). Assessment of ergonomic stability of traffic flows on sections of the road network. Identification of a mathematical model. *Tsentrlnoukrainskyi naukovyi visnyk. Tekhnichni nauky*, 7 (38), part 1, 236-244 [in Ukrainian]. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.236-245](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.236-245).
5. Zhuk M.M. & Kovalyshyn V.V. (2011). Analysis of methods for studying the functional state of a driver and indicators of his activity. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/2 (53), 12-15 [in Ukrainian]. URL: <https://journals.urau.ua/eejet/article/view/957/862>.
6. Postranskyi T.M. & Kryvenchuk Yu.P. (2022). *Psychophysiological properties of the driver and road safety*. Lviv: Vydavnytstvo Tarasa Soroky [in Ukrainian].
7. Fornalchyk Ye., Afonin M., Postranskyi T. & Boikiv M. (2021). Risk assessment during the transportation of dangerous goods considering the functional state of the driver. *Transport problems*, 16(1), 139-152. DOI: <https://doi.org/10.21307/tp-2021-012>.
8. Hiuliev N.U., Dolia V.K. & Bychev M.S. (2013). On the influence of changes in the driver's functional state on road safety. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3/3 (63), 67-69 [in Ukrainian]. URL: <https://journals.urau.ua/eejet/article/view/14742/12520>.
9. Dmytrychenko M.F., Yatskiivskiy L.Iu., Shyriaieva S.F. & Dokunikhin V.Z. (2009). *Fundamentals of the theory of transport processes and systems*. Kyiv: Vydavnychi Dim «Slovo» [in Ukrainian].
10. Galkin A., Davidich N., Melenchuk T., Kush Ye., Davidich Yu. & Lobashov O. (2018). Modelling Truck's Transportation Speed on the Route Considering Driver's State. *Transportation Research Procedia*, 30, 207-215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.023>.

Ye. Fornalchyk, V. Hilevych. To determining the level of service of cargo transportation

Today, as at all times, the quality and efficiency of services, in this case, cargo transportation, are of paramount importance in the service sector. The criterion for the efficiency of using vehicles in cargo transportation is the timeliness of delivery while maintaining their quality indicators. Transportation is influenced by a many factors that affect the efficiency of transportation processes, including the type and quality of road surfaces, traffic volume, driver experience with specific psychophysiological properties, safe transportation speed, etc. The most insufficiently studied and substantiated are the terms of cargo delivery, which are directly related to the speed of the carrier on specific routes.

The authors used the speed of transportation, which directly affects the productivity of vehicles transporting goods with the respective load. The example of transportation productivity (in terms of transportation volumes) shows that the current methodology for determining it should be adjusted based on a reasonable transportation speed to assess service quality adequately.

Under the influence of the variable speed of vehicles on the route, the found productivity is lower than if it is assumed to be constant. Considering the declared approach, the productivity determined will more adequately assess the quality of cargo transportation services. This result indicates that this speed should be justified in the first place, as it is crucial for an adequate assessment of productivity and quality of service.

Keywords: cargo transportation, vehicle, speed of movement, quality of service, efficiency.

ФОРНАЛЬЧИК Євген Юліанович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри транспортних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: yevhen.y.fornalchyk@lpnu.ua, ORCID: 0000-0003-4137-0625.

ГІЛЕВИЧ Володимир Васильович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: volodymyr.v.hilevych@lpnu.ua, ORCID: 0000-0001-8873-7522.

Yevhen FORNALCHYK, Doctor of Engineering Sciences, Professor at Transport Technologies Department, Lviv Polytechnic National University, e-mail: yevhen.y.fornalchyk@lpnu.ua, ORCID: 0000-0003-4137-0625.

Volodymyr HILEVYCH, PhD, Associate Professor at Transport Technologies Department, Lviv Polytechnic National University, e-mail: volodymyr.v.hilevych@lpnu.ua, ORCID: 0000-0001-8873-7522.

DOI 10.36910/automash.v1i24.1749