

О. М. АГАПОВ, Є. С. ПЕЛИПЕНКО

АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

У статті розглянуто загальний підхід до визначення вартості володіння автомобілем, що включає витрати на вступ до стану володіння, витрати на експлуатацію та витрати на вихід із стану володіння. Особливу увагу приділено реальним експлуатаційним витратам, які враховувалися на прикладі конкретного автомобіля за досить тривалий період. На основі їх аналізу було визначено статті витрат та ступінь впливу кожної з них. В експлуатаційних витратах найбільше значення мають статті, пов'язані з придбанням палива та зберіганням автомобіля, а в сукупній вартості володіння – втрата вартості автомобіля за період, що аналізується та експлуатаційні витрати.

Ключові слова: автомобіль, аналіз, експлуатаційні витрати, транспортні витрати, технічне обслуговування, витрати палива, статистичні дані.

О. АНАПОВ, Ye. PELYPENKO

ANALYSIS OF CAR OPERATING COSTS

The paper considers a general approach to determining the cost of car ownership, including the costs of entry into ownership, the costs of operation and the costs of exit from ownership. Particular attention is paid to real operating costs, which were taken into account on the example of a particular car over a fairly long period of time. On the basis of their analysis, the items of expenditure and the degree of influence of each of them were identified. In operating costs, the most important items are those related to the purchase of fuel and storage of the car, while in the total cost of ownership - the loss of value of the car for the period under consideration and operating costs.

Based on the obtained data, specific indicators characterising the total cost of vehicle ownership were determined, which explain the growing tendency, especially in large cities, to reduce the number of personally owned cars due to economic inexpediency, and, as a consequence, the active development of alternative forms of transport service organisation.

Key words: car, analysis, operating costs, transport costs, maintenance, fuel consumption, statistical data.

Вступ. Аналіз перспективи розвитку автомобілів майбутнього та їх інфраструктури приводить до висновку, що частка автомобілів, які перебувають у приватному користуванні, суттєво скорочуватиметься на користь автоматизованого громадського транспорту, керованого об'єднаною інтелектуальною транспортною системою [1, 2]. Наслідком цієї тенденції стає економічна недоцільність приватного володіння автомобілем. У зв'язку з цим виникає питання, наскільки сьогодні економічно доцільно володіти автомобілем та його експлуатувати, особливо враховуючи, що при покупці автомобіля більшість майбутніх власників не замислюються про витрати, які виникають при його експлуатації, що надалі призводить до усвідомлення скоєної помилки при виборі тієї чи іншої моделі. На жаль, і в автосалонах не прагнуть розкрити всю повноту вартості володіння автомобілем, що купується [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вартість володіння є важливою техніко-економічною характеристикою автотранспортного засобу (АТЗ). Під вартістю володіння розуміємо сумарні витрати протягом усього терміну експлуатації АТЗ від придбання до його реалізації. Цей показник є особливо важливим, коли власник автомобіля обмежений у фінансових можливостях. Дослідження, проведені у 2021 році [4, 5] показали, що Україна входить до десятки країн антирейтингу за вартістю володіння автомобілем.

Публікацій, присвячених даній темі, досить багато і це завдання розглядається під різними кутами, залежно від мети, яку ставлять собі автори, роблячи ряд припущень, що може суттєво вплинути на кінцевий результат. У джерелі [6] аналізується подорожчання володінням автомобілем з урахуванням середніх значень величин під час використання кредитних ресурсів, і навіть визначення середньої вартості володіння автомобілем протягом десяти років експлуатації. У статті [7] наводиться порівняльний аналіз експлуатаційних витрат, що виникають при використанні двигуном внутрішнього згоряння стандартних палив (бензин,

дизель) та газів (стислих, зріджених). За результатами досліджень показано, що при переході на газ знижуються витрати на паливо, але зростають витрати на технічне обслуговування та ремонт. У роботах [8, 9], без уточнення методики розрахунку, наводиться калькулятор витрат за допомогою якого можна отримати середнє значення витрат на утримання автомобіля в рік залежно від класу.

До недоліків існуючих підходів можна віднести: спрощення умов експлуатації, нехтування деякими витратами, визначення витрат на паливо на основі технічних характеристик автомобіля, зазначених виробником, а також відсутність повної методики розрахунку.

Мета дослідження, постановка задачі. Метою даної роботи є аналіз експлуатаційних витрат легкового автомобіля на основі експериментальних даних.

Основний матеріал та результати дослідження. Найбільш повно методику розрахунку вартості володіння автомобілем було викладено у роботах В. А. Зобніна.

Вартість володіння АТЗ є сума витрат, яку несе власник за весь період володіння АТЗ, за вирахуванням вартості автомобіля та інших витрат, що відшкодовуються при виході зі стану володіння, наприклад, при наступному продажу:

$$V_{\text{вл}} = VT - V_{\text{вдш}}, \quad (1)$$

де $V_{\text{вл}}$ – вартість володіння АТЗ; VT – витрати на володіння АТЗ; $V_{\text{вдш}}$ – відшкодована вартість АТЗ.

Період володіння обмежений у часі: від моменту вступу до виходу зі стану володіння АТЗ. Витрати на володіння АТЗ, що виникли в цей період, можна поділити на: $VT_{\text{вв}}$ – витрати на вступ до стану володіння; $VT_{\text{е}}$ – витрати на експлуатацію; $VT_{\text{вих}}$ – витрати на вихід із стану володіння.

Тоді витрати на володіння АТЗ можна записати:

$$VT = VT_{\text{вв}} + VT_{\text{е}} + VT_{\text{вих}}, \quad (2)$$

Подання витрат у такому вигляді дозволяє розглядати кожен складову вартості володіння як незалежну величину.

Під витратами на вступ у володіння АТЗ розуміються всі види витрат, пов'язані з цим станом, що визначаються як сума

$$VT_{\text{вв}} = \sum_i VT_i, \quad (3)$$

де $\sum_i VT_i$ – витрати, пов'язані зі вступом у стан володіння АТЗ;

Припускаємо, що витрати на вступ до стану володіння виникають один раз, є одноразовими та не залежать від терміну володіння.

Перехід АТЗ у володіння експлуатанта може бути реалізовано різними способами:

- купівля за повну вартість;
- купівля на виплату;
- купівля в кредит;
- дарування;
- безоплатна передача у володіння;
- оренда;
- лізинг;
- каршеринг.

Залежно від варіанта вступу у стан володіння загальна величина витрат $VT_{\text{вв}}$ може суттєво змінюватися.

Розглянемо варіант придбання АТЗ у власність за повну вартість, тоді:

$$VT_{BB} = C_{AT3} + VT_{ДВ}, \quad (4)$$

де C_{AT3} – ціна покупки АТЗ; $VT_{ДВ}$ – додаткові витрати на придбання.

До додаткових витрат належать: транспортні витрати, послуги експертів, додаткове обладнання та послуги, витрати на отримання допуску АТЗ до експлуатації (державна реєстрація).

Витрати при виході зі стану володіння залежать від обраного методу: самостійний продаж на вторинному ринку, продаж на вторинному ринку через дилера (*trade-in*), продаж окремими вузлами, утилізація.

У разі самостійного продажу на вторинному ринку ці витрати можна виразити:

$$VT_{ВИХ} = VT_{ПІПР} + VT_{ЗБ} + VT_{ЗН}, \quad (5)$$

де $VT_{ПІПР}$ – витрати на підготовку АТЗ до продажу; $VT_{ЗБ}$ – витрати на зберігання за час продажу; $VT_{ЗН}$ – витрати при знятті АТЗ з обліку.

Експлуатаційні витрати (витрати на експлуатацію) АТЗ складаються з кількох груп витрат і можуть бути розраховані за формулою:

$$VT_E = VT_{ОСЦПВ} + VT_{ПАЛ} + VT_{КОТС} + VT_{ТОР} + VT_{А-ЙКА} + VT_{ДОП} + VT_{ІНШ}, \quad (6)$$

де $VT_{ОСЦПВ}$ – періодичні витрати на страхування ОСЦПВ; $VT_{ПАЛ}$ – витрати на пальне; $VT_{КОТС}$ – витрати на компоненти з обмеженим терміном служби (шини, акумуляторні батареї, колодки, фільтри, приводні ремені, олії, автомобільні рідини тощо); $VT_{ТОР}$ – витрати на технічне обслуговування та ремонт; $VT_{А-ЙКА}$ – витрати на мийку та косметику для автомобіля; $VT_{ДОП}$ – витрати на додаткове обладнання (тюнінг, багажник на дах АТЗ, фаркоп тощо); $VT_{ІНШ}$ – інші витрати (гараж, стоянка, паркування АТЗ, штрафи тощо).

Складові величини у виразах (1)...(6) можуть бути описані аналітичними залежностями з тим чи іншим ступенем точності, однак для витрат на експлуатацію характерна низька точність їх прогнозних оцінок, що пояснюється, насамперед, складністю, а в деяких випадках неможливістю вірогідного і точного визначення деяких істотних чинників, які визначають їх величину, а у роботі [10] зазначається, що методика розрахунку експлуатаційних витрат неспроможна базуватися лише на статистичних оцінках раніше отриманих даних і має бути прив'язана до конкретного автомобіля.

З метою отримання вірогідних експлуатаційних витрат було проведено експеримент з автомобілем *Ford Kuga*, основні технічні характеристики якого наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики автомобіля Ford Kuga

Марка	<i>Ford Kuga</i>	Паливо	Дизель
Рік випуску	2016	Тип приводу	Повний (4WD)
Об'єм ДВЗ	2,0 л	Коробка передач	МКПП 6 передач
Потужність ДВЗ	150 к.с.	Тип кузова	SUV

Збір та обробка статистичних даних була описана в роботі [10]. Основні дані експерименту наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Основні статистичні дані експерименту

1	Термін проведенні експерименту, днів (з 31.03.2020 по 16.02.2022)	685
2	Кількість заправок дизелем	61
3	Кількість витрат	58
4	Заправлено, л	1596,4
5	Пройдено, км	14895
6	Витрата палива, л/100км	10,52*
7	Середня ціна палива, грн/л	24,59
8	Середній обсяг заправки, л	26,17
9	Середня вартість заправки, грн	638,02
10	Середня відстань між заправками, км	248,2
11	Днів між заправками	11
12	Загальний пробіг автомобіля, км	60003

*Під час визначення середньої витрати палива слід врахувати, що остання заправка в 30 літрів увійшла до витрат, але не використана

Зміна ціни на паливо представлена на рис. 1, а середня витрата палива між заправками – на рис. 2. Істотні зміни середньої витрати палива обумовлено залежністю цієї величини від моменту прийняття рішення про наступну заправку автомобіля, що не нормувався.

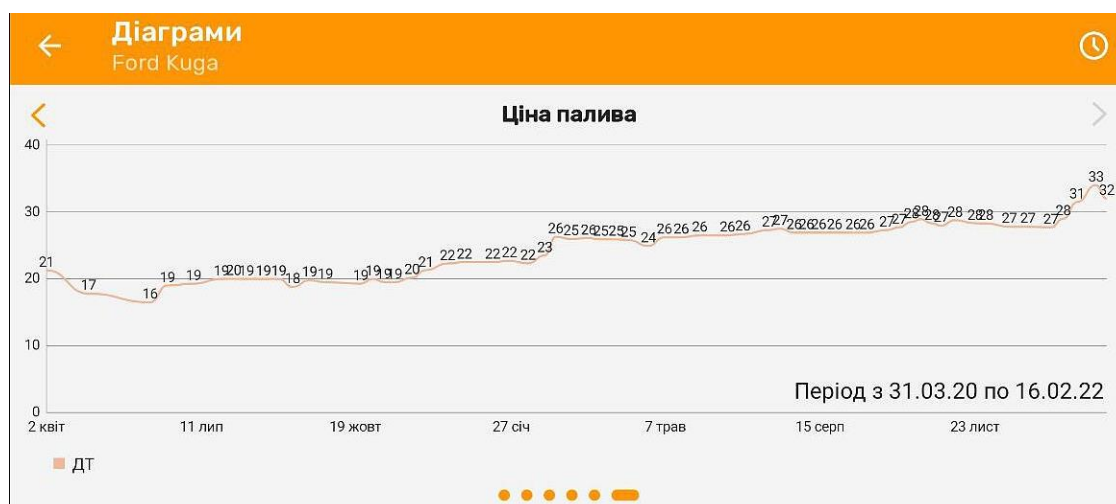


Рис. 1 – Зміна ціни на паливо за період експерименту



Рис. 2 – Середня витрата палива між заправками

Статті витрат на володіння АТЗ наведено у табл. 3. Слід зауважити, що всі ціни взяті на момент подій, що відбуваються, а набір статей витрат і вихідні дані для їх визначення не є постійними, оскільки залежать від конкретних умов експлуатації.

Таблиця 3 – Статті витрат на володіння АТЗ

№	Статті витрат	Позначення	Сума, грн	Частка, %	
1.	Витрати на вступ у стан володіння	ВТ _{ВВ}	750 000		
2.	Відшкодування вартості автомобіля (у разі продажу)	В _{ВІДШ}	400 000		
3.	Втрата вартості автомобіля з початку експлуатації до закінчення експерименту	В _{ВТР}	350 000		
4.	Втрата вартості автомобіля за період проведення експерименту	В _{ВТРЕ}	86 883		51,7
5.	Витрати на експлуатацію, у тому числі:	ВТ _Е	81 051		48,3
5.1	Періодичні витрати на страхування ОСЦПВ	ВТ _{ОСЦПВ}	1 883	2,3	
5.2	Витрати на паливо	ВТ _{ПАЛ}	38 920	48,0	
5.3	Витрати на компоненти з обмеженим терміном служби	ВТ _{КОТС}	7 378	9,1	
5.4	Витрати на ТО і ремонт	ВТ _{ТОР}	4 570	5,6	
5.5	Витрати на мийку та автомобільну косметику	ВТ _{АМИЙ}	4 100	5,1	
5.6	Витрати на додаткове оснащення	ВТ _{ДОД}	1 200	1,5	
5.7	Інші витрати	ВТ _{ІНШ}	23 000	28,4	
6.	Сукупна вартість володіння (п.4+п.5):	СВ _{ВЛ}	167 934	100,0	

За даними таблиці 3 побудовано дві діаграми – рис. 3 та рис. 4. З діаграми на рис.3 видно, що сукупна вартість володіння в період експерименту розподіляється на приблизно дві рівні частини: витрати на експлуатацію (48,3%) і втрату вартості автомобіля (51,7%).

Аналіз експлуатаційних витрат (рис. 4) показує, що найбільшу частину становлять витрати на придбання палива (48%). Зростання ціни на дизель становило 0,75 грн/л на місяць і вона збільшилася більш ніж у 2 рази з 16,00 до 33,00 грн (рис. 1).



Рис. 3 – Розподіл сукупної вартості володіння АТЗ

Суттєву частку становила стаття «інші витрати» (28,4%) і хоча штрафи за порушення правил дорожнього руху були відсутні, муніципальна стоянка регулярно дорожчала – в середньому щомісяця на 9 грн (з 700 до 900 грн на місяць), частина витрат складала утримання гаража та паркування в центрі міста.

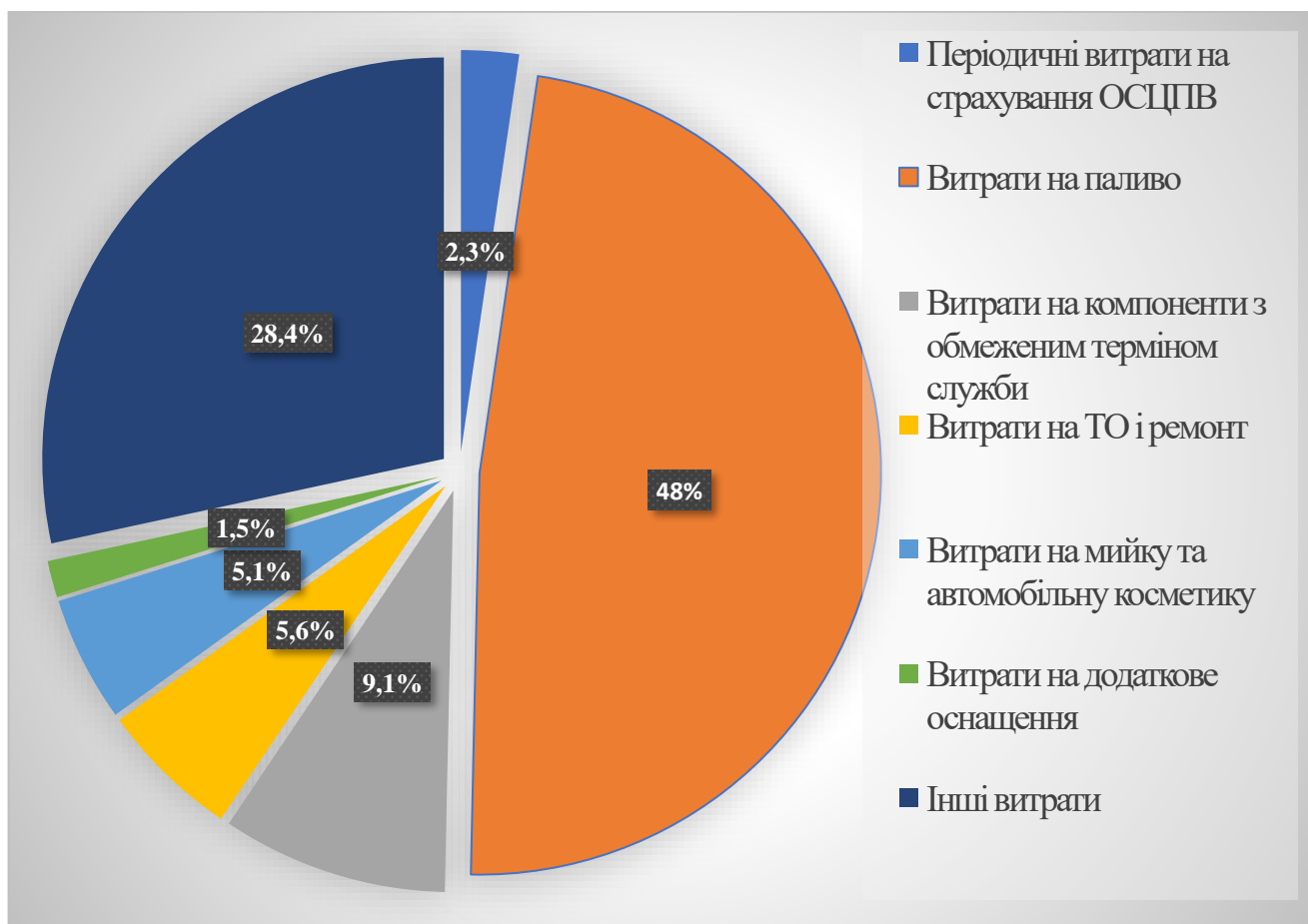


Рис. 4 – Розподіл експлуатаційних витрат АТЗ

Окремо виділена стаття на мийку автомобіля, яка приблизно дорівнює витратам на технічне обслуговування і ремонт (5,1% і 5,6% відповідно). У статті "витрати на ТО і ремонт" враховувалися виконані роботи, як послуги, а фільтри, колодки, мастила та автомобільні рідини увійшли до статті "компоненти з обмеженим терміном служби" і становили 9,1% експлуатаційних витрат.

За результатами проведеного експерименту було визначено основні експлуатаційні показники, які наведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Середні експлуатаційні показники

№	Параметри	за день	за неділю	за місяць	за рік
1	Середній пробіг, км	21,7	152,2	652,2	7935,1
2	Середня витрата палива, л	2,33	16,32	69,93	850,82
3	Витрати на паливо, грн	56,82	397,74	1704,6	20739
4	Витрати на паливо та експлуатацію, грн	118,32	828,24	3549,6	43187

З таблиці 4 випливає, що 1 км пробігу коштує власнику 5,45 грн., а володіння за 1 день 118,32 грн. З урахуванням втрати вартості автомобіля 1 км пробігу вже буде коштувати 11,27 грн., а доба володіння 245,15 грн.

Висновки. Отримані експериментальні дані наведеної вартості володіння АТЗ вказують на її вищі значення, ніж тарифи в таксі або щодобова оренда автомобіля на момент проведення експерименту. Також ці результати пояснюють тенденцію, що зростає, особливо у великих містах, до зменшення кількості автомобілів, які знаходяться в особистій власності, у зв'язку з економічною недоцільністю, і, як наслідок, активний розвиток альтернативних форм організації транспортного обслуговування.

Список літератури

1. Technologie des voitures électriques. Motorisations, batteries, hydrogène, interactions réseau /Olivier Bethoux et etc. France : Malakoff Dunod, 2021. 440 p.
2. <http://urbanua.org/ideyi-i-proekty/384>
3. <https://www.scrapcarcomparison.co.uk/blog/cheapest-country-to-own-a-car/>
4. https://news.obozrevatel.com/auto/news/ukraina-voshla-v-antirejting-po-stoimosti-vladieniya-avtomobilem.htm?_gl=1*1tesya*_ga*MTk4OTY1MzYyNi4xNjc1MTE3Mjg5*_ga_JBX3X27G7H*MTY3NTM3NDUwNi40LjEuMTY3NTM3NTI0NC41OC4wLjA.
5. <http://e34.od.ua/2021/10/06/skilky-my-vtrachayemo-groshej-na-volodinnya-avtomobilem-protyagom-10-rokiv/>
6. Дикун Т.В. Порівняльний аналіз експлуатаційних витрат при використанні стандартних палив і газу / Т.В. Дикун, А.М. Плитус // Вісник ХНАДУ: Зб.наук. праць,- Х.:ХНАДУ, 2016.- Вип.74,- С.61-66.
7. <https://autocosts.info/ua>
8. <https://news.obozrevatel.com/ukr/auto/news/pidrahovano-vitrati-na-utrimannya-avtomobilya-v-ukraini.htm>
9. Замота О.Н. Сравнительная оценка затрат на использование автомобилей в современных условиях. Науківі праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. Вип. 27. Кіровоград: КНТУ. 2015. С.341–346
10. Вартість володіння автомобілем FORD KUGA / Агапов О.М., Меюс С.В. // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 148.

References (transliterated)

1. Technologie des voitures électriques. Motorisations, batteries, hydrogène, interactions réseau /Olivier Bethoux et etc. France : Malakoff Dunod, 2021. 440 p.
2. <http://urbanua.org/ideyi-i-proekty/384>
3. Vartist volodinnia avtomobilem FORD KUGA / Ahapov O.M., Meius S.V. // Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia: tezy dopovidei KhXKh mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii MicroCAD-2022, 19-21 zhovtnia 2022 r. za red. prof. Sokola Ye.I. – Kharkiv: NTU «KhPI». – S. 148.4. <https://www.scrapcarcomparison.co.uk/blog/cheapest-country-to-own-a-car/>
5. https://news.obozrevatel.com/auto/news/ukraina-voshla-v-antirejting-po-stoimosti-vladieniya-avtomobilem.htm?_gl=1*1tesya*_ga*MTk4OTY1MzYyNi4xNjc1MTE3Mjg5*_ga_JBX3X27G7H*MTY3NTM3NDUwNi40LjEuMTY3NTM3NTI0NC41OC4wLjA.
6. <http://e34.od.ua/2021/10/06/skilky-my-vtrachayemo-groshej-na-volodinnya-avtomobilem-protyagom-10-rokiv/>
7. Dykun T.V. Porivniialnyi analiz ekspluatatsiinykh vytrat pry vykorystanni standartnykh palyv i hazu / T.V. Dykun, A.M. Plytus // Visnyk KhNADU: Zb.nauk. prats,- Kh.:KhNADU, 2016.- Vyp.74,- S.61-66.
8. <https://autocosts.info/ua>
9. <https://news.obozrevatel.com/ukr/auto/news/pidrahovano-vitrati-na-utrimannya-avtomobilya-v-ukraini.htm>
10. Zamota O.N. Sravnytelnaia otsenka zatrat na yspolzovanye avtomobylei v sovremennikh uslovyakh. Naukovi pratsi Kirovohrads'koho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Ekonomichni nauky. Vyp. 27. Kirovohrad: KNTU. 2015. S.341–346

Надійшла (received): 10.05.2024 р.

Відомості про авторів / About the Authors

Агапов Олег Миколайович (Oleh Ahapov) – кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри автомобіле- та тракторобудування, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0652-2593>; e-mail: agapovoleg@gmail.com

Пелипенко Євген Сергійович (Yevhen Pelypenko) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри автомобіле- та тракторобудування, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8988-791X>; e-mail: pelipenkoevgen@gmail.com