

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ ВОДІЯ ПІД ЧАС ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод прогнозування ефективності водіїв при вантажних перевезеннях на основі нейронних мереж, що дозволяє визначити вплив поведінкових факторів на витрати палива. Для аналізу використано дані, отримані з OBD-II та CAN-шини вантажних автомобілів, які фіксували стиль водіння десяти водіїв у різних умовах експлуатації. Розроблені рекомендації допоможуть водіям зменшити експлуатаційні витрати ПММ.

Ключові слова: водій, витрати палива, експлуатаційні витрати, моніторинг транспортних засобів, поведінка водія, планування маршрутів.

Abstract

The paper proposes a method for predicting the efficiency of drivers in freight transportation based on neural networks, which allows determining the influence of behavioral factors on fuel consumption. The analysis is based on data obtained from OBD-II and CAN-bus of trucks, which recorded the driving style of ten drivers in different operating conditions. The developed recommendations will help drivers reduce fuel consumption.

Keywords: driver, fuel consumption, operating costs, LMS, vehicle monitoring, driver behavior, route planning.

Вступ

Водій є критично важливим компонентом, який визначає, чи може процес перевезення вантажу бути здійснений з низькими витратами і високою ефективністю. Його рішення під час керування транспортним засобом, вибір стратегії водіння, манера управління та дотримання правил впливають на експлуатаційні витрати компанії, а також на технічний стан транспортних засобів.[1-5]

Метою роботи є розроблення методу прогнозування поведінки водія з метою її належної оцінки та корегування у випадку необхідності.

Результати дослідження

На першому етапі дослідження відбувається замір наявних поточних даних роботи 10 водіїв за допомогою пристроїв OBD-II та CAN-шини, що інтегровані у вантажні автомобілі. На наступному кроці нейронна мережа та її інструментарій в MATLAB використовуються для навчання та генерування прогнозної функції зв'язку компонентів поведінки водія та витрати пального. Коли набір нових компонентів поведінки водія вводиться в навчену мережу, можна отримати корегований показник споживання пального, а саме індикатор споживання палива водіями з різними параметрами поведінки [1-3].

Завдяки результатам можна легко оцінити поведінку водіїв та отримати оптимальне рішення щодо їх диспетчеризації. Результати роботи ШНМ відображено у таблиці 1.

Для опису впливу поведінки на величину споживання пального використовується індикатор I_i^{fuel} відображення відносної швидкості споживання палива водієм i . Згідно з визначенням показника споживання палива, існує три різних значення I_i^{fuel} :

$I_i^{fuel} > 1$: Водій витрачає більше палива для керування вантажівкою, ніж звичайна норма споживання пального. Така поведінка свідчить про надмірне споживання пального.

$I_i^{fuel} = 1$: Водій витрачає стільки ж пального на керування вантажівкою, як і за нормального споживання пального. Така поведінка є нормальною.

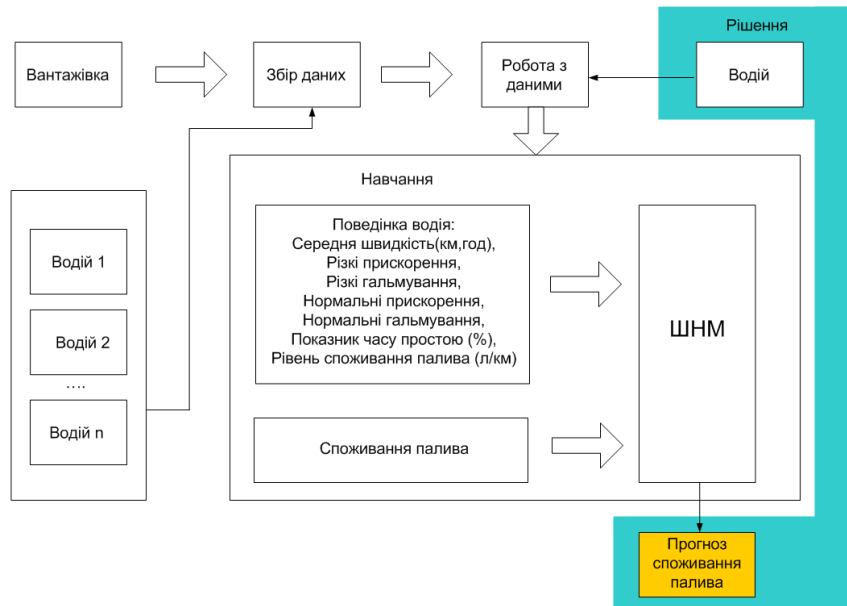


Рис. 1 - Модель зв'язку між поведінкою водія та споживанням палива

Таблиця 1 – Прогнозні значення витрати палива водіями.

ID водія	Рівень витрати палива (км/л)	Витрата палива (л) на величину пробігу, км				
		1000	2000	5000	10 000	100 000
B1	7,84	127,55	255,10	637,76	1339,29	14030,61
B2	8,63	115,88	231,75	579,37	1216,67	12746,24
B3	12,9	77,52	155,04	387,60	813,95	8527,13
B4	6,32	158,23	316,46	791,14	1661,39	17405,06
B5	7,02	142,45	284,91	712,25	1495,73	15669,51
B6	11,32	88,34	176,68	441,70	927,56	9717,32
B7	6,78	147,50	294,99	737,47	1548,67	16224,19
B8	11,43	87,50	174,98	437,45	918,64	9623,79
B9	8,05	124,22	248,45	621,12	1304,35	13664,61
B10	13,95	71,68	143,37	358,42	752,69	7885,30

$0 < I_i^{fuel} < 1$: Водій витрачає меншу кількість палива для керування вантажівкою, ніж нормальна витрата пального. Така поведінка є паливозберігаючою.

Значення індикатора споживання палива розраховується на етапі нормалізації результатів прогнозу споживання паливно-мастильних матеріалів. Цей етап усуває вплив зовнішніх факторів та надає можливість порівняти результати з більшою точністю [4-5].

Формула для розрахунку індикатора споживання палива:

$$I_i^{fuel} = \frac{C_i}{\bar{C}} \quad (1)$$

де C_i – витрати палива конкретного водія на задану відстань;

\bar{C} – середнє значення витрат палива на задану відстань для всіх водіїв.

Індикатор споживання палива для першого водія на 100 000 км пробігу

$$I_i^{fuel} = \frac{14030,61}{11405,66} = 1,23$$

Результати розрахунків для 10 водіїв заносяться в таблицю 2.

Таблиця 2 – Індивідуальні показники індикатора споживання палива для 10 водіїв.

Водії	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Індикатор споживання палива (I_i^{fuel})	1,23	1,12	0,75	1,52	1,37	0,85	1,42	0,84	1,19	0,69

Для більш наочного представлення результатів, побудуємо таблицю 3 де позначимо який водій має паливозберігаючу поведінку, а який з них потребує додаткової роботи над покращенням цих показників.

Таблиця 3 – Індивідуальні показники ефективності паливозберігаючої роботи водія.

Водії	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Ефективність (так/ні)	ні	ні	так	ні	ні	так	ні	так	ні	так

Всі розраховані вище показники ефективності роботи водія вказують на те, що 6 водіїв з 10 не дотримуються паливозберігаючої поведінки під час виконання вантажних перевезень. Рекомендації для цих водіїв наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Рекомендації щодо покращення ефективності використання палива під час планування перевезення та у процесі роботи на маршруті.

Показник	Рекомендації
Стиль водіння	Зменшити кількість різких прискорень та гальмувань. Плавні прискорення та гальмування зменшують витрати палива 10-15% [6-7]
	Підтримувати оптимальну середню швидкість на рівні 60-70 км/год у міських умовах, та 80-95 км/год у міжміському сполученні[3]
	Уникати простою з увімкненим двигуном. Вимикати двигун під час очікування довше 3-5 хв.[2]
	Використовувати на довгих дистанціях круїз-контроль
Планування маршрутів	Враховувати дорожню обстановку на вулицях міста під час планування
	Зменшувати порожній пробіг автомобіля, тримати коефіцієнт використання пробігу у межах від 0,5 до 1. Враховувати погодні умови та час доби
Моніторинг та контроль	Використовувати телеметрію та засоби gps-моніторингу
	Водії повинні отримувати регулярні звіти з персоналізованими рекомендаціями щодо їхньої роботи на маршруті. Створити систему бонусів для водіїв, які демонструють високу паливну ефективність. Це стимулює відповідальне ставлення до роботи.
Навчання та підвищення кваліфікації	Водіям слід регулярно проходити тренінги з економічного водіння, які акцентують увагу на плавних маневрах, оптимальному виборі швидкості та мінімізації простоїв.

Висновки

Встановлено, що запропонований підхід із використанням нейронних мереж дозволяє підвищити точність прогнозування витрат палива залежно від поведінки водіїв під час вантажних перевезень. Аналіз даних, зібраних із пристроїв OBD-II та CAN-шини, продемонстрував, що варіативність у стилях водіння істотно впливає на споживання палива. Застосування розробленої моделі дозволяє оцінити ефективність водіїв у різних умовах та прогнозувати витрати палива для різних режимів руху. Це забезпечує можливість адаптації транспортних процесів під конкретні умови експлуатації та оптимізацію логістичних витрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богатирьов А.М., Романенко О.В. "Теорія і практика оптимізації транспортних процесів". Київ: Наукова думка, 2018. - 320 с.
2. Гринько В.В. "Впровадження сучасних технологій у системи логістичного менеджменту". Журнал "Транспортні системи та технології", №2 (12), 2020. - С. 45-53.
3. Калюжний В.П., Соколовська І.А. "Вплив стилю водіння на експлуатаційні витрати автопарку". Вісник Національного транспортного університету, №3, 2019. - С. 67-72.
4. Шинкаренко М.І. "Сучасні методи моніторингу транспорту та їх вплив на ефективність логістичних операцій". Журнал "Проблеми транспорту", №5 (17), 2021. - С. 112-119.
5. Руденко О.В. "Економія палива та зниження шкідливих викидів через впровадження інтелектуальних систем контролю". Наукові праці ВНТУ, №4 (148), 2020. - С. 88-94.
6. Заславський М.А., Лебідь О.В. "Вплив стилю водіння на екологічні показники транспортних засобів". Вісник Східноєвропейського університету, №2, 2021. - С. 78-84.
7. Журавльов В.В. "Технологічні інновації у транспортній галузі". Збірник наукових праць НАУ, №1, 2020. - С. 59-66.

Владислав Олександрович Костенюк – студент групи ТТ-23м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: kosteniuk.vlad@gmail.com

Олег Павлович Антонюк – к.т.н, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет.

Vladyslav Kosteniuk - student of group TT-23m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: kosteniuk.vlad@gmail.com

Oleh Antoniuk - PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Automotive and Transport Management, Vinnytsia National Technical University.