

Національний транспортний університет
Міністерства освіти і науки України

Національний транспортний університет
Міністерства освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГАЛЬОНА ІНЕСА ІВАНІВНА

УДК 656.073:656.135

ДИСЕРТАЦІЯ

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДРІБНИХ ПАРТІЙ ВАНТАЖІВ В РАМКАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АВТОМОБІЛЯ

05.22.01 – транспортні системи

27 Транспорт

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших
авторів мають посилання на відповідне джерело

І.І. Гальона

Науковий керівник –
Хабутдінов Рамазан Абдулайович
доктор технічних наук,
професор

Ідентичність усіх примірників дисертації
Засвідчую

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.059.02

О. Ю. Усиченко

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Гальона І. І. Підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів в рамках життєвого циклу автомобіля. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи» (275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)) - Національний транспортний університет, Міністерство освіти і науки України, Київ, 2021.

Сучасний етап розвитку світового ринку автотранспортних засобів (АТЗ) зокрема автомобілі малої вантажопідйомності (АМВ) характеризується зростаючим різноманіттям запропонованих видів та різновидів конструкцій. Тому при обґрунтуванні або оновленні парку рухомого складу підприємства перевізники стають перед вибором автомобілів, висуваючи до них вимоги, які вони здатні оцінити за допомогою існуючих фрагментарно-противитратних підходів, що не відповідають концепції збереження енергії та ресурсів. В зв'язку з цим задача вибору ефективного автомобіля являється складною, яка потребує науковообґрунтованого формування потреб та їх задоволення.

Зважаючи на це, в галузі автомобільних перевезень актуальні нові методи та підходи технологічно-експлуатаційного енергозбереження, підвищення техніко-технологічної конкурентоспроможності майбутніх транспортних пропозицій та маркетингового обґрунтування модернізації АМВ. Мета роботи полягає у підвищенні енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів на основі багатофакторного аналізу показників транспортної енергоефективності АМВ та технологічно-інноваційних процесів перевезень за принципом ЖЦА.

Наукова новизна:

- доведена можливість узгодження стратегій комплексного підвищення транспортної продуктивності, противитратної ефективності, а також енергоефективності процесів автомобільних перевезень вантажів дрібних

партій на основі використання принципів техніко-технологічного енергозбереження та врахування інноваційних преференцій перевізників на різних етапах ЖЦА;

- виявлена комплексно-функціональна роль перевізника на різних етапах ЖЦА при вирішенні задач інноваційного розвитку технічної та ресурсно-технологічної бази процесів автомобільних перевезень в умовах ринкової економіки; при цьому враховуються його наступні функції: покупця нових АМВ, як науково-технічних товарів виробничого призначення, продуцента енергоефективних автотранспортних послуг і стратегічного менеджера - потенційного замовника перспективних АМВ з технічною новизною на етапах планування техніко-технологічного розвитку автомобільних перевезень;

- розроблено модель і метод комплексного підвищення транспортної енергоефективності АМВ і процесів перевезень дрібних партій вантажів на етапах ЖЦА шляхом енергетичної раціоналізації товарно-технічних, техніко-технологічних і експлуатаційних факторів транспортного процесу, що на відміну від існуючих методів аналізу противитратної ефективності перевезень (які ґрунтуються на схемі віртуального і нетехнологічного транспортування вантажів), дає змогу комплексно вирішувати організаційно-технологічні задачі удосконалення цих процесів;

- запропоновано інноваційний техніко-технологічний підхід до формування енергозберігаючих автомобільних перевезень дрібних партій вантажів з врахуванням комплексу властивостей та параметрів АМВ, а також умов транспортування, який на відміну від існуючих, дає змогу підвищувати рівні транспортної енергоефективності автомобільних перевезень відповідно концепції енергозбереження на автотранспорті і згідно інноваційних преференцій перевізників на різних етапах ЖЦА.

- встановлено функціональні залежності показників транспортної енергоефективності АМВ і процесів перевезень від різних факторів (конструктивно-технічних, режимних, дорожніх і транспортно-експлуатаційних).

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці комплексу методик підвищення транспортної енергоефективності та проектів перевезень АМВ з урахуванням техніко-технологічних факторів за принципом їх життєвого циклу:

- методика моніторингу концептуально споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності за критерієм їх транспортної енергоефективності;
- методика експлуатаційного аналізу АМВ з урахуванням умов транспортування за критерієм їх транспортної енергоефективності;
- методика післяексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх транспортною енергоефективністю.

Результати досліджень та методики експлуатаційного підвищення енергетичної ефективності перевезень дрібних партій вантажів апробовані у практичній діяльності ТОВ «Еліткомфортбуд». Це дозволило із ряду наявних на підприємстві АМВ обрати ті, що за своїми конструктивно-технічними характеристиками більше відповідають характеристикам реальних автомобільних перевезень, що здійснюються, а також скоректувати технічні плани оновлення рухомого складу. Крім цього, результати дисертаційної роботи рекомендовано для комплексного підвищення противитратної та енергетичної ефективності поштових перевезень на ТОВ «Нова Пошта». Розроблені теоретичні та методичні положення використані в навчальному процесі у Національному транспортному університеті при підготовці фахівців спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» з таких дисциплін, як: «Основи транспортних технологій», «Сучасні транспортні технології», «Ресурсозберігаючі технології на автомобільному транспорті».

Встановлено, що в теорії транспортного процесу прийнята розрахункова схема віртуального транспортування вантажів, в якій реалізація споживання енергії та ресурсів при русі АМВ замінено умовним актом доставки вантажу з рівномірною (технічною) швидкістю. Звідси випливає, що аналіз споживчої енергоресурсозберігаючої якості автомобіля, виходячи з моделі його

перевізного використання, в принципі не можливий. А задача оцінки натурально-фізичного споживання автомобіля в транспортному процесі практично не може бути поставлена.

Існуючі підходи вибору та обґрунтування АМВ є спрощеними та недосконалими з точки зору транспортних технологій. Вони не враховують: а) ресурсно-технічні властивості АМВ як засобу перевезення; б) основні конструктивно-технічні характеристики АМВ; в) параметри його експлуатації (поверхні кочення, інтенсивність руху, довжина їздового циклу та ін.).

Тому запропоновано для досягнення поставленої мети використовувати розрахункові схеми, основані на теорії енергетичної ефективності автомобіля розробленої Хабутдіновим Р. А. В цих схемах автомобіль розглядається, як багатофункціональний носій технічних ресурсів транспорту в транспортній операції. Доведено, що в останній проявляються властивості АТЗ, як складної машини, об'єкта управління рухом, перевізного засобу. Для комплексного аналізу цих властивостей запропоновано математичні моделі енергетичної ефективності автомобілів у тестових операціях. Ці розрахункові схеми дозволили створити методи комплексного техніко-технологічного аналізу ефективності перевезень АМВ. Крім того, для можливості інтеграції технологічних та економічних знань в області експлуатації РС розроблено розрахункові схеми енергетичного перетворення технологічних ресурсів транспорту. Для визначення енергетично еквівалентної собівартості перевезень використано еталонно-порівняльний метод аналізу енергетичної ефективності АТЗ в тестових операціях. Але, необхідно відмітити, що в цій теорії були розроблені основи енергоресурсної ефективності автомобіля, тому не приділялася увага конкретним питанням підвищення енергоресурсної ефективності АМВ при експлуатації та її управління, починаючи з раннього етапу життєвого циклу АМВ.

Провівши імітаційне математичне моделювання руху АМВ та багатоваріантний аналіз, встановлено закономірності впливу основних конструктивно-технічних параметрів АТЗ, а також транспортно-

експлуатаційних умов перевезень і характеристик дороги на показники транспортної енергетичної ефективності АМВ.

Розроблено методики для комплексного підвищення транспортної енергоефективності та формування вимог до проектів перевезень АМВ з урахуванням техніко-технологічних факторів в рамках їх життєвого циклу.

Доведено, що запропонований показник транспортної енергетичної ефективності АМВ і комплекс методик відповідають концепції енергозбереження на автотранспорті.

Ключові слова: автомобіль малої вантажопідйомності, дрібнопартійні перевезення, транспортна енергетична ефективність, комплексний підхід, життєвий цикл автомобіля, управління енергоефективністю.

Список публікацій здобувача

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукових баз:

1. Halona I. Selection of the light-duty trucks considering their design parameters modifications 2020. Volume 8, No. 1. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*.

2. Галёна И. И., Пицык М. Г. Метод эксплуатационного управления транспортной энергоэффективностью автомобиля малой грузоподъемности. 2021. № 1 (62) (2021). *World Science* DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30012021/7407

Статті у фахових виданнях України:

3. Гальона І. І. Енергоефективність транспортного сектору в Україні. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. Вип. 21.Ч.2. С. 102-105.

4. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Підвищення споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності, як складних науково-технічних товарів.

Вісник Національного транспортного університету. 2011. Вип. 24. Ч.2. С. 240-243.

5. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика аналізу впливу технічних параметрів та машинно-технічних процедур на енергоефективність автомобілів малої вантажопідйомності. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. Вип.26. Ч.2. С. 300-303.

6. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика моніторингу енергетичної ефективності автомобілів малої вантажопідйомності. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2012. Вип. 10. С. 263-267.

7. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика передексплуатаційного обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності. *Наукові нотатки Луцький національний технічний університет*. 2012. Вип. 36. С. 268-271.

8. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Мотиваційний аналіз концептуальних переваг перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу. *Вісник Національного транспортного університету*. 2015. Вип. 31(1). С. 525-529.

9. Гальона І. І. Методика моніторингу енергетичної ефективності автомобілів малої вантажопідйомності. *Вісник СХУ ім. В. Даля*. 2019. Вип. 2(250). С. 24-28.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

10. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Методика анализа влияния основных конструктивно-технических параметров АМГ на его транспортную энергоэффективность. *Инновационный транспорт. Российская академия транспорта*. 2014. Вып. 1(11). С. 58-61.

11. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Методика анализа влияния основных конструктивно-технических параметров автомобилей малой грузоподъёмности на его транспортную энергоэффективность. *Инновации и исследования в транспортном комплексе* : Материалы первой международной научно-практической конференции. Курган, 2014. С.30-32.

12. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Метод анализа концептуальных предпочтений перевозчика-покупателя автомобилей малой грузоподъёмности по

принципу життєвого циклу. *Евразийский союз ученых*. 2015. Вып.3(12). Ч.4. С.54-57.

13. Гальона І. І. Розробка методики перед експлуатаційного обґрунтування вибору автомобілів малої вантажопідйомності за їх енергоефективністю. *LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2015. С. 247.

14. Гальона І. І. Методика перед експлуатаційного обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності за їх енергоефективністю. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2016. С. 230.

15. Гальона І. І. Аналіз методів вибору нових автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням енергоресурсозберігаючих стратегій. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2017. С. 243.

16. Гальона І. І. Методика обґрунтування вибору автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням енергоресурсозберігаючих стратегій. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2018. С. 247.

17. Гальона І. І. Аналіз концептуальних переваг перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу. *LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2019. С. 252.

18. Галёна И. И. Метод маркетингового анализа автомобилей малой грузоподъемности по энергетическим критериям. *Вестник БУТ: Наука и транспорт*. 2019. №2 (39). С. 22-23.

19. Гальона І. І. Метод маркетингового аналізу автомобілів малої вантажопідйомності (АМВ) за енергетичним критерієм. *Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств* : тези 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції (28-29 листопада 2019р.) ДНУЗТ. Дніпро, 2019. С. 36-38.

20. Гальона І. І. Методика передексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх енергоефективністю. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ» (на честь 90 річчя ХНТУСГ) ХНТУСГ*. Харків, 2020. С. 69-71.

21. Гальона І. І. Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни їх конструктивних параметрів. *Матеріали VIII-ї міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту»* : збірник наукових праць (14-15 квітня 2020 року) ВНТУ. Вінниця, 2020. С. 106-107.

Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір:

22. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 99040 Україна. Науковий твір «Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни конструктивних параметрів» І. І. Гальона (Україна). № 99040; заявл. 07.08.2020; зареєстр. 13.08.2020.

23. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 99041 Україна. Науковий твір «Алгоритм формування методології мотиваційного аналізу концептуальних преференцій перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу» І. І. Гальона (Україна). № 99041; заявл. 07.08.2020; зареєстр. 13.08.2020.

24. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 99041 Україна. Науковий твір «Методика та алгоритм передексплуатаційного обґрунтування преференцій перевізника-покупця при виборі автомобілів малої вантажопідйомності (АМВ) за їх енергоефективністю» І. І. Гальона (Україна). № 99042; заявл. 07.08.2020; за реєстр. 13.08.2020.

**Наукові праці, які додатково відображають наукові результати
дисертації:**

25. Гальона І. І., Придибайло В. М. Аналіз техніко-експлуатаційних характеристик автомобілів малої вантажопідйомності. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2018. С. 252.

ABSTRACT

Halona I.I. Improving Energy Efficiency of Transporting Small Consignments within the Life Cycle of a Car. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for obtaining a degree of Candidate of Technical Sciences (Ph.D.) in specialty 05.22.01 „Transport systems“ (275 Transport technology (on motor transport)) – National Transport University, the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

The present stage of development of the world market of vehicles, in particular, light-duty vehicles (LDVs) is marked by an increasing variety of types and designs. Therefore, while validating or renewing fleet vehicle of an enterprise, carriers are faced with the choice of cars setting conditions they can assess using existing fragmentary and cost-effective approaches. However, the latter ones do not meet the concepts of saving energy and resources. Therefore, the task of choosing an efficient car is complex requiring a science-based formation of demands and their satisfaction.

In view of this, new methods and approaches for technological and operational energy efficiency, enhancement of technical and technological competitiveness of future transport proposals, and market feasibility of LDVs“ modernization are relevant in the field of road transportation. The purpose of the study is to improve energy efficiency of transporting small consignments based on multifactor analysis of indicators of transport energy efficiency of LDVs, and

technological and innovative transportation based on the principle of the life cycle of a car.

The scientific novelty of the study is as follows:

- it proves the possibility of coordinating strategies to comprehensively increase transport productivity, cost-effectiveness, as well as to improve energy efficiency of transporting small consignments based on the principles of technical and technological energy saving and taking into account innovative preferences of carriers at different stages of the life cycle of a car;

- it reveals a complex functional role of a carrier at different stages of the life cycle of a car while solving problems of innovative development of technical, and resource and technological base of road transportation under conditions of the market economy; it takes into account such functions as a buyer of new LDVs as scientific and technical goods for industrial purposes, a producer of energy efficient road transportation services, and a strategic manager that is a potential customer of promising LDVs with technical novelty at the stages of planning technical and technological development of road transportation;

- it develops a model and a method for comprehensive improvement of transport energy efficiency of LDVs and transporting small consignments at the stages of the life cycle of a car by energy use rationalization of commercial and technical, technical and technological, and operational transportation factors, which unlike the existing methods of transportation cost-effectiveness analysis (based on virtual and non-technological transportation of goods), allows comprehensively solving organizational and technological problems of improving these processes;

- it proposes an innovative technical and technological approach to energy-saving road transportation of small consignments taking into account the set of properties and parameters of LDVs as well as transportation conditions, which, in contrast to the existing ones, allows improving transportation energy efficiency according to the concept of energy saving and in compliance with the preferences of carriers at different stages of the life cycle of a car.

- it establishes functional dependences of transport energy efficiency indicators of LDVs and transportation on various factors (design and technical, mode, road, transport and operational).

The practical significance of the obtained results is in the developed set of methods to improve transport energy efficiency and transportation projects of LDVs taking into account technical and technological factors according to the principle of their life cycles:

- methods of monitoring conceptual consumer properties of LDVs by the criterion of their transport energy efficiency;
- methods of operational analysis of LDVs taking into account transportation conditions according to the criterion of their transport energy efficiency;
- methods of post-operational substantiation of the choice of LDVs according to their transport energy efficiency.

The research results and methods of operational improvement of energy efficiency of transporting small consignments are tested in the practical activities of LLC „Elitkomfortbud“. This allows choosing from a number of LDVs available at the enterprise those that are more in line with the characteristics of real road transportation in terms of their design and technical characteristics as well as to adjust the technical plans for renewing the fleet vehicle. In addition, the thesis results are recommended for a comprehensive increase in cost effectiveness and improvement of energy efficiency of postal services at LLC „Nova Poshta“. The developed theoretical and methodological provisions are used in the educational process at the National Transport University in the training of specialists in specialty 275 „Transport technology (on road transport)“ in such courses as „Fundamentals of Transport Technology“, „Modern Transport Technology“, „Resource-Saving Technology on Road Transport“.

The study has established that the theory of transportation uses the design model of virtual transportation of goods in which consumption of energy and resources during movement of LDVs is replaced by the conditional act of freight delivery with steady (technical) speed. It follows that the analysis of consumer

energy-saving quality of a car based on its transportation model is basically not possible. Thus, the task of assessing physical consumption of the car during transportation cannot be set.

Existing approaches to the selection and validation of LDVs are simplified and imperfect in terms of transport technology. They do not take into account a) resource and technical properties of LDVs as a means of transport; b) main design and technical characteristics of LDVs; c) parameters of its operation (running surface, traffic density, length of the driving cycle, etc.).

Therefore, to achieve this goal the paper proposes to use calculation schemes based on the theory of energy efficiency of a car developed by Khabutdinov R.A. These schemes consider a car as a multifunctional carrier of technical resources of transport in operation. The study proves that the latter manifests the vehicle properties as a complex machine, an object of traffic control. To perform a comprehensive analysis of these properties, the paper proposes mathematical models of energy efficiency of cars in test operations. These calculation schemes have allowed creating methods of complex technical and technological analysis of the efficiency of transportation by LDVs. In addition, to integrate technological and economic knowledge in the field of operation of the fleet vehicle, the paper has developed calculation schemes of energy saving of technological resources of transport. A reference-comparative method of analysis of energy efficiency of LDVs in test operations helps to determine the energy equivalent cost of transportation. However, it should be noted that this theory develops the basics of energy resource efficiency of a car, so specific issues of improving energy efficiency of LDVs during operation and management starting from the early stage of the life cycle of LDV are out of attention.

Having conducted simulation mathematical modelling of LDV movement and multivariate analysis, the study has established regularities of influence of the main design and technical parameters of the vehicle as well as transport and operational conditions of transportation and road characteristics on the indicators of transport energy efficiency of LDVs.

The paper develops methods for comprehensive improvement of transport energy efficiency and formation of requirements for transportation projects of LDVs taking into account technical and technological factors within their life cycle.

The study proves that the proposed indicator of transport energy efficiency of LDVs and a set of methods correspond to the concept of energy saving on road transport.

Key words: light-duty car, small consignments, transport energy efficiency, complex approach, life cycle of a car, energy efficiency management.

Список публікацій здобувача

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукових баз:

1. Halona I. Selection of the light-duty trucks considering their design parameters modifications 2020. Volume 8, No. 1. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*.

2. Галёна И. И., Пицык М. Г. Метод эксплуатационного управления транспортной энергоэффективностью автомобиля малой грузоподъемности. 2021. № 1 (62) (2021). *World Science* DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30012021/7407

Статті у фахових виданнях України:

3. Гальона І. І. Енергоефективність транспортного сектору в Україні. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. Вип. 21. Ч.2. С. 102-105.

4. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Підвищення споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності, як складних науково-технічних товарів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2011. Вип. 24. Ч.2. С. 240-243.

5. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика аналізу впливу технічних параметрів та машинно-технічних процедур на енергоефективність автомобілів малої вантажопідйомності. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. Вип.26. Ч.2. С. 300-303.

6. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика моніторингу енергетичної ефективності автомобілів малої вантажопідйомності. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2012. Вип. 10. С. 263-267.

7. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика передексплуатаційного обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності. *Наукові нотатки Луцький національний технічний університет*. 2012. Вип. 36. С. 268-271.

8. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Мотиваційний аналіз концептуальних переваг перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу. *Вісник Національного транспортного університету*. 2015. Вип. 31(1). С. 525-529.

9. Гальона І. І. Методика моніторингу енергетичної ефективності автомобілів малої вантажопідйомності. *Вісник СХУ ім. В. Даля*. 2019. Вип. 2(250). С. 24-28.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

10. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Методика анализа влияния основных конструктивно-технических параметров АМГ на его транспортную энергоэффективность. *Инновационный транспорт. Российская академия транспорта*. 2014. Вып. 1(11). С. 58-61.

11. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Методика анализа влияния основных конструктивно-технических параметров автомобилей малой грузоподъёмности на его транспортную энергоэффективность. *Инновации и исследования в транспортном комплексе : Материалы первой международной научно-практической конференции*. Курган, 2014. С.30-32.

12. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Метод анализа концептуальных предпочтений перевозчика-покупателя автомобилей малой грузоподъёмности по принципу жизненного цикла. *Евразийский союз ученых*. 2015. Вып.3(12). Ч.4. С.54-57.

13. Гальона І. І. Розробка методики перед експлуатаційного обґрунтування вибору автомобілів малої вантажопідйомності за їх енергоефективністю. *LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2015. С. 247.

14. Гальона І. І. Методика перед експлуатаційного обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності за їх енергоефективністю. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2016. С. 230.

15. Гальона І. І. Аналіз методів вибору нових автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням енергоресурсозберігаючих стратегій. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2017. С. 243.

16. Гальона І. І. Методика обґрунтування вибору автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням енергоресурсозберігаючих стратегій. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2018. С. 247.

17. Гальона І. І. Аналіз концептуальних преференцій перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу. *LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2019. С. 252.

18. Галёна И. И. Метод маркетингового анализа автомобилей малой грузоподъемности по энергетическим критериям. *Вестник БУТ: Наука и транспорт*. 2019. №2 (39). С. 22-23.

19. Гальона І. І. Метод маркетингового аналізу автомобілів малої вантажопідйомності (АМВ) за енергетичним критерієм. *Перспективи взаємодії*

залізниць та промислових підприємств : тези 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції (28-29 листопада 2019р.) ДНУЗТ. Дніпро, 2019. С. 36-38.

20. Гальона І. І. Методика передексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх енергоефективністю. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ» (на честь 90 річчя ХНТУСГ) ХНТУСГ*. Харків, 2020. С. 69-71.

21. Гальона І. І. Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни їх конструктивних параметрів. *Матеріали VIII-ї міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту» : збірник наукових праць (14-15 квітня 2020 року) ВНТУ*. Вінниця, 2020. С. 106-107.

Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір:

22. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 99040 Україна. Науковий твір «Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни конструктивних параметрів» І. І. Гальона (Україна). № 99040; заявл. 07.08.2020; зареєстр. 13.08.2020.

23. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 99041 Україна. Науковий твір «Алгоритм формування методології мотиваційного аналізу концептуальних преференцій перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу» І. І. Гальона (Україна). № 99041; заявл. 07.08.2020; зареєстр. 13.08.2020.

24. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 99041 Україна. Науковий твір «Методика та алгоритм передексплуатаційного обґрунтування преференцій перевізника-покупця при виборі автомобілів малої вантажопідйомності (АМВ) за їх енергоефективністю» І. І. Гальона (Україна). № 99042; заявл. 07.08.2020; за реєстр. 13.08.2020.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

25. Гальона І. І., Придибайло В. М. Аналіз техніко-експлуатаційних характеристик автомобілів малої вантажопідйомності. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2018. С. 252.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	22
ВСТУП	23
 РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДРІБНОПАРТІОННИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ЗАДАЧІ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В РАМКАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ	 30
1.1 Сучасний стан ринку транспортних послуг автомобілів малої вантажопідйомності в області перевезень дрібних партій вантажів	30
1.2 Основні передумови аналізу організаційно-економічних особливостей управління перевезеннями дрібних партій вантажів	38
1.3 Аналіз існуючих методів вибору та оцінки функціонування АМВ з урахуванням життєвого циклу автомобіля	45
1.4 Постановка питання підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів	53
1.5 Задачі досліджень	54
1.6 Висновки по розділу 1	56
 РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТРАНСПОРТНО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АМВ В РАМКАХ ЇХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ	 58
2.1 Обґрунтування експлуатаційно-технологічного підходу та розрахункових схем для тестового аналізу транспортної енергоефективності АМВ	58
2.2 Постановка задачі аналізу експлуатаційно-технологічного енергозбереження на автотранспорті в рамках життєвого циклу АМВ	65
2.3 Математичні моделі для комплексного аналізу транспортної енергоефективності автомобільних міських і міжміських перевезень дрібних партій вантажів з використанням АМВ	67

2.4 Математичні моделі для аналізу транспортної енергоефективності АМВ	74
2.4.1 Математичні моделі транспортної енергоефективності АМВ	74
2.4.2 Математична модель показника транспортно-технологічної якості АМВ	82
2.4.3 Математичні моделі показників організаційної і транспортно-технологічної енергоефективності АМВ	86
2.5 Висновки до розділу 2	94
 РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЮВАННЯ ТА БАГАТОВАРІАНТНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ	 96
3.1 Методологічні основи підвищення енергоефективності автомобіля малої вантажопідйомності	96
3.2 Постановка задачі моделювання енерго-ресурсної ефективності автомобілів малої вантажопідйомності в тестових операціях	98
3.3 Методика параметричного аналізу впливу конструктивно-технічних, експлуатаційних та дорожніх параметрів на показники енергоресурсної ефективності автомобіля малої вантажопідйомності	105
3.3.1 Аналіз впливу конструктивних параметрів автомобіля малої вантажопідйомності на його енергоресурсну ефективність	108
3.3.2 Аналіз впливу умов перевезень на транспортну енергетичну ефективність	123
3.3.3 Аналіз впливу характеристик дороги	130
3.4 Аналіз впливу конструктивних параметрів АМВ на енергоеквівалентний показник собівартості перевезень	134
3.5 Висновки до розділу 3	137

РОЗДІЛ IV РОЗРОБКА МЕТОДИК КОМПЛЕКСНОГО

ПІДВИЩЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПРОЕКТІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АМВ ЗА ПРИНЦИПАМИ ЇХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

4.1 Постановка задачі моделювання енерго- і ресурсозберігаючих стратегій на ринку автомобілів малої вантажопідйомності	138
4.2 Методика моніторингу концептуально споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності за критерієм їх транспортної енергоефективності	145
4.3 Методика експлуатаційного аналізу АМВ з урахуванням умов транспортування за критерієм їх транспортної енергоефективності	152
4.4 Методика післяексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх транспортною енергоефективністю	156
4.5 Висновки до розділу 4	162
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	163
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	166
ДОДАТОК А АКТИ, ДОВІДКИ ВПРАВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ	179
ДОДАТОК Б ОТРИМАНІ СВІДОЦТВА ПРО РЕЄСТРАЦІЮ АВТОРСЬКОГО ПРАВА НА ТВІР	183
ДОДАТОК В СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ	187

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

РС – рухомий склад;

АМВ – автомобіль малої вантажопідйомності;

АТЗ – автотransпортний засіб;

ЖЦА – життєвий цикл автомобіля;

ТЕЕА – транспортна енергоефективність автомобіля;

ТЗ – транспортний засіб;

АНТРТ - автомобіль як носій технічних ресурсів транспорту;

СПОКА – структурно-параметрична організація конструкції автомобіля;

ТТ – транспортні технології;

ЕРЕАТЗ – енергоресурсна ефективність автотransпортного засобу.

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми досліджень. Автомобільний транспорт в Україні набуває дедалі більшого значення. Це найбільш маневрений і ефективний вид транспорту для перевезення масових вантажів дрібними партіями на близьку та середню відстань [1, 2]. Автотранспорт забезпечує функціонування і територіальну організацію всіх напрямів народного господарства, і насамперед, галузей автомобільно-промислового комплексу, які займають важливе місце в економіці України. Вирішуючи можливі напрямки покращення організаційних і технологічних задач, що стають перед збільшенням обсягів перевезень, необхідно звертати увагу на всю структуру автотранспортної галузі. Тому, що все це впливає не тільки на вантажопотоки, як в середині країни, так і транзитом, а і значно впливає на енергоємність цих перевезень, що потребує проведення наукових досліджень в даному векторі.

Одним із перспективних напрямків в галузевій ніші вантажних перевезень є доставка невеликих партій вантажів автомобілями малої вантажопідйомності на відносно невеликі відстані. Даний напрямок характеризується великим різноманіттям конструктивно-параметричних варіантів в цьому сегменті ринку АТЗ, що в свою чергу обумовлює складність обґрунтування нових автомобілів споживачами-перевізниками при обранні моделі для власного автопарку. Так, при оновленні або формуванні парку ТЗ, у перевізника-покупця виникає необхідність рішення задачі обґрунтування АМВ з точки зору довгострокової мети, а саме - формування вимог до майбутніх проектів АМВ, що будуть відповідати концепції експлуатаційного енергозбереження [3]. Для вирішення цього завдання потрібен комплекс методик підвищення транспортної енергоефективності інноваційних проектів перевезень дрібних партій вантажів на різних етапах ЖЦА з урахуванням їх технічної новизни.

Зважаючи на це було визначено взаємозв'язок і зміст досліджень в рамках даної дисертаційної роботи.

Для реалізації підвищення транспортної енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів АМВ необхідно вирішувати задачі формування високих транспортних технологій на основі використання нового підходу і критеріального апарату до обґрунтування нових АМВ і параметрів енергозберігаючих технологій перевезень з урахуванням принципу їх життєвого циклу і різних факторів експлуатації [4, 5].

Даний підхід дасть змогу при формуванні парку АМВ обґрунтувати і обрати на маршрути, що обслуговуються, такі ТЗ, які забезпечать довготермінову конкурентоспроможність серед перевізників.

Зважаючи на це, актуальність використання нових методів аналізу енергетичного функціонування АМВ і підвищення їх транспортної енергетичної ефективності, беззаперечна. Для вирішення цих задач використано теорію енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу і методи маркетингового обґрунтування модернізації АМВ [6, 7].

Для можливості реалізації підвищення транспортної енергоефективності перевезень АМВ виникає необхідність вирішення задачі адаптації розроблених математичних моделей аналізу енергоефективності автомобіля узагальненого типу до рішення задач енергетичного аналізу адаптивного функціонування АМВ в умовах експлуатації і транспортної енергоефективності АМВ з технічною новизною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Наведені в дисертації основні результати й рекомендації розроблено на основі виконання у Національному транспортному університеті держбюджетної науково-дослідної роботи № 31 «Теоретичні основи енергозберігаючих технологій систем автомобільних перевезень» (номер державної реєстрації 0104U003342) та в рамках кафедральної науково-дослідної роботи на тему «Теоретичні основи транспортно-технологічних енергозберігаючих процесів» (Національний транспортний університет, номер державної реєстрації 0121U110243, 2017-2022 р.), а також положень Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, схваленої

розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.03.2018 № 430-р, ст.3 закону України «Про енергозбереження» від 01.07.1994 № 74/94-ВР.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів на основі багатофакторного аналізу показників транспортної енергоефективності АМВ та технологічно-інноваційних процесів перевезень за принципом ЖЦА.

Для досягнення поставленої мети вирішено наступні задачі:

- провести аналіз існуючих методів підвищення ефективності перевезень дрібних партій вантажів та аналізу технологічного функціонування АМВ з урахуванням етапів їх життєвого циклу;
- уточнити математичну модель енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу щодо врахування інноваційних преференцій перевізників стосовно властивостей АМВ, з метою підвищення транспортної енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів в рамках життєвого циклу автомобіля;
- розробити методику тестового та імітаційного моделювання функціонування АМВ зі змінними параметрами, як ресурсно-технічного засобу транспортної технології та процесів перевезень;
- визначити закономірності впливу комплексу конструктивно-технічних, дорожніх, транспортно-експлуатаційних факторів на показники транспортної енергоефективності АМВ та перевезень дрібних партій вантажів;
- розробити комплекс методик підвищення транспортної енергоефективності інноваційних проєктів перевезень дрібних партій вантажів на різних етапах ЖЦА виходячи з преференцій перевізників щодо вдосконалення властивостей АМВ і техніко-технологічних факторів процесів перевезень у взаємозв'язку зі змінами їх транспортних і дорожніх факторів.

Об'єктом дослідження є енерговитратний процес перевезень дрібних партій вантажів з урахуванням змін структурно-параметричної організації АМВ (СПОКА) та системних факторів, які діють на різних етапах ЖЦА: ринково-товарних (обіг АМВ як товару); конструктивно-технічних, дорожніх,

транспортних, експлуатаційних та технологічно-інноваційних (на різних стадіях етапу експлуатації АМВ).

Предметом дослідження є закономірності впливу комплексу факторів, що формуються на різних етапах ЖЦА (товарно-споживчих, конструктивно-технічних, дорожніх, транспортних, експлуатаційних та технологічно-інноваційних), з показниками транспортної енергоефективності АМВ і процесів перевезень дрібних партій вантажів.

Методи дослідження. В даній роботі використовуються методи теорії транспортних процесів та систем, методи підвищення енергоресурсної ефективності АМВ і автомобільних перевезень, методи тестового, еталонно-порівняльного та операційно-імітаційного аналізу автомобільних перевезень, метод регресійного аналізу, математичне моделювання функціонування АМВ.

Наукова новизна:

- доведена можливість узгодження стратегій комплексного підвищення транспортної продуктивності, противитратної ефективності, а також енергоефективності процесів автомобільних перевезень вантажів дрібних партій на основі використання принципів техніко-технологічного енергозбереження та врахування інноваційних преференцій перевізників на різних етапах ЖЦА;

- виявлена комплексно-функціональна роль перевізника на різних етапах ЖЦА при вирішенні задач інноваційного розвитку технічної та ресурсно-технологічної бази процесів автомобільних перевезень в умовах ринкової економіки; при цьому враховуються його наступні функції: покупця нових АМВ, як науково-технічних товарів виробничого призначення, продуцента енергоефективних автотранспортних послуг і стратегічного менеджера - потенційного замовника перспективних АМВ з технічною новизною на етапах планування техніко-технологічного розвитку автомобільних перевезень;

- розроблено модель і метод комплексного підвищення транспортної енергоефективності АМВ і процесів перевезень дрібних партій вантажів на етапах ЖЦА шляхом енергетичної раціоналізації товарно-технічних, техніко-

технологічних і експлуатаційних факторів транспортного процесу, що на відміну від існуючих методів аналізу противитратної ефективності перевезень (які ґрунтуються на схемі віртуального і нетехнологічного транспортування вантажів), дає змогу комплексно вирішувати організаційно-технологічні задачі удосконалення цих процесів;

- запропоновано інноваційний техніко-технологічний підхід до формування енергозберігаючих автомобільних перевезень дрібних партій вантажів з врахуванням комплексу властивостей та параметрів АМВ, а також умов транспортування, який на відміну від існуючих, дає змогу підвищувати рівні транспортної енергоефективності автомобільних перевезень відповідно концепції енергозбереження на автотранспорті і згідно інноваційних переваг перевізників на різних етапах ЖЦА.

- встановлено функціональні залежності показників транспортної енергоефективності АМВ і процесів перевезень від різних факторів (конструктивно-технічних, режимних, дорожніх і транспортно-експлуатаційних).

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці методик для комплексного підвищення транспортної енергоефективності та проектів перевезень АМВ з урахуванням техніко-технологічних факторів за принципом їх життєвого циклу:

- методика моніторингу концептуально споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності за критерієм їх транспортної енергоефективності;

- методика експлуатаційного аналізу АМВ з урахуванням умов транспортування за критерієм їх транспортної енергоефективності;

- методика післяексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх транспортною енергоефективністю.

Результати досліджень та методики експлуатаційного підвищення енергетичної ефективності перевезень дрібних партій вантажів апробовані у практичній діяльності ТОВ «Еліткомфортбуд». Це дозволило із ряду наявних на

підприємстві АМВ обрати ті, що за своїми конструктивно-технічними характеристиками більше відповідають характеристикам реальних автомобільних перевезень, що здійснюються, а також скоректувати технічні плани оновлення рухомого складу. Крім цього, результати дисертаційної роботи рекомендовано для комплексного підвищення противитратної та енергетичної ефективності поштових перевезень на ТОВ «Нова Пошта». Розроблені теоретичні та методичні положення, використані в навчальному процесі у Національному транспортному університеті при підготовці фахівців спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» з таких дисциплін, як: «Основи транспортних технологій», «Сучасні транспортні технології», «Ресурсозберігаючі технології на автомобільному транспорті», а також при виконанні бакалаврських та магістерських кваліфікаційних робіт.

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати досліджень за темою дисертаційної роботи здобувачем отримані самостійно. Особисто здобувачем опубліковано 2 статті у виданнях іноземних держав [8, 9] і 2 статті у наукових фахових виданнях [3, 10]. У роботах, написаних у співавторстві, особисто здобувачем на основі аналізу експлуатаційно-технологічних характеристик АМВ обґрунтовано критерії їх транспортної ефективності [11]; здійснено дослідження впливу конструктивних параметрів АМВ, умов перевезень та характеристик доріг на показники транспортної енергетичної ефективності і енергоеквівалентного показника собівартості [12, 13]; розроблено методику моніторингу концептуально споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності за критерієм їх транспортної енергоефективності [14, 15].

Апробація матеріалів дисертації. Результати наукових розробок, отримані під час виконання дисертаційної роботи, докладалися на LXXI – LXXV наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету (м. Київ, 20015-2019 рр.); на міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях: «Инновации и исследования в

транспортном комплексі» 2014 р., Курган, Росія; «Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ» 2020 р., Харків, Україна; «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту» 2020 р., Вінниця, Україна.

Публікації. Основні теоретичні і практичні положення дисертаційної роботи опубліковані в 7 наукових статтях у фахових виданнях України і 4 статтях іноземних видань, а також 10 тезах доповідей на наукових конференціях, отримано 3 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 191 сторінка друкованого тексту, з них 123 сторінки основного тексту. Список використаних джерел налічує 134 найменувань.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ДРІБНОПАРТІОННИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ЗАДАЧІ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В РАМКАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

1.1 Сучасний стан ринку транспортних послуг автомобілів малої вантажопідйомності в області перевезень дрібних партій вантажів

Автомобільний транспорт в Україні набуває дедалі більшого значення. Це найбільш маневрений і ефективний вид транспорту для перевезення масових вантажів дрібними партіями на близьку відстань. Автотранспорт забезпечує функціонування і територіальну інтеграцію майже всього розривного економіко-соціумного простору країни (розділені пункти створення продукції та їх споживання, а також пункти проживання і життєдіяльності людей). На автотранспорті (АТ) необхідні цілеспрямовані методи для вирішення двох науково-практичних задач удосконалення: а) організаційних проектів, що спрямовані на підвищення часової організованості і противитратної ефективності транспортного обслуговування [16]; б) техніко-технологічних проектів інноваційного розвитку за концепцією енергозберігаючих автотранспортних технологій і ресурсозберігаючих автотранспортних процесів [6, 17]. При цьому, необхідний системний підхід з урахуванням технологічних механізмів взаємодії активних виробничих елементів автотранспорту і пасивних елементів дорожньої та термінальної інфраструктури, а також зовнішніх ринкових (ринки ресурсів і автотранспортних послуг) механізмів взаємодії управлінців автотранспорту в структурі автотранспортної системи (АВТС) [18, 19].

Ці механізми впливають не тільки на об'єми вантажопотоків, а і в більшій степені впливають на техніко-технологічні рівні автотранспортних процесів (транспортна енергоефективність АТЗ, енерго-технологічна ефективність автомобільних перевезень, технологічне ресурсозбереження). Для

формування проектів техніко-технологічного розвитку АТ в умовах ринкової економіки, управлінцям необхідно використовувати нові методи системного аналізу конструктивно-технічних, дорожніх, термінальних і експлуатаційно-технологічних факторів автотранспортних процесів з використанням: а) еволюційно-симулятивних і тестових методів обґрунтування нових АТЗ і енергоефективних автотранспортних технологій; б) принципу і логіки життєвого циклу АТЗ [20, 21-24].

Для аналізу дорожнього фактору процесів автомобільних перевезень далі представлена коротка характеристика дорожньо-мережової інфраструктури АВТС. Розвиток автомобільних доріг загального користування відстає від темпів автомобілізації країни. Протягом 2010 – 2020 років їх протяжність практично не збільшувалася. Щільність автомобільних доріг в Україні - 280 км/тис. км², це в 3 рази менше, ніж у Словаччині - 907 км/тис. км² [25]. При цьому загальна протяжність автомобільних доріг України (табл. 1.1) в 3,8 рази перевищує протяжність автомобільних доріг Словаччини [25].

Це пояснюється низкою об'єктивних причин, зокрема тим, що тягар на утримання транспортної мережі на душу населення є більшим порівняно з європейськими країнами через відносно невелику густоту населення, низьку купівельну спроможність громадян, порівняно невеликий парк автомобілів та значну територію країни.

Таблиця 1.1 – Протяжність автомобільних доріг України державного значення, станом на 30.01.2019 року [26]

1.	Загальна протяжність автомобільних доріг державного значення	46640 км
2.	Загальна протяжність міжнародних автомобільних доріг на території України	9311,2 км
3.	Загальна протяжність національних автомобільних доріг	7175,2 км
4.	Загальна протяжність регіональних автомобільних доріг	8492,6 км
5.	Загальна довжина територіальних доріг	21661 км

Незадовільним є транспортно-експлуатаційний стан автодоріг: 97% усіх автомобільних доріг мають високу зношеність та потребують капітального або

поточного ремонту, 39% автомобільних доріг державного значення не відповідають вимогам за міцністю, а 51% – за рівністю [27].

В міру створення міждержавних автомагістралей значення автомобільного транспорту постійно зростає у здійсненні міждержавних зв'язків, зокрема з Білорусією, Молдовою, країнами зарубіжної Європи.

Розвиток автомобільного транспорту та його територіальна організація залежать від галузевої структури народного господарства, її територіальної організації, природних умов, зокрема рельєфу. Названі чинники визначають напрями та щільність автошляхів.

Автомобільні дороги України не відповідають європейським стандартам за багатьма показниками, зокрема, таким як: швидкість пересування, навантаження на вісь, забезпеченість сучасними дорожніми знаками і розміткою, необхідною кількістю пунктів технічної і медичної допомоги, харчування і відпочинку, заправлення паливом і мастилом, телефонного зв'язку й ін. Практично відсутні дороги 1 категорії (табл. 1.2) з багаторядним рухом на високих швидкостях. Значного поліпшення вимагає матеріально-технічна база організацій, що здійснюють розвиток і обслуговування автомобільної транспортної мережі.

Таблиця 1.2 – Дороги України за категоріями [28]

№	Тип доріг	Частка
1.	1-ї категорії (інтенсивність – понад 10000 транспортних засобів на добу)	1%
2.	2-ї категорії (від 3000 до 10000)	8%
3.	3-ї категорії (від 1000 до 3000)	17%
4.	4-ї категорії (від 150 до 1000)	63%
5.	5-ї категорії (до 150)	11%

Дані про динаміку обсягів перевезень вантажів за видами транспорту були отримані шляхом аналізу статистичної інформації з офіційних джерел статистики Держкомстат України [29].

Підсумкові дані про обсяг перевезених вантажів та виконані тонно-кілометри транспортом (а саме автомобільним) в період з 2018 по 2020рр. наведені в табл. 1.3 та табл. 1.4.

Таблиця 1.3 – Обсяги перевезених вантажів транспортом, в тому числі автомобільним транспортом, в період з 2018 по 2020 рр.

Обсяги перевезених вантажів транспортом (а саме автомобільним) за січень-грудень 2018 року													
Транспорт	млн.т	Січень	Січень-лютий	Січень-березень	Січень-квітень	Січень-травень	Січень-червень	Січень-липень	Січень-серпень	Січень-вересень	Січень-жовтень	Січень-листопад	Січень-грудень
	у % до 2017р.	45,2	97,5	150,0	200,4	252,2	301,3	356,3	409,9	462,5	516,1	571,0	624,1
Автомобільний	млн.т	12,5	25,6	39,6	54,5	70,5	87,1	103,5	120,9	137,6	154,1	171,4	186,7
	у % до 2017р.	111,5	112,8	103,1	102,4	104,0	105,6	106,8	107,6	107,3	107,4	106,9	105,8
Обсяги перевезених вантажів транспортом (а саме автомобільним) за січень-грудень 2019 року													
Транспорт	млн.т	50,2	100,9	161,9	218,1	274,3	329,1	385,2	441,4	502,2	560,0	618,1	676,0
	у % до 2018р.	102,2	103,6	107,9	108,8	108,7	108,4	108,1	107,7	108,5	108,5	108,3	108,2
Автомобільний	млн.т	14,2	31,2	53,2	72,2	91,5	112,9	134,2	156,1	181,4	201,7	222,6	244,2
	у % до 2018р.	114,0	122,3	134,4	132,6	129,8	129,3	129,7	129,2	131,4	130,9	129,9	130,5
Обсяги перевезених вантажів транспортом (а саме автомобільним) за січень-вересень 2020 року													
Транспорт	млн.т	44,0	90,1	140,7	184,8	229,0	275,5	327,0	382,2	435,2			
	у % до 2019р.	87,7	89,3	86,9	84,7	83,5	83,7	84,9	86,6	86,7			
Автомобільний	млн.т	13,2	28,2	43,7	57,6	70,8	85,6	102,7	119,4	136,9			
	у % до 2019р.	92,6	90,3	82,1	79,8	77,4	75,8	76,5	76,5	75,5			

Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях.

Таблиця 1.4 – Виконані тонно-кілометри транспортом, в тому числі автомобільним транспортом, у період з 2018 по 2020 рр.

Виконані тонно-кілометри за видами транспорту за січень-грудень 2018 року													
Транспорт	млн.ткм	Січень	Січень-лютий	Січень-березень	Січень-квітень	Січень-травень	Січень-червень	Січень-липень	Січень-серпень	Січень-вересень	Січень-жовтень	Січень-листопад	Січень-грудень
	у % до 2017р.	25546,0	50641,9	79293,6	107160,0	135079,5	162515,8	191332,6	219663,4	248036,2	276282,2	303746,4	331856,2
Автомобільний	млн.ткм	2757,8	6037,6	9686,1	13127,9	16726,2	20415,6	23929,2	27643,0	31493,0	35120,9	38781,6	42569,5
	у % до 2017р.	116,5	114,1	110,9	109,7	108,1	107,2	106,6	106,0	105,2	104,9	103,8	102,7
Вантажообіг за видами транспорту за січень-грудень 2019 року													
Транспорт	млн.ткм	26256,8	51698,6	80862,9	110771,5	140706,0	168058,3	196573,9	223937,4	252679,8	282301,7	310990,5	338962,5
	у % до 2018р.	102,8	102,1	102,0	103,4	104,2	103,4	102,7	101,9	101,9	102,2	102,4	102,1
Автомобільний	млн.ткм	3045,1	6746,1	10928,0	14944,4	19146,3	23201,9	27582,7	31910,0	36258,0	40663,2	44768,6	48906,3
	у % до 2018р.	110,4	111,7	112,8	113,8	114,5	113,6	115,3	115,4	115,1	115,8	115,4	114,9
Вантажообіг за видами транспорту за 2020 рік													
Транспорт	млн.ткм	20819,8	43416,9	68853,4	90606,0	112761,4	135113,3	159442,0	185663,1	210718,3			
	у % до 2019р.	79,3	84,0	85,1	81,8	80,1	80,4	81,1	82,9	83,4			
Автомобільний	млн.ткм	3181,2	6934,1	10583,9	13520,1	16746,3	20087,6	23740,9	27339,2	31046,1			
	у % до 2019р.	104,5	102,8	96,9	90,5	87,5	86,6	86,1	85,7	85,6			

Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях.

Шляхом аналізу статистичної інформації про динаміку обсягів перевезень вантажів за видами транспорту можна зробити наступні висновки: серед перевезення вантажів в 2020 році найбільша частка відправлень припадає на залізничний транспорт (223,1 млн.т), на другому місці – автомобільний (136,9 млн.т), на третьому – трубопровідний (71,2 млн.т), незначною є частка водного та авіаційного (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Структура обсягу перевезень вантажів в Україні по видах транспорту в 2020 році (у %)

Відомо, що найпоширенішим видом транспорту для перевезення дрібних партій вантажів є автомобільний. Саме це обумовлює вибір об'єкту досліджень – автотранспортні процеси перевезень дрібних партій вантажів автомобілями малої вантажопідйомності (АМВ).

Для більш зрозумілого визначення поняття «автомобіль малої вантажопідйомності» наведемо європейську класифікацію.

В 90-ті роки у вітчизняній практиці почала використовуватися класифікація АТЗ, яка застосовується в міжнародних вимогах з безпеки перевезень (Правилах ЄЕК ООН), розроблених і прийнятих Комітетом по внутрішньому транспорту Європейської економічної комісії ООН. Згідно з цією класифікацією вантажні автомобільні транспортні засоби (категорія N) поділені на три категорії:

1) N1 - транспортні засоби, призначені для перевезення вантажів, що мають максимальну масу не більше 3,5 тонн.

2) N2 - транспортні засоби, призначені для перевезення вантажів, що мають максимальну масу більше 3,5 тонн, але не більше 12 тонн.

3) N3 - транспортні засоби, призначені для перевезення вантажів, що мають максимальну масу більше 12 тонн.

Таким чином, до автомобілів малої вантажопідйомності ми відносимо автомобілі першої категорії N1.

Ще на початку 2000-х років автомобілебудівний комплекс України був вагомим гравцем на світовому ринку автомобілебудівної продукції.

Таблиця 1.5 Місце України в рейтингу країн-автовиробників у 2004 - 2018 рр. [30]

Країна автовиробник Україна	Місце в топ-40 країн-автовиробників за роками
2004	33
2006	30
2008	27
2010	38
2012	36
2014	40
2016	40
2018	40

Дані табл. 1.1 наглядно ілюструють покращення позицій України в рейтингу країн-автовиробників до 2008 року та різке погіршення рейтингової позиції, починаючи з 2009 року. Сьогодні Україна все ще присутня в топ-40 світових автовиробників, але займає в рейтингу останню позицію.

Відсутність виробництва автомобілебудівної промисловості України та недостатня платоспроможність вітчизняних автоперевізників призвели до того, що більше 90% українського автомобільного ринку належить імпортним моделям. І, нажаль, в практиці автомобільних перевезень переважають АТЗ із терміном експлуатації більше 8 років [31].

Сьогодні існує ряд проблем, пов'язаних з: низьким технічним рівнем автомобілів, високими рівнями фізичного і комплексно-морального (морально-технічного і морально-технологічного) зносу всього парку рухомого складу (РС) країни, нерозвиненістю транспортної мережі, відсутністю

енергозберігаючих транспортних і сервісне-ефективних термінальних технологій. Крім того - виявлена висока енергоємність економіки України [32] (рис. 1.2), зокрема автомобільного транспорту (за даними Національного агентства України з питань ефективності використання енергетичних ресурсів).

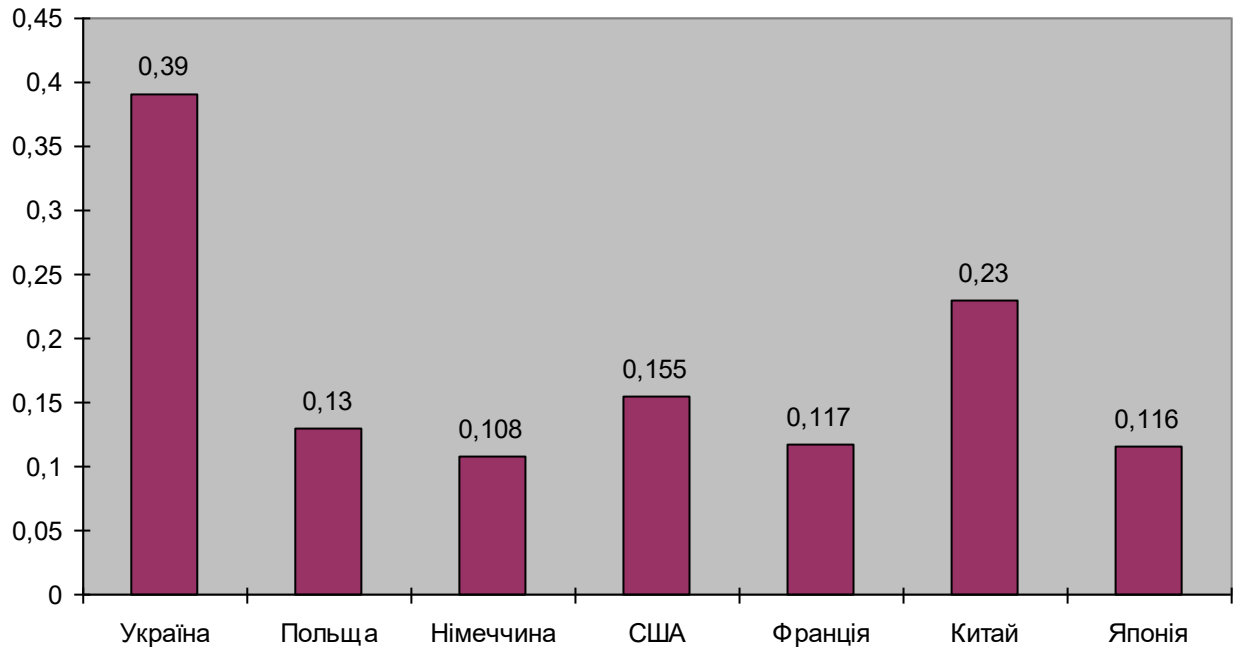


Рисунок 1.2 – Енергоємність економік країн світу (кг умовного палива на \$1 ВВП)

Так, на автомобільному транспорті витрачається близько 70% паливно-енергетичних ресурсів від загального обсягу, що витрачають усі види транспорту. У витратах на автотранспортні послуги вартість паливно-енергетичних ресурсів становить близько 30 – 40%. В собівартості продукції питома вага автотранспортних витрат складає до 50% [33]. Таким чином, автотранспортні підприємства повинні займатися вирішенням комплексних задач, виходячи не лише з організації перевезень при мінімальних витратах, але й з точки зору технології перевезень, тобто необхідно використовувати енергоефективний рухомий склад і ресурсозберігаючі автотранспортні технології вантажних перевезень, що забезпечить комплексну економію основних виробничих ресурсів АТ: технічних (АТЗ), енергетичних (паливо

різного виду), трудових (трудові витрати водія-оператора) і транспортно-часових (часи руху і процесу перевезення) ресурсів [6]. Таким чином, актуальні нові методи техніко-технологічного обґрунтування нових АТЗ та техніко-технологічних проектів автомобільних перевезень дрібних партій вантажів на основі концепції експлуатаційно-технологічного збереження енергії та ресурсів АТ згідно інноваційного підходу та ринкового принципу життєвого циклу АТЗ. В якості методологічної основи для розробки таких методів прийнята комплексна теорія енергоресурсної ефективності АТЗ узагальненого типу і виробничих процесів автомобільних перевезень [7].

1.2 Основні передумови аналізу організаційно-економічних особливостей управління перевезеннями дрібних партій вантажів

Перевезення дрібних партій вантажу характеризується невеликими обсягами вантажів, що відправляються, стабільністю вантажних потоків за напрямками, величиною і часом перевезень. Для більш чіткого розуміння терміну «дрібнопартійних перевезень» запропоновано таке поняття: перевезення дрібних партій вантажів, з наукової точки зору, це сукупність методів і процедур технологій перевезень різнорідних вантажів з невеликим обсягом партій, різним одержувачам, що забезпечує їх своєчасну доставку споживачам з умовою підвищення технологічного рівня автотранспортної послуги за критеріями її енергоефективності та противитратної ефективності. Як правило, перевезення промислових і продовольчих товарів, що відрізняються невеликим об'ємом, є дрібнопартійні. Основні особливості перевезень дрібних партій вантажів полягають в наступному [34]:

- 1) не завжди забезпечується повне завантаження транспортних засобів в один пункт призначення;
- 2) на перевезеннях використовуються підвищені тарифи, що відображає високий рівень їх собівартості;
- 3) присутня значна трудомісткість проведення вантажних робіт.

Перевезення дрібних партій вантажів пропонується класифікувати за кількома ознаками з розбивкою на окремі групи. Види груп, класифікації та їх склад пропонуються наступні:

1. По виду вантажу та упаковки:

- тарно-штучні;
- навалочні;
- пакетовані;
- контейнерні;
- швидкопсувні.

2. По виду сполучення:

- експортно-імпортні;
- міжрегіональні;
- внутрішньорегіональні;
- міжміські;
- міські.

3. За видами відправок:

- збірні (коли в одному транспортному засобі перевозиться декілька дрібних відправок різним одержувачам і, можливо, у різні пункти призначення);
- одиничні (перевезення поодинокими місцями).

Управління перевезеннями дрібних партій вантажів має, як і самі перевезення, ряд особливостей організаційно-економічного характеру, які відображають перспективні аспекти управління цим видом перевезень. З точки зору вдосконалення управління необхідно навести визначення основних термінів, що використовуються в організації перевезень дрібних партій вантажів [35]:

- 1) управління - функція організованих систем, що забезпечує підтримку їх роботи в стійкому режимі;

2) система управління - упорядкована сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів (керуючий орган, виконавчий орган, керований об'єкт, зворотній зв'язок);

3) оптимальне управління - управління, що забезпечує прийняття найкращих рішень за обраними критеріями і в даних умовах.

Види управління по рівнях ієрархії:

а) економікою країни (макрорівень);

б) економікою регіону (середній рівень) або системою підприємств галузей;

в) економікою підприємства (мікрорівень);

г) управління системою перевезень дрібних партій вантажів, що включає ряд суб'єктів і об'єктів управління.

Перераховані види управління складаються з наступних основних частин: організаційне управління; економічне управління; корпоративне управління; виробниче управління. Перші три складові частини, як правило, входять до складу управління всіх видів (рівнів), а четверта частина характерна тільки для підприємств, тобто використовується на мікрорівні.

До недавнього часу активно використовувався ще один вид управління - галузеве, проте в сучасних економічних умовах він втратив свою актуальність і його функції перейшли, в основному, до корпоративного управління.

В свою чергу, управління дрібнопартійними перевезеннями (ДПП) складається з наступних основних частин: перша частина забезпечує виконання функцій управління перевезення дрібних партій вантажів у складі адміністративних органів регіону, друга частина містить функції управління, що стосуються роботи користувачів (вантажовідправників і вантажоодержувачів) системи дрібних партій перевезень; третя частина забезпечує управління транспортними організаціями, що виконують безпосередньо перевезення дрібних партій, включаючи експедиційне обслуговування.

Головною функцією управління дрібнопартійними перевезеннями є виконання перевезень дрібнопартійних вантажів з оптимальними витратами і високою якістю. Основні функції управління дрібнопартійними перевезеннями полягають в наступному: визначення цілей, прогнозування; обґрунтування рішень; прийняття рішень; контроль за виконанням рішень; облік, аналіз, регулювання; диспетчеризація. Спеціальними функціями управління ДПП при цьому будуть експедирування, сервісне обслуговування перевезень, нормативно - правове обслуговування і т.д.

Однією з основних задач управління транспортом при перевезенні дрібних партій вантажів є розробка і вдосконалення методичного та нормативного забезпечення виконання основних функцій, без чого неможливо буде добитися головної мети - здійснення дрібнопартійних перевезень з оптимальними витратами і високою якістю. До першочергових завдань методичного характеру, які належить вирішити при удосконаленні управління транспортними організаціями, що займаються перевезеннями дрібних партій вантажів, відносяться: розробка методів підвищення транспортної енергоефективності АМВ; технологічне обґрунтування і вибір АМВ; формування енергозберігаючої автотранспортної технології та раціональних схем автомобільних перевезень; створення методик тестово-симулятивного прогнозування технологічних рівнів АМВ і перевезень.

Слід відмітити, що час доставки вантажів є суттєвою перевагою АМВ. Вони можуть швидко доставляти продукти, які псуються швидко, при цьому забезпечувати вимогу своєчасності. Як перевізні засоби АМВ призначені для доставки пошти, розвезення продуктових та промислових товарів. Вони застосовуються для освоєння незначного вантажообігу з дрібнопартійними відправками, їх також використовують, як вантажні таксі та автомобілі технічної допомоги.

Перевезення дрібних партій вантажів досить активно використовуються в системах транспортного обслуговування зарубіжних країн. Наприклад, в США близько 15%, а в країнах Західної Європи до 20% всіх вантажних

перевезень здійснюється в режимі дрібних партій [36]. Основний обсяг дрібних партій перевезень в зарубіжних країнах становлять тарно-штучні вантажі в пакетах і контейнерах, які освоюються автомобільним транспортом (до 60% всього обсягу, а в США - до 80% обсягів перевезень). Для виконання дрібнопартійних перевезень за кордоном активно використовуються спеціалізовані типи транспортних засобів, такі як рефрижератори, контейнеровози, малотоннажні транспортні засоби (особливо в частині міських перевезень вантажів). У західноєвропейських країнах для обробки дрібних партій вантажів використовуються спеціалізовані вантажні термінали з високотехнологічним обладнанням, включаючи складське та сервісно-логістичне обслуговування. Основну частку дрібнопартійних перевезень як в США, так і в країнах західної Європи становлять внутрішньорегіональні і внутрішньоміські перевезення, управління якими здійснюється спеціально створеними територіальними диспетчерськими пунктами і логістичними центрами [37].

Важливим напрямом зарубіжних інтегральних транспортних систем обслуговування дрібнопартійних перевезень є створення в їх складі модульних елементів (малих вантажних терміналів, а також транспортних та експедиційних компаній з мінімальним персоналом), які можуть адаптувати свої потужності відповідно до параметрів вантажних потоків (вид вантажу, обсяг перевезень, дальність перевезень). Такі гнучкі транспортно-термінальні комплекси дозволяють значно економити і раціонально використовувати всі види ресурсів, включаючи фінансові. Країни Північної Європи, такі як Швеція, Фінляндія, Норвегія роблять ставку на автомобільні перевезення дрібних партій вантажів та створення на їх обслуговування мережі невеликих регіональних вантажних терміналів. Велика увага в цих країнах приділяється розвитку інфраструктури перевезень магістральних автодоріг хорошої якості, під'їзних шляхів, сервісних послуг. Тарифна політика зарубіжних фірм будується, як правило, на використанні єдиних тарифів в рамках інтегрованої транспортної системи. Причому, коректування тарифів проводиться при виникненні

ситуаційних змін в економіці, що обумовлюється спеціальними тарифними угодами між транспортними компаніями і споживачами їхніх послуг, але в рамках діючих міжнародних правил і стандартів [38]. У сфері дрібнопартійних перевезень актуальні розробка і реалізація концепції експлуатаційно-технологічного енерго- і ресурсозбереження з умовою узгодження стратегій оперативної і довгострокової конкуренції на ринках автотранспортних послуг. Крім цього, необхідно враховувати чинники високої енерго- та ресурсоемності перевезень: велике конструктивно-технічна різноманітність АМВ, висока споряджена маса АМВ при відносно малій масі вантажів і пасажирів, низькі рівні продуктивності і технологічної ефективності перевезень.

На основі аналізу особливостей АМВ і процесів перевезень дрібних партій вантажів можна зробити висновок, що для інноваційного підвищення ресурсної економічності та технологічної якості таких перевезень в умовах ринкової економіки актуальне використання методів тестового аналізу їх енергоресурсної ефективності [6, 39, 40], починаючи з ранніх етапів ЖЦ АМВ.

В економіці транспорту найбільш поширеними критеріями ефективності є прибуток та витрати. Недоліками методів економічного аналізу є припущення про незмінність параметрів техніки і технології (так зване «заморожування»), а також дуже спрощена схема використання технологічних ресурсів транспорту. В цій схемі розглядається акт списання вартості ресурсів у експлуатаційні затрати, тому ці методи дозволяють аналізувати лише фінансову частину, а технологічні задачі залишаються без вирішення. Техніко-економічні показники роботи автомобіля визначаються організацією перевезень і комплексом його експлуатаційних властивостей: вантажомісткістю, використанням маси, швидкісними характеристиками, безпекою руху, паливною економічністю, довговічністю, надійністю, прохідністю, зручністю у використанні, придатністю до технічного обслуговування і поточного ремонту.

Таким чином, в дисциплінах з економіки автобудування та автотранспорту ототожнюються противитратний та ресурсозберігаючий підходи. Це призводить до того, що єдині вартісні розрахункові схеми

споживання ресурсів стають неадекватними при довгостроковому прогнозуванні в умовах ринкової економіки. В той же час найважливішою довгостроковою вимогою споживача АП є природно-речова (а не вартісна) мінімізація енерго- та ресурсомісткості перевезень. З ідеї бізнес-планування розвитку автотранспорту випливає вимога забезпечення техніко-економічного рівня автомобіля, який визначає придатність конструкції до інтенсивного підвищення рентабельності перевезень шляхом мінімізації споживання енергії та ресурсів. Відповідність автомобіля цій вимозі відображається у понятті енергоресурсозберігаючої корисності автомобіля, яке є основою критерію споживчої якості АП. Це поняття відображає ідею ринкового раціоналізму, яка потрібна покупцю автомобілів. Використання такого критерію на етапах створення та експлуатації автомобіля забезпечує можливість бізнес-планування природної економізації транспортного процесу.

Виконання вище зазначених вимог усіма суб'єктами АТС гарантує стримання росту транспортних витрат та економію матеріально-технічних ресурсів в умовах ринкової економіки. Розвиток цієї системи обумовлюється рівнем первинного споживчого попиту на якість АП і похідним від нього вторинним споживчим попитом на якість автомобіля. В зв'язку з дефіцитом енергії та ресурсів, що очікується, актуальним для споживача в довгостроковому плані є підвищення енерго- та ресурсозберігаючої якості АП, яка визначається за показником енерго- та ресурсомісткості транспортної роботи в розрахунковому перевізному циклі.

Згідно принципу споживчої орієнтації, характеристики первинного попиту визначають вторинний попит, тобто для досягнення заданого рівня якості автотранспортних послуг в майбутньому необхідно створити і через сферу обігу забезпечити автотранспортні підприємства автомобілями, що мають адекватний первинному попиту рівень споживчої енерго- і ресурсозберігаючої якості конструкції. Далі, при плануванні експлуатації автомобіля належить забезпечити повне використання цієї якості. При використанні таких умов в автотранспортній системі буде реалізована

концепція інтенсивного розширеного відтворення автотранспортних послуг, що відповідає вимозі споживача про довгостроковість. Якщо така концепція не буде впроваджена в рамках автотранспортної системи, то виявляться неконкурентоспроможними автотранспортні підприємства на ринку перевезень, а автомобільні заводи – на ринку конструкцій. З метою її впровадження, необхідно реалізувати наступні методики, які виходять з єдиного методологічного підходу, що направлений на підвищення якості міжнародних перевезень: споживчо-орієнтованого проектування автомобіля, інженерно-економічного моніторингу конструкцій на східному та західному ринках, обґрунтування рухомого складу, планування техніко-перевізного використання рухомого складу.

Науково-методичні бази, що існують на автотранспорті і в автопромисловості дозволяють вирішувати задачі екстенсивного розширеного відтворення автотранспортних послуг. При цьому, в автопромисловості критеріями досконалості конструкцій автомобіля є показники його експлуатаційних властивостей. Для споживача останні є рекламними характеристиками виробів машинобудування, а не показниками споживчої якості автомобіля як елемента типажу рухомого складу. На автотранспорті ще не знайшли використання методи натурально-вартісного аналізу відповідності конструктивно-технічного і транспортного факторів відтворення АП, а також аналізу ефективності використання потенційних ресурсів.

1.3 Аналіз існуючих методів вибору та оцінки функціонування АМВ з урахуванням життєвого циклу автомобіля

Аналіз структури парку автомобільного рухомого складу в Україні показує, що в останні роки в міських і в приміських перевезеннях значно підвищується доля АМВ. Це є наслідком того, що АМВ мають кращі характеристики габаритів, маневреності, динамічності в транспортних операціях міських і приміських перевезень в умовах вулично-дорожнього руху

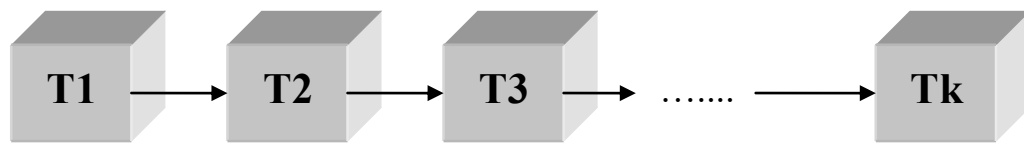
та при організації розвізних маршрутів для доставки дрібних партій вантажів на близьку відстань.

Пріоритетним напрямком техніко-технологічного розвитку процесів перевезень дрібних партій вантажів є оновлення РС за концепцією експлуатаційного енерго- і ресурсозбереження на автотранспорті. Тому для підвищення енергоефективності та транспортно-технологічної якості дрібнопартійних перевезень необхідні відповідні методи, які на відміну від існуючих дають змогу конкретно аналізувати вплив комплексу конструктивно-технічних, дорожніх і транспортних факторів як транспортно-організаційної, так і транспортно-технологічної експлуатації АМВ для можливості їх концептуального обґрунтування і вибору.

Більш ніж 90% технологічних ресурсів АТ (технічних, трудових і енергетичних) втрачаються в рухових операціях автомобільних перевезень, тому для аналізу транспортної енергоефективності конструктивно-різних АМВ в змінних умовах руху важливо обґрунтувати розрахункову схему и модель цих операцій. Так, в теорії автомобіля існує класична розрахункова схема прямолінійного і сталого руху АТЗ [41, 42]. Але ця схема заснована на припущеннях, які не дозволяють аналізувати функціонування АМВ в транспортних операціях процесу перевезень згідно задач експлуатаційного збереження енергії та ресурсів.

Питання удосконалення організації доставки вантажів розглядаються в теорії транспортних процесів. Великий внесок у цю теорію був зроблений професором Воркутом А. І. [16]. Аналіз розрахункової схеми перевізного циклу показує, що в даній теорії вивчається тільки вартісний ефект використання автомобіля як простого перевізного засобу (фактично-віртуально рухомого кузова). Не описуються процеси енерго- та ресурсоспоживання при функціонуванні автомобіля як динамічного засобу транспортної праці. Оцінка витрат енергії та ресурсів за їзду зведена до умовного акту списання їх ціни до складу витрат за середньогалузевими нормативами і за схемою віртуального транспортування. Як наслідок, недоліком сучасних методик вибору РС є те, що

вони засновані на розрахункових схемах доставки (але не перевезення) вантажу (рис. 1.3) але це хибний підхід, щодо концепції збереження енергії та ресурсів.



T1, T2, T3, Tk – транспортні термінали згідно схеми віртуального переміщення вантажів.

Рисунок 1.3 – Схема доставки вантажу (існуючі методики)

Основним припущенням цієї схеми є те, що у рухових операціях розглядається не функціонування АТЗ як складної машини з багатьма технічними параметрами та закономірностями робочих процесів, а присутність у транспортних терміналах кузова, який умовно рухається.

Обмежена придатність методів теорії транспортного процесу до вирішення задач енерго- і ресурсозбереження обумовлена її методологічним недоліком, оскільки в ній однобічно розглядається автомобіль як засіб перевезень. Однобічність такої оцінки виключає можливість енерго- і ресурсозберігаючого аналізу конструктивно-технічних новацій в майбутньому транспортному процесі. Отже, відсутня база знань для прогнозування енерго- і ресурсозберігаючої якості майбутніх автотransпортних пропозицій на ринку та управління ними. Відсутність відповідного методологічного забезпечення обумовлює низьку ефективність процесу вирішення найважливішої системної задачі – економії енергії та ресурсів шляхом реалізації комплексу конструктивно-технічних, товарно-технічних і технологічних інновацій в ЖЦА при плануванні техніко-технологічного розвитку типу АМВ в структурі рухомого складу і процесів автомобільних перевезень вантажів малої маси.

Обмежена придатність методів теорії транспортного процесу до вирішення задач енергоресурсозбереження обумовлена її методологічним недоліком, оскільки в ній однобічно розглядається автомобіль як засіб перевезень. В основоположній розрахунковій схемі циклу перевезень етап руху,

в якому реалізується споживання енергії та ресурсів, замінено умовним актом доставки вантажу з рівномірною (технічною) швидкістю. Звідси випливає, що аналіз споживчої енергоресурсозберігаючої якості автомобіля, виходячи з моделі його перевізного використання, в принципі не можливий. А задача оцінки натурально-фізичного споживання автомобіля в транспортному процесі практично не може бути поставлена [31].

Внаслідок однобічності вартісного підходу, в економічній галузі прийнятий умовно-фізичний вимірник споживання за їзду – геометричний пробіг автомобіля [40]. При цьому, через недостатність інформації у вихідній розрахунковій схемі не враховується енергоресурсомісткість транспортної роботи в операції руху, яка направлена на забезпечення безпеки та продуктивності перевезень. На основі умовно-фізичного вимірника пробігу реалізується вартісна оцінка споживання автомобіля. Однобічність такої оцінки виключає можливість енергоресурсозберігаючого аналізу конструктивно-технічних новацій в майбутньому транспортному процесі. Отже, відсутня база знань для прогнозування енергоресурсозберігаючої якості майбутньої транспортної праці та управління нею. Відсутність відповідного методологічного забезпечення обумовлює низьку ефективність процесу вирішення найважливішої народногосподарської задачі – економії енергії та ресурсів шляхом конструктивно-технічних новацій при створенні автомобілів та формуванні типу рухомого складу [44].

Сутність транспортної роботи полягає в дискретному переміщенні автомобіля з вантажем з урахуванням вимог безпеки та продуктивності перевезень [44]. Первинним кількісним вимірником праці є механічна енергія цього переміщення [31]. Отже, натурально-фізична сутність споживання автомобіля як засобу праці виявляється у перетворенні запасу енергії в конструкції автомобіля в кінетичну енергію безпечного переміщення вантажу. В зв'язку з обов'язковим виконанням вимог безпеки перевезень, автомобіль здійснює адаптивно-дискретний рух. Переміщення автомобіля є адаптивним тому, що водій пристосовує режими робочих процесів автомобіля до

дорожньо-транспортних умов руху [40]. Переміщення є дискретним тому, що умови безпеки руху на кожній ділянці маршруту змінюються по-різному. Слід відзначити, що підхід до оцінки ефективності використання автомобіля, який існує в теорії транспортного процесу, не є ресурсозберігаючим тому, що в цій теорії розглядається спрощене функціонування автомобіля як засобу перевезень в циклі перевезень. Припущення полягає в тому, що замість рухомого етапу перевезень розглядається умовний акт доставки вантажу з постійною технічною швидкістю [31]. Між тим, саме на рухомому етапі безпосередньо витрачаються енергія та ресурси та реалізується матеріально-речова основа конструктивно-технічного та транспортного факторів. Таким чином, в теорії транспортного процесу випускається з виду матеріально-речовинна сутність цих факторів. В зв'язку з цим, використання спрощеної розрахункової схеми функціонування автомобіля як засобу перевезень в циклі перевезень призводить до формування вартісної моделі оцінки ефективності використання автомобіля [44]. Із цього випливає, що питання про розробку енерго-ресурсозберігаючої моделі, яка заснована на відображенні матеріально-речової сутності конструктивно-технічного фактору, залишається відкритим.

Механіка руху автомобіля вивчається в теорії експлуатаційних властивостей автомобіля [57]. На основі закономірностей сталого руху автомобіля виводяться формули для розрахунку показників тягово-швидкісних властивостей [58], паливної економічності [59] та прохідності автомобіля [60], що чинять сукупний вплив на енергомісткість автомобільних перевезень. Використання математичних моделей експлуатаційних властивостей дозволило ставити та вирішувати широке коло питань удосконалення робочих процесів автомобілів та його конструктивних параметрів. Разом з цим відсутня методологічна база для цільового використання цього матеріалу з метою споживчо-орієнтованого прогнозування конструктивно-технічних новацій [44]. Це пов'язано з тим, що в результаті робіт по теорії автомобіля створювалась та удосконалювалась натурально-фізична схема опису сталого руху автомобіля,

яка недостатньо повно відбиває умови його функціонування в процесі перевезень.

Технічна оцінка АТЗ вивчається в теорії автомобіля [61]. В цій теорії не ставилась задача оптимізації робочих процесів та конструктивних параметрів, що виходить із споживчої енергозберігаючої якості автомобіля. Питання споживчо-орієнтованого аналізу конструкції, яка виходить з призначення автомобіля та потреб покупця, не може бути поставлено в рамки теорії автомобіля, оскільки в ній об'єктом дослідження є автомобіль як технічний засіб. Для аналізу енергоресурсозбереження та оптимізації автомобіля необхідно розглядати його як науково-технічний товар з урахуванням чотирьох боків функціонування: як складного технічного засобу, як небезпечного, енергомісткого об'єкту управління рухом, як ресурсномісткого перевізного засобу та як об'єкту технічного обслуговування, який зношується в процесі руху.

На недостатність бази знань теорії автомобіля для споживчо-орієнтованого удосконалення конструкції автомобіля вперше вказав Великанов Д. П. [62]. Він стверджував, що вибір конструктивних параметрів автомобіля на основі розрахункових схем сталого руху не забезпечує адекватність обґрунтування ефективності автомобіля при перевезеннях. Необхідно встановити причинно-наслідковий зв'язок показників експлуатаційних якостей автомобіля та показників його використання в транспортному процесі. Наявність великої кількості показників експлуатаційних якостей виключає можливість оптимізації конструктивного удосконалення. Крім того, залишається не ідентифікованим поняття однокритеріальної споживчої якості автомобіля. Це останнє зауваження Великанова Д. П. є найбільш суттєвим в умовах ринкової економіки.

В роботах Литвинова О. С., Фаробіна Я. Є., Смирнова Г. О., Кошарного М. Ф. [48 – 52] досліджено питання паливної економічності АТЗ для різних умов їх експлуатації. В цих працях створено системне науково-методичне забезпечення задачі енергоресурсної економізації технологій перевезень на

основі методів аналізу результативності схем перетворення ресурсів транспорту в продукт. Разом з тим, недостатня увага приділяється аналізу впливу технічних, дорожніх та режимних факторів на економічну ефективність перевезень вантажів у міжнародному сполученні.

У роботах Лур'є М. І., Токарьова О. А. [59] вперше використано розрахункові схеми їздових циклів (міських та магістральних) для аналізу паливної економічності АТЗ. Але в них не знайшов застосування комплексний експлуатаційно-технологічний підхід до аналізу ефективності РС. Найбільш повна методика оцінки тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності АТЗ представлена в роботах [51, 59]. Однак в цих працях використовуються розрахункові схеми теорії автомобіля, які не дозволяють вирішувати задачу аналізу ефективності перевезень з урахуванням витрати палива.

Загальним питанням транспортної енергетики присвячено роботу Круглова Ю. Г., Ложкіна В. М. [63]. В ній розглядається енергетика робочих процесів агрегатів АТЗ на основі розрахункових схем усталеного руху автомобіля. Також представлено матеріали аналізу алгоритмів управління двигуном та коробкою передач автомобілів КамАЗ і ВАЗ.

У роботах Нефедова О. Ф. і Маяка М. М. [64, 65] розглядаються питання аналізу паливної економічності АТЗ та її вплив на ефективність автомобільних перевезень на основі методів планування експерименту. Однак в цих роботах не ставилася задача підвищення енергоресурсної ефективності АП.

У роботах професора Хабутдінова Р. А. [6, 7] представлена теорія енергоресурсної ефективності АТЗ. В цих працях автомобіль розглядається як багатофункціональний носій технічних ресурсів транспорту в транспортній операції. Доведено, що в останній проявляються властивості АТЗ як складної енергоперетворювальної машини, об'єкта управління рухом, перевізного засобу. Для комплексного аналізу цих властивостей запропоновано математичні моделі енергетичної ефективності автомобілів у тестових операціях. Ці розрахункові схеми дозволили створити методи комплексного

техніко-технологічного аналізу ефективності конструкції АТЗ. Для визначення енергетично еквівалентної транспортної роботи використано еталонно-порівняльний метод аналізу енергетичної ефективності АТЗ в тестових операціях.

В теорії енергоресурсної ефективності автомобіль розглядається як багатофункціональний носій технічних ресурсів транспорту в транспортній операції. Доведено, що в останній проявляються властивості АТЗ як складної машини, об'єкта управління рухом, перевізного засобу. Для комплексного аналізу цих властивостей запропоновано математичні моделі енергетичної ефективності автомобілів у тестових операціях. Ці розрахункові схеми дозволили створити методи комплексного техніко-технологічного аналізу ефективності конструкції АТЗ. Крім того, для можливості інтеграції технологічних та економічних знань в області експлуатації РС розроблено розрахункові схеми енергетичного перетворення технологічних ресурсів транспорту. Для визначення енергетично еквівалентної транспортної роботи використано еталонно-порівняльний метод аналізу енергетичної ефективності АТЗ в тестових операціях. Разом з тим, необхідно відмітити, що в цих роботах були розроблені основи енергоресурсної ефективності автомобіля, тому не приділялася увага конкретним питанням підвищення енергоресурсної ефективності АТЗ при експлуатації та її управління, починаючи з етапу моніторингу ринку автопоїздів для міжнародних перевезень.

Актуальність апарату оцінки споживчої якості такого складного науково-технічного товару, яким є автомобіль, обумовлена олігопольним ринком автомобілів на Україні. Останнє означає, що на ринку діють декілька потужних іноземних фірм-продавців автомобілів та множина дрібних покупців. Очевидно, що імовірність диктату виробника на такому ринку буде дуже високою. При відсутності механізму аналізу споживчої якості автомобіля, який виходить із придатності автомобіля до мінімізації енергоресурсомісткості транспортної роботи, диктат виробника буде посилювати дефіцит енергії та ресурсів на Україні.

1.4 Постановка питання підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів

Актуальність апарату оцінки споживчої якості такого складного науково-технічного товару, яким є автомобіль, обумовлена олігопольним ринком автомобілів на Україні. Останнє означає, що на ринку діють декілька потужних іноземних фірм-продавців автомобілів та множина дрібних покупців. Очевидно, що імовірність диктату виробника на такому ринку буде дуже високою. При відсутності механізму аналізу споживчої якості автомобіля, який виходить із придатності автомобіля до мінімізації енергоресурсомісткості транспортної роботи, диктат виробника буде посилювати дефіцит енергії та ресурсів на Україні.

Питання споживчо-орієнтованого аналізу конструкції, яка виходить з призначення автомобіля та потреб покупця, не може бути поставлено в рамки теорії автомобіля, оскільки в ній об'єктом дослідження є автомобіль як технічний засіб. Для аналізу енергоресурсозбереження та оптимізації автомобіля необхідно розглядати його як науково-технічний товар з урахуванням чотирьох боків функціонування: як складного технічного засобу, як небезпечного, енергомісткого об'єкту управління рухом, як ресурсномісткого перевізного засобу та як об'єкту технічного обслуговування, який зношується в процесі руху.

Отже, звертаючи увагу на описані зауваження виникає необхідність розглядати АМВ в ЖЦ поетапно:

- 1) етап створення – автомобіль як науково-технічний товар, має складну конструкцію (заводи-виробники змінюють конструкцію, вносячи постійне оновлення і одразу збільшують ціну доволі інтенсивно);
- 2) етап передексплуатаційного обґрунтування – коректування експлуатаційних нормативів з врахуванням нових параметрів РС; організація і технічний вибір РС;

3) етап післяексплуатаційного обґрунтування – обґрунтування перспективного РС за його енерго- та ресурсоефективністю (на скільки % потрібно збільшити енергопоказники та зменшити коефіцієнти, щоб отримати інформацію для передпроектного обґрунтування).

Наукова ідея полягає в тому, щоб з'єднати ці етапи та представити «замкнутий ланцюг життєвого циклу»: розробити методики, які дозволять замкнути знання про етапи ЖЦ; сформулювати завдання для передпроектного обґрунтування і впливати на виробництво.

1.5 Задачі досліджень

Виходячи з вище наведених суджень метою дослідження є: підвищення транспортної енергоефективності АМВ і автомобільних перевезень за принципом ЖЦА для вирішення задач технологічно-інноваційного розвитку автотранспорту згідно з концепцією експлуатаційно-технологічного збереження енергії та ресурсів. Для досягнення поставленої мети вирішено наступні задачі:

- провести аналіз існуючих методів підвищення ефективності перевезень дрібних партій вантажів та аналізу технологічного функціонування АМВ з урахуванням етапів їх життєвого циклу;
- уточнити математичну модель енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу щодо врахування інноваційних преференцій перевізників стосовно властивостей АМВ, з метою підвищення транспортної енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів в рамках життєвого циклу автомобіля;
- розробити методику тестового та імітаційного моделювання функціонування АМВ зі змінними параметрами, як ресурсно-технічного засобу транспортної технології та процесів перевезень;

- визначити закономірності впливу комплексу конструктивно-технічних, дорожніх, транспортно-експлуатаційних факторів на показники транспортної енергоефективності АМВ та перевезень дрібних партій вантажів;

- розробити комплекс методик підвищення транспортної енергоефективності інноваційних проектів перевезень дрібних партій вантажів на різних етапах ЖЦА виходячи з преференцій перевізників щодо вдосконалення властивостей АМВ і техніко-технологічних факторів процесів перевезень у взаємозв'язку зі змінами їх транспортних і дорожніх факторів.

Предметом дослідження є закономірності впливу комплексу факторів, що формуються на різних етапах ЖЦА (товарно-споживчих, конструктивно-технічних, дорожніх, транспортних, експлуатаційних та технологічно-інноваційних), з показниками транспортної енергоефективності АМВ і процесів перевезень дрібних партій вантажів.

Гіпотеза роботи: формування інноваційно-технологічних преференцій перевізників-продуцентів автотранспортних послуг і експлуатаційне обґрунтування СПОКА нових АМВ на ранніх етапах їх життєвого циклу за критеріями комплексної енергоефективності перевезень дозволить реалізувати концепцію технологічного енергозбереження в автотранспортних процесах.

Наукова новизна роботи:

- доведена можливість узгодження стратегій комплексного підвищення транспортної продуктивності, противитратної ефективності, а також енергоефективності процесів автомобільних перевезень вантажів дрібних партій на основі використання принципів техніко-технологічного енергозбереження та врахування інноваційних преференцій перевізників на різних етапах ЖЦА;

- виявлена комплексно-функціональна роль перевізника на різних етапах ЖЦА при вирішенні задач інноваційного розвитку технічної та ресурсно-технологічної бази процесів автомобільних перевезень в умовах ринкової економіки; при цьому враховуються його наступні функції: покупця нових АМВ, як науково-технічних товарів виробничого призначення, продуцента

енергоефективних автотранспортних послуг і стратегічного менеджера - потенційного замовника перспективних АМВ з технічною новизною на етапах планування техніко-технологічного розвитку автомобільних перевезень;

- розроблено модель і метод комплексного підвищення транспортної енергоефективності АМВ і процесів перевезень дрібних партій вантажів на етапах ЖЦА шляхом енергетичної раціоналізації товарно-технічних, техніко-технологічних і експлуатаційних факторів транспортного процесу, що на відміну від існуючих методів аналізу противитратної ефективності перевезень (які ґрунтуються на схемі віртуального і нетехнологічного транспортування вантажів), дає змогу комплексно вирішувати організаційно-технологічні задачі удосконалення цих процесів;

- запропоновано інноваційний техніко-технологічний підхід до формування енергозберігаючих автомобільних перевезень дрібних партій вантажів з врахуванням комплексу властивостей та параметрів АМВ, а також умов транспортування, який на відміну від існуючих, дає змогу підвищувати рівні транспортної енергоефективності автомобільних перевезень відповідно концепції енергозбереження на автотранспорті і згідно інноваційних преференцій перевізників на різних етапах ЖЦА.

- встановлено функціональні залежності показників транспортної енергоефективності АМВ і процесів перевезень від різних факторів (конструктивно-технічних, режимних, дорожніх і транспортно-експлуатаційних).

1.6 Висновки по розділу 1

1. Встановлено, що на сучасному етапі становлення ринку автотранспортних послуг з використанням автомобілів малої вантажопідйомності пріоритетним напрямком є формування енергозберігаючих автотранспортних технологій і експлуатаційне підвищення транспортної енергоефективності АМВ.

2. Виявлено, що український ринок автомобілів є олігопольним, що призвело до нав'язування виробниками промислово-орієнтованих стратегій в конструктивно-технічної політиці в сегментах пропозицій нових автомобілів, яка не відповідає концепції експлуатаційно-технологічного енергозбереження в автотранспортних процесах, а також умовам експлуатації АМВ і техніко-інноваційним преференціям перевізників-покупців нових АТЗ.

3. Виявлені істотні недоліки існуючих методів обґрунтування і вибору АМВ, а також організації автомобільних перевезень: по-перше, розглядається автомобіль як простий засіб перевезень (фактично-віртуально-рухомий кузов), а не багатофункціональний ресурсно-технічний засіб виробництва в транспортних операціях; по-друге, не враховуються сутність і параметри енергозберігаючих автотранспортних технологій; по-третє, не враховуються умови перевезень і експлуатаційні ефекти від конструктивно-технічних та техніко-технологічних інновацій на автотранспорті.

4. Виявлено, що відсутність математичних моделей та методик аналізу показників транспортної енергоефективності АМВ не дозволяє формувати енергозберігаючі технології автомобільних перевезень.

5. Встановлено, що в зв'язку з актуальністю науково-технічної задачі експлуатаційного управління транспортною енергоефективністю АМВ і процесів перевезень в умовах ринкової економіки необхідно створити методи її вирішення на різних етапах цього циклу, використовуючи методи теорії енергоресурсної ефективності АТЗ узагальненого типу для усунення парадоксальної фрагментарності знань про етапи життєвого циклу.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТРАНСПОРТНО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АМВ В РАМКАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

2.1 Обґрунтування експлуатаційно-технологічного підходу та розрахункових схем для тестового аналізу транспортної енергоефективності АМВ

Автотранспортний процес визначається за такими критеріями як фізичні, технологічні, технічні та енергетичні. Саме ці критерії є визначальними при обґрунтуванні покупки автотранспортних засобів. Операції транспортного процесу бувають рухові та початково-кінцеві [16, 43, 44]. У рухових операціях використовується більш 90% енергії і ресурсів транспорту. У зв'язку з цим високі транспортні технології базуються на науковому описі проявів у цих операціях основних технологічних властивостей носіїв енергетичних, технічних і трудових ресурсів транспорту [7]. Крім того, необхідний опис проявів у транспортній системі комплексної ролі носія технічних ресурсів - автомобіля.

Існуючі підходи для обґрунтування автомобілів і процесів перевезень дрібних партій вантажів, які використовуються на транспортних підприємствах, що надають послуги з їх перевезення, не дають змогу вирішувати задачі підвищення транспортної енергетичної ефективності транспортного процесу, оцінювати конструктивно-технічні та енергетичні якості автомобіля малої вантажопідйомності як носія технічних ресурсів транспорту та складної машини. В основі існуючих методів закладені противитратні та нетехнологічні розрахункові схеми, які ґрунтуються на описі схеми віртуального транспортування та на нормативному списанні енергетичних і матеріальних ресурсів, а сутність транспортних операцій в процесі перевезення вантажів, які характеризуються адаптивним і енергоперетворюючим функціонуванням АМВ

взагалі не враховуються. Крім того, не враховуються особливості перевезень дрібних партій вантажів, які істотно впливають на їх енергоефективність, а саме: конструктивно-технічна різноманітність автомобілів; постійний науково-технічний прогрес в їх конструкціях при виробництві; не стабільне завантаження; нерівномірно-переривчастий рух автомобіля на дорожній мережі; велика кількість перешкод; значно високий рівень енерго- і ресурсоемності транспортних операцій на маршрутах перевезень, змінність дорожніх факторів.

Таким чином існуючі методи визначення показників противитратної ефективності перевезень і функціонування автомобілів засновані на критеріях противитратної ефективності доставки вантажів, які мають ряд суттєвих недоліків з точки зору реалізації концепції експлуатаційно-технологічного енергозбереження. По-перше, в них не враховується комплекс властивостей автомобіля як носія технічних ресурсів транспорту (АНТРТ), прояви яких обумовлюють формування енергетичних процесів перетворення ресурсів і створення фізичного продукту транспорту. По-друге, в теоріях транспортного процесу та економіки транспорту замість багатостадійного процесу перетворення технологічних ресурсів транспорту розглядається простий акт нормативного списання їх вартості в затрати за схемою віртуального транспортування. По-третє, вимірник облікової транспортної роботи (тонно-кілометр) не має фізичної та технологічної суті, оскільки відображає схему віртуального функціонування автомобіля як перевізного засобу (у розрахунковій схемі транспортного циклу він є самохідним кузовом).

Звідси отримуємо, що існуючі дисципліни, вивчають окремі сторони функціонування АТЗ. Закономірності функціонування автомобіля як складної машини розглядаються в теорії автомобіля, функціонування автомобіля як перевізного засобу описується в теорії транспортних процесів. Остання дозволяє забезпечити аналіз вимог своєчасності і противитратності перевезень дрібних партій вантажів. Проте, для концепції збереження енергії та ресурсів

необхідна реалізація принципу експлуатаційно-технологічного збереження енергії.

При реалізації товарно-грошових відносин у системі така роль проявляється у тому, що автомобіль використовується як:

- об'єкт життєвого циклу багатоцільового призначення (продукція автомобілебудування, науково-технічний товар, транспортний засіб виробничого призначення);
- засіб людино-машинної праці (складна машина, об'єкт керування, перевізний засіб);
- процесотворна основа для використання виробничих ресурсів транспорту.

Важливим елементом високих технологій є операції ресурсного забезпечення розвитку транспортної системи. У них входять процедури вибору і технологічного обґрунтування параметрів носіїв технічних ресурсів транспорту (автомобілів), а також процедури орієнтування на кінцевий результат вихідних характеристик проектів життєвого циклу автомобіля: виробу автомобілебудування, науково-технічного товару і транспортного засобу виробничого призначення.

Враховуючи вище сказане постає задача у розробці, адаптації та застосуванні експлуатаційно-технологічного підходу, який би забезпечив енергозберігаючі технології при обґрунтуванні автомобіля на задані умови експлуатації. Даний підхід повинен базуватися на принципах теорії енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу, що розроблена в роботах проф. Хабутдінова Р.А. [6, 7]. Для оцінки автомобіля як носія технічних ресурсів транспорту в цій теорії використовується:

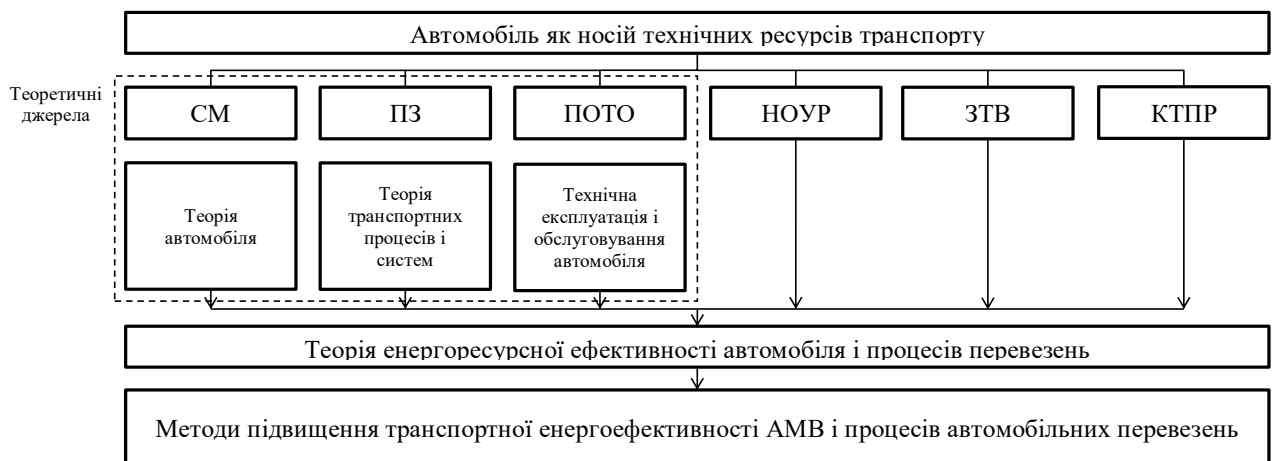
- енергетична схема перетворення технологічних ресурсів транспорту в фізичний продукт;
- технологічна схема взаємозаміщення багатофункціонального АТЗ як носія технічних ресурсів транспорту (АНРТ) в транспортній операції;

- математичні моделі для аналізу енергоресурсної ефективності узагальненого типу (зі змінною структурно-параметричною організацією).

В теорії енергоресурсної ефективності розглядається автомобіль як носій технічних ресурсів транспорту, що має вісім властивостей (рис.2.1). Основними властивостями, які мають важливе значення для виконання транспортних операцій та забезпечення адаптивного функціонування АТЗ є такі, як: складна машина, небезпечний об'єкт керування, перевізний засіб, знаряддя технологічних машинних впливів (машинні процедури) та конструктивно-технологічна основа процесу перетворення ресурсів.

В енергетичній схемі перетворення технологічних ресурсів транспорту в фізичний продукт, ресурси діляться на технічні, енергетичні, трудові та фізичні (рис. 2.2).

При об'єднанні технологічних і режимних ресурсів отримуємо виробничі ресурси (рис. 2.3) при використанні яких в процесі перетворення енергії формуються енерговитрати на переміщення експлуатаційної маси АМВ G_e . Потім енерговитрати перетворюються у фізичний продукт W_ϕ , тобто керовані імпульси кількості руху АМВ. Частина цих імпульсів являє собою транспортну роботу по перевезенню вантажів (рис. 2.4).



де: СМ – складна машина; НОУР – небезпечний об'єкт управління рухом; ПЗ – перевізний засіб; ПОТО – потенційний об'єкт технічного обслуговування; ЗТВ – знаряддя технологічних впливів на: поверхню кочення, вантажі, атмосферу; КТПР – конструктивно-технічна основа процесів перетворення ресурсів.

Рисунок 2.1 – Схема властивостей АМВ як носія технічних ресурсів транспорту, які використовуються в процесах автомобільних перевезень

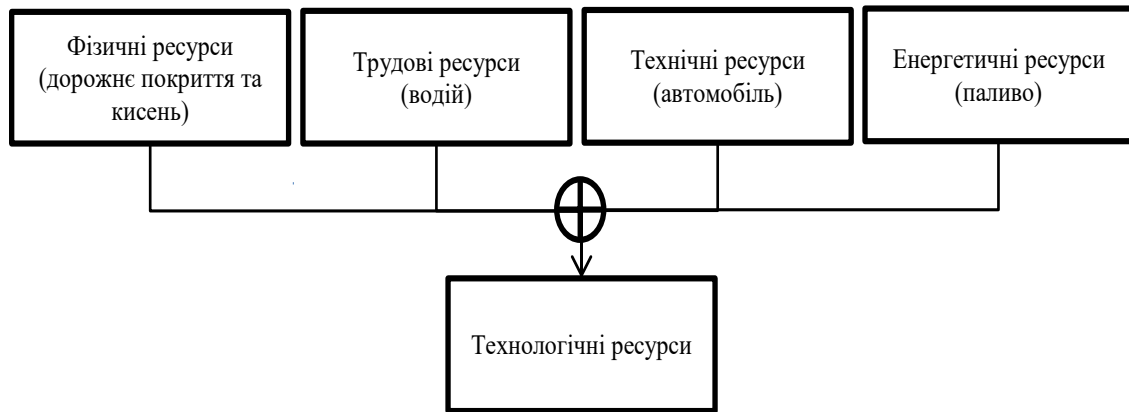


Рисунок 2.2 – Схема перетворення технологічних ресурсів у перевізному процесі

Експлуатаційна маса АМВ визначається як:

$$G_e = G_c + G_{mv}, \quad (2.1)$$

де G_c – споряджена маса АМВ;

G_{mv} – партійна маса вантажу.

$$W_\phi = G_e \sum_{i=1}^{n-1} V_i(N_i) \cdot t_i(N_i^{-1}), \quad (2.2)$$

де G_e – експлуатаційна маса АМВ;

n – кількість ділянок руху на маршруті;

V_i – технічна швидкість АМВ в їздовому циклі;

N_i – середня потужність рухових сил АМВ;

t_i – час руху на i -ї ділянці маршруту.

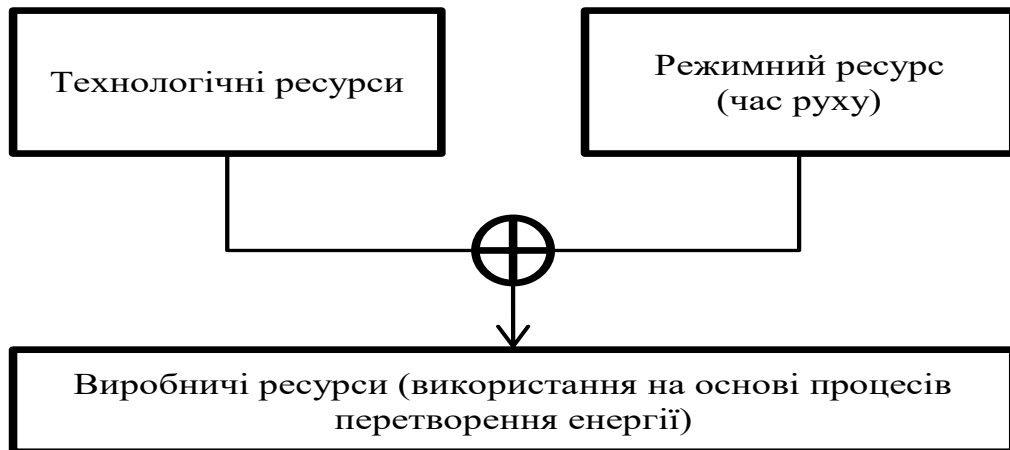


Рисунок 2.3 – Схема перетворення виробничих ресурсів у перевізному процесі

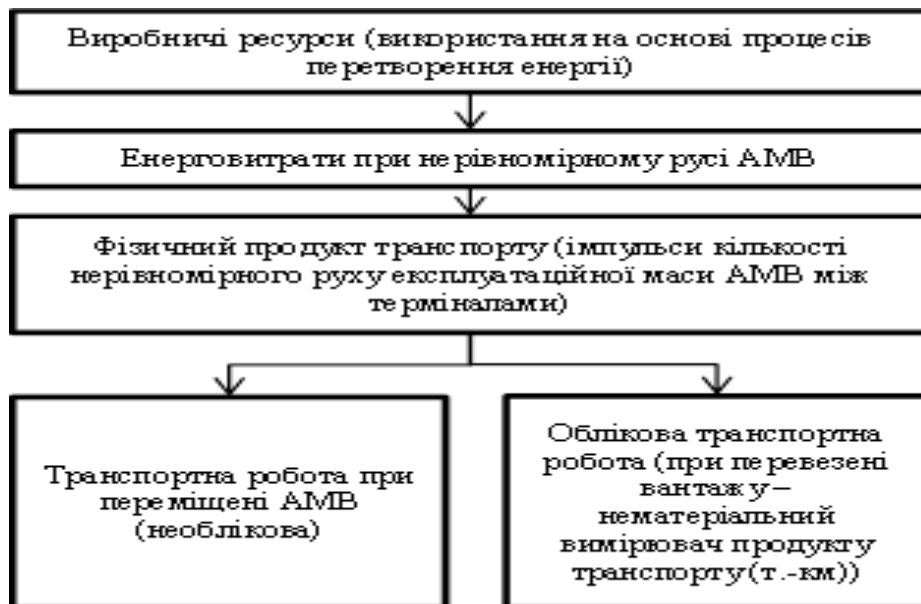


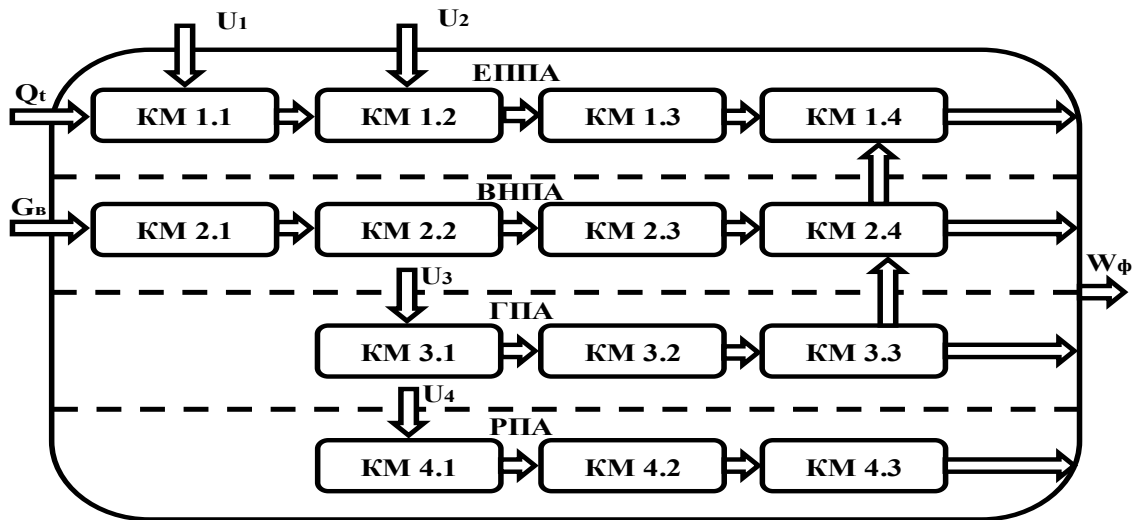
Рисунок 2.4 – Енергетична схема перетворення ресурсів у перевізному процесі

Режимні ресурси транспорту (час руху АМВ) використовуються шляхом їх заміщення на енергетично обумовлений час багатofазних рухових операцій. Тому схема відтворення продукту транспорту є енергетичною (рис. 2.2). Параметри АМВ, як носія технічних ресурсів, є характеристиками продуктоутворюючого засобу праці та процесотворного знаряддя для технологічних процедур [6].

В теорії енергоресурсної ефективності АТЗ враховуються зміни технічних параметрів нових автомобілів на основі модульного підходу за схемою структурно-параметричної організації конструкції АТЗ [45] (рис. 2.5) скорочено (СПОКА). Згідно схеми СПОКА, процес переміщення АМВ з вантажем забезпечується роботою чотирьох основних пристроїв конструкції автомобіля та 14 функціонально-конструктивних модулів. Базовими пристроями є: енергоперетворюючий, вантажонесучий, гальмівний і рульовий. Перший перетворює хімічну енергію палива в кінетичну енергію експлуатаційної маси АМВ, а другий забезпечує передачу експлуатаційної ваги автомобіля на поверхню кочення через колеса. Узагальнений та інформаційно-спрощений погляд на конструкцію АМВ досягається модульним описом його чотирьох конструктивно-функціональних пристроїв. Технічний прогрес в заданому варіанті конструкції АМВ враховується шляхом встановлення змін параметрів та характеристиками структури його функціональних модулів в порівнянні з минулими моделями АМВ.

Конструктивно-функціональні модулі у структурі СПОКА забезпечують перетворення його внутрішньої енергії і формування фізичного продукту транспорту за їздки.

Вибір характеристик та параметрів СПОКА повинен забезпечувати максимізацію транспортної енергетичної ефективності АМВ.



де: U_1, U_2, U_3, U_4 – управління; Q_t – потік палива; G_v – партійна маса вантажу; W_ϕ – фізичний продукт транспорту; ЕППА – енергоперетворюючий пристрій АМВ; ВНПА – вантажонесучий пристрій АМВ; ГПА – гальмівний пристрій АМВ; РПА – рульовий пристрій АМВ; КМ – конструктивні модулі; КМ 1.1 – джерело енергії (двигун); КМ 1.2 – трансформація енергії (коробка передач, головна передача); КМ 1.3 – розподіл енергії (диференціали міжколісні, міжосьові та коробки відбору потужності); КМ 1.4 – колісний тяговий модуль (пара ведучих коліс); КМ 2.1 – кузов; КМ 2.2 – рама (остов); КМ 2.3 – підвіска; КМ 2.4 – ходові модулі; КМ 3.1 – гальмівна педаль та гальмівний привід; КМ 3.2 – гальмівний механізми; КМ 3.3 – гальмівні колеса (вісі); КМ 4.1 – рульове колесо та рульовий механізм; КМ 4.2 – рульовий привід (рульова трапеція та рульові тяги); КМ 4.3 – керуючі колеса (передні).

Рисунок 2.5 – Схема структурно-параметричної організації конструкції АМВ як технічного засобу транспортного виробництва

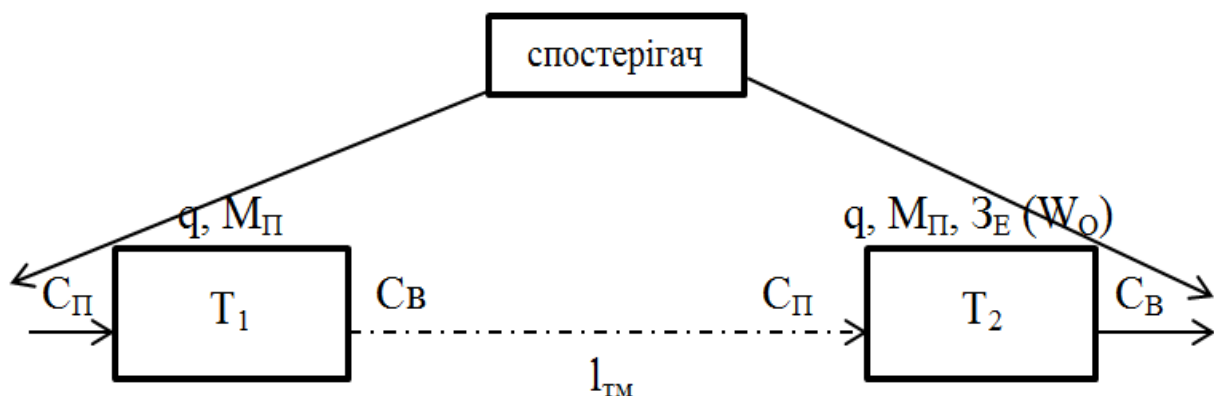
2.2 Постановка задачі аналізу експлуатаційно-технологічного енергозбереження на автотранспорті в рамках життєвого циклу АМВ

У зв'язку з великим різноманіттям модифікацій, які пропонуються на ринках автомобільної техніки, та тенденцією уніфікації параметрів конструкцій АМВ на стадії придбання РС виникає задача обґрунтування споживчих переваг за конструкцією АТЗ, які відповідають техніко-технологічним перевагам перевізника. Обґрунтування повинно відповідати задачі експлуатаційної оптимізації споживчої властивості АМВ як науково-технічного товару та концепції технологічного енерго- і ресурсозбереження [6, 46].

Недоліком існуючих методів технічного аналізу в теорії автомобіля [47, 48] є те, що вони не дозволяють вирішити задачу оптимізації робочих процесів і

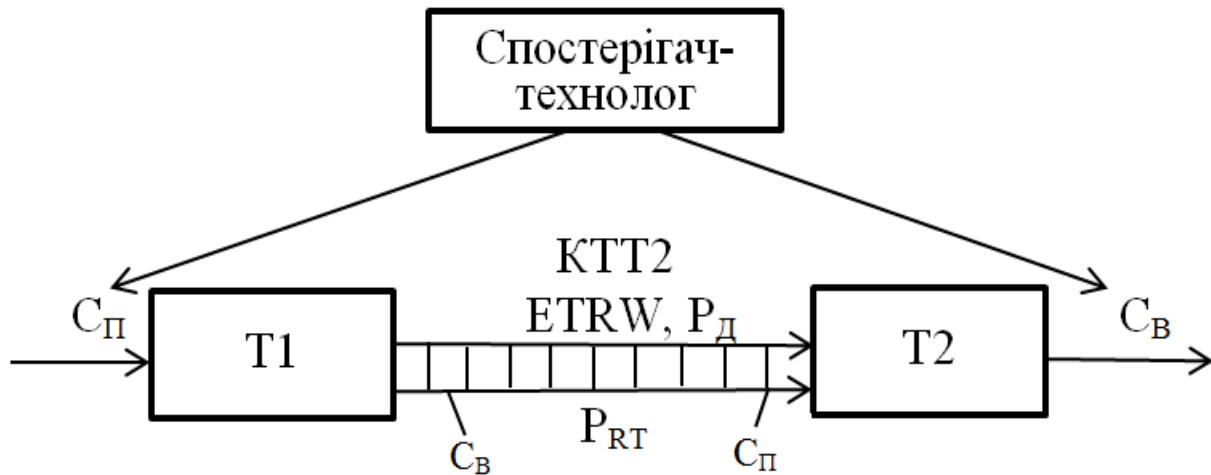
конструктивних параметрів згідно з вищезгаданою концепцією, оскільки об'єктом дослідження в них є АТЗ як технічний засіб. Для аналізу енергоресурсозбереження та оптимізації АТЗ необхідно розглядати його як науково-технічний товар та знаряддя технологічних впливів [7, 49]. Недоліками методів теорії транспортних процесів [16, 43, 44] є припущення про незмінність параметрів техніки та технології перевезень, а також використання спрощеної схеми доставки вантажу, в якій етап руху АМВ замінений проміжком часу між початковими та кінцевими операціями (рис. 2.6). Крім того, вони не дозволяють оцінити ефект технічної новизни конструкції АТЗ, оскільки в існуючих моделях враховується лише один конструктивний параметр – вантажопідйомність.

У зв'язку з цим, розроблено методику експлуатаційно-технологічного обґрунтування нових АМВ, яка заснована на теорії енергоресурсної ефективності автомобіля і на схемі транспортно-технологічної операції [6] і дозволяє врахувати зміну конструктивних параметрів у часі. Нова методика заснована на енергетичній схемі перетворення ресурсів у перевізному процесі (рис. 2.7). Крім того, АТЗ розглядається не як однопараметричний і віртуально-руховий кузов який характеризується лише одним технічним параметром (вантажопідйомністю) [16], а як носій технічних ресурсів транспорту, який характеризується структурно-параметричною організацією його конструкції.



q – вантажопідйомність кузову АМВ; M_{Π} – партійна маса вантажу (пасажирів); $3_E (W_O)$ – експлуатаційні витрати за схемою віртуально-облікового продукту; l_{TM} – відстань між терміналами; C_{Π} – події прибуття віртуально-рухомого кузову в термінал; C_{Π} – події відправки віртуально-рухомого кузову із терміналу.

Рисунок 2.6 – Схема транспозиційної операції



P_{RT} – комплекс ресурсно-технічних властивостей АТЗ як засобу виробництва АТ-послуг; КТТ2 – матеріально-виробнича компонента ТТ з її елементами; ЕТRW – процесу енергетичного перетворення технологічних ресурсів в продукт, як технологічна основа механізму створення фізичного продукту; P_d – комплекс властивостей дороги, як поверхні кочення АТЗ і комунікативного каналу для автомобільного трафіку;

Рисунок 2.7 – Схеми транспортно-технологічної операції

В цієї схемі розглядається процес матеріального транспортування АТЗ як ресурсно-технічного засобу виробництва фізичного продукту АТ W_{ϕ} з урахуванням механізмів взаємодії АТЗ (СПОКА) з дорогою (властивості P_d) та його енерговитратного адаптивно-дискретного руху. В теорії енергоресурсної ефективності АТЗ узагальненого типу, який формалізується на основі схеми СПОКА з еволюційно-змінними характеристиками, на основі опису схеми на рис. 2.7 запропоновано комплекс енергетичних коефіцієнтів для комплексного аналізу процесів адаптивно-дискретного руху АТЗ і матеріального транспортування вантажів в наданих дорожніх умовах. Математичні моделі цих показників були адаптовані для симулятивного и параметричного аналізу різних факторів на показник транспортної енергоефективності АМВ зі змінними технічними і експлуатаційними характеристиками.

2.3 Математичні моделі для комплексного аналізу транспортної енергоефективності автомобільних міських і міжміських перевезень дрібних партій вантажів з використанням АМВ

Питання ефективності роботи АТЗ розглядаються у теоріях автомобіля [51-53], транспортних процесів і систем [16, 54, 55], експлуатаційних властивостей автомобіля [56-58], економіки вантажних автомобільних перевезень [59-61]. В кожній з цих теорій ставляться різні задачі, тому в них використовуються різні методи визначення ефективності роботи РС. Знання та рекомендації цих теорій є фрагментарними і не відповідають концепції збереження енергії та ресурсів, оскільки не враховують особливості (парадокси) транспорту як галузі матеріального виробництва [7, 62-65]:

- 1) продукт транспорту створюється та споживається одночасно;
- 2) предмети і засоби праці є речовинними, а результат їх взаємодії (продукт) – неречовинним.

Названа технологічна концепція не може бути реалізована за допомогою існуючих методів теорії транспортного процесу [66-69] і економічного аналізу [70-72]. Ці теорії є технологічно виродженими і не забезпечують можливість аналізу процесів енергетичного перетворення виробничих ресурсів тому, що вони базуються на логіці і методології споживання простих транспортних послуг в процесах доставки вантажів [73-75]. Методологічна недостатність існуючих теорій стосовно технологічної концепції розвитку обумовлена рядом особливостей їх розрахункових схем [76, 77]:

- а) розглядається споживання продукту транспорту в кожній їзді без урахування продуктостворюючого ефекту транспортних технологій;
- б) транспортні засоби присутні в операціях доставки як саморушні кузови, але не функціонують;
- в) в математичних моделях показників ефективності рухомого складу не враховуються характеристики техніки і технології перевезення, і за умовчанням приймається незмінність в часі цих характеристик;
- г) фізичне переміщення АТЗ в процесі перевезення ототожнюється з його віртуальним рухом в схемі доставки;

д) замість складних процесів перетворення технологічних ресурсів у фізичний продукт транспорту розглядаються прості акти списання їх вартості у витрати;

е) замість процесу перевезення розглядається його результат у вигляді акту доставки.

Показники ефективності роботи АТЗ, які використовуються в теорії автомобіля, також не відповідають розробленій концепції, оскільки, по-перше, в цій теорії не розглядається транспортний рух автомобіля, а по-друге, не може бути поставлена однокритеріальна задача оптимізації конструкції. Крім того, розрахункові схеми, на яких заснована вище згадана теорія, мають наступні недоліки з погляду оцінки енергоресурсної ефективності АТЗ [78]: не можна описати рух узагальненого АТЗ із гнучкою структурно-параметричною організацією, тому що для кожного базового варіанта конструкції потрібно заново вирішувати рівняння руху. Графоаналітичний підхід, прийнятий у теорії автомобіля, не дозволяє розробити методи безперервного параметричного й структурного аналізу конструкцій за допомогою електронно-обчислювальної техніки. Відсутній єдиний підхід до опису різних фаз руху автомобіля (постійна швидкість, розгін, рух накатом і гальмування двигуном) як елементів рухових операцій. Основна причина, що обмежує застосування розрахункових схем теорії автомобіля для вивчення процесів енергоресурсоспоживання – це однобічність розгляду його як технічного засобу [79-81].

Згідно з техніко-технологічним підходом і задачами дослідження, адаптовано розрахункову схему до автомобільних перевезень та розроблено методику підвищення ефективності АМВ за енергетичними критеріями, відповідно до розрахункових схем енергоресурсної ефективності АМВ. Метою методики є підвищення техніко-технологічної якості перевезень АМВ, яке визначається величиною показника транспортної енерговіддачі (відношення виконаної транспортної роботи до рухових енерговитрат або витрат палива). В методиках, що існують, енерговитрати не визначаються, а витрати палива

обчислюються на основі середньоексплуатаційних лінійних норм витрат палива.

Транспортна послуга є особливо енерговитратним матеріальним благом, яке створюється за результатами технологічних процедур і процесів перетворення ресурсів транспорту. Транспортні технології – це науково описана сукупність способів людино-машинного і енергоресурсного виробництва якісного продукту транспорту з урахуванням того, що він є матеріальним і не речовим. У зв'язку з тим, що технології перевезень складаються із процесів енергетичного перетворення ресурсів транспорту в продукт, то в основу математичної моделі енергоспоживання в транспортній операції закладено опис функціонування АТЗ як динамічного засобу праці в операції руху. Основною особливістю подібного функціонування АТЗ є виконання адаптивно-дискретної транспортної роботи. Під впливом водія адаптуються машинні процедури АМВ і процеси перетворення його енергії до дорожньо-транспортних обставин руху між терміналами. При визначенні енергетичної ефективності АМВ необхідно враховувати режими його несталого руху. На цих режимах відбувається підвищення енерговитрат, зносу силових агрегатів і шин, викидів токсичних газів в повітря через порушення робочих процесів двигуна. На режимах несталого руху (прискорені і гальмуванні) найчастіше порушується стійкість силових зв'язків коліс із дорогою, що безпосередньо впливає на безпеку руху і, крім того, зростають втрати енергії в місці контакту коліс із дорогою.

У зв'язку з названими вимогами до обґрунтування техніко-технологічного підходу для аналізу транспортної енергетичної ефективності АМВ прийнято наступні вихідні передумови:

а) автомобіль малої вантажопідйомності одночасно функціонує як багатоагрегатний технічний засіб і як небезпечний токсично шкідливий об'єкт керування рухом;

б) автомобіль малої вантажопідйомності має змінну структурно-параметричну організацію конструкції і надану кількість її змінних

функціональних модулів; у рамках єдиної розрахункової схеми СПОКА визначається схеми розподіл мас та енергії, а також робочі процеси конструкції автомобіль малої вантажопідйомності;

в) переміщення автомобіль малої вантажопідйомності розглядається як послідовність фаз руху (постійна швидкість – розгін – гальмування), що складають типову рухову операцію між зупинками;

г) розглядаються лінійні характеристики функціональних модулів й їхніх сполучень між собою, а також зв'язків ведучих коліс з дорогою;

д) процеси дискретної зміни швидкості руху автомобіля малої вантажопідйомності, а також споживання енергії в руховій операції обумовлюються закономірностями робочих процесів підсистеми «двигун – трансмісія – колеса – поверхня кочення» (підсистема «Енергоперетворюючий пристрій СПОКА» - поверхня кочення).

Ресурсозбереження в транспортному процесі обумовлено необхідністю заміни екстенсивної форми відтворення автотранспортних послуг інтенсивно розширеною. Відомо, що відтворення вважається інтенсивно розширеним, якщо використовуються більш ефективні засоби виробництва. В зв'язку з тим, що основним засобом виробництва автотранспорту є РС, то розглядається проблема підвищення ефективності автомобіля при плануванні відтворення автотранспортних послуг шляхом забезпечення оптимальної відповідності конструктивно-технічного та транспортного факторів для економії енергії та ресурсів. Тип інтенсифікації відтворення транспортних послуг приймається енерго- та ресурсозберігаючий. Методи ресурсозбереження бувають прості та складні. Прості методи передбачають очевидні організаційні дії, які направлені на ліквідацію перевитрат та скорочення втрат матеріальних ресурсів. Складні методи – не такі очевидні і передбачають процеси раціоналізації використання ресурсів на всіх етапах формування факторів відтворення автомобіля: конструктивно-технічний, транспортний, економічний та трудовий. В цьому випадку в механізм збереження енергії та ресурсів повинні бути покладені методи комплексного удосконалення вищезазначених факторів.

В зв'язку з різноманітністю факторів та різними шляхами їх удосконалення, для реалізації концепції інтенсивно розширеного відтворення автотранспортних послуг необхідно використовувати складний метод ресурсозбереження. Зупинимось на методах опису процесу енерго- та ресурсозбереження. В літературі з економіки відзначаються два підходи до формування механізму ресурсозбереження – витратний та ресурсний. В першому випадку під ресурсами розуміють витрати живої та уречевленої праці, тобто ототожнюють ресурси та витрати, а при прийнятті рішень вибирають вартісні критерії. При другому підході виходять з того, що в транспортний процес залучається не вартість, а фактори відтворення, що мають матеріально-технічний характер (автомобілі, експлуатаційні матеріали, джерела енергії та інше). Ефективність споживання енергії та ресурсів при другому підході визначається натуральними показниками енерго- та ресурсовіддачі автомобіля, а також показниками матеріало-, енерго- та ресурсомісткості транспортної роботи в розрахунковому циклі перевезень.

Виходячи з вище сказаного, під ресурсами транспортного процесу необхідно розуміти натурально-речову основу відтворених факторів, що забезпечують фізичне переміщення вантажів. Разом з тим, при формуванні схем інтенсивного відтворення автотранспортних послуг необхідно враховувати, що ресурсами є не тільки матеріально-технічні засоби, що використовуються в даний момент, але і можливі перспективні конструкції автомобіля, нові джерела енергії та технології перевезень. Тобто необхідно розглядати і потенційні матеріально-технічні ресурси, що можливе тільки на основі розробки натурально-речової схеми споживання енергії та ресурсів в транспортному процесі. Використання вартісних моделей ресурсоспоживання припустимо тільки на окремих етапах аналізу (на етапах обґрунтування економічних рішень). Для вирішення технологічних задач необхідно створювати математичні моделі для аналізу комплексного функціонування носіїв потенціальних технічних ресурсів транспорту з урахуванням основних факторів відтворення автотранспортних послуг.

Управління процесом збереження енергії та ресурсів ґрунтується на вказаних математичних моделях та виходять з ідеї комплексного удосконалення факторів відтворення автотранспортних послуг: конструктивно-технічного, транспортного, трудового та економічного. Процес споживання ресурсів у процесі перевезення нерозривно пов'язаний з чотирма функціями автомобіля, як засобу транспортної праці:

- 1) складного технічного засобу;
- 2) небезпечного, енергомісткого об'єкту управління рухом;
- 3) ресурсномісткого перевізного засобу;
- 4) об'єкту технічного обслуговування, що зношується в процесі руху.

У зв'язку з цим, математичні моделі функціонування АНТРТ повинні відображати вказані чотири функції. Крім того, при теоретичному аналізі важливо прийняти припущення про взаємозв'язок характеристик транспортної роботи та кількості використаних енергії та ресурсів. Таке припущення існує в теорії транспортних процесів, в якій фізичний пробіг автомобіля при заданому розмірі партії вантажу одночасно характеризує енерговитрати та кількість транспортної роботи, а також нормативне споживання ресурсів. Фізичний пробіг автомобіля за їздки та певний час руху прийняті в якості аргументів в пропорційній моделі списання вартості ресурсів в змінні та постійні витрати. Чим більші значення пробігу та часу руху, тим більша вартість ресурсів списується в змінні та постійні витрати. З точки зору збереження ресурсів, недоліком пропорційної моделі є те, що вона не дозволяє враховувати комплексний вплив конструктивного та трудового факторів відтворення автотранспортних послуг. Цей недолік обумовлений тим, що в основоположній розрахунковій схемі циклу перевезень замість етапу руху розглядається умовний акт доставки вантажів з рівномірною швидкістю без врахування робочих процесів конструкції автомобілів і умов забезпечення безпеки та продуктивності перевезень. В зв'язку з цим, в теорії транспортного процесу та економіки автотранспорту не враховується функціонування автомобіля як

складного технічного засобу, об'єкта управління рухом та об'єкта технічного обслуговування.

Транспортний фактор збереження енергії та ресурсів включає в себе три підфактори: технологію перевезень, організацію перевезень та технологію водіння. Економічний фактор збереження енергії та ресурсів визначається характеристиками експлуатаційних витрат та вартості АП. Трудовий фактор збереження енергії та ресурсів визначається характеристиками системи забезпечення та стимулювання енерго- та ресурсозберігаючої праці водіїв.

2.4 Математичні моделі для аналізу транспортної енергоефективності АМВ

2.4.1 Математичні моделі транспортної енергоефективності АМВ

Методика обґрунтування транспортно-технологічної якості АМВ повинна базуватися на концепції енерго- та ресурсозбереження на різних етапах життєвого циклу АТЗ [7, 82]. При цьому, дана методика застосовується на стадії експлуатації РС, яка пов'язана з корисним використанням АМВ – виконанням транспортної роботи. Сутність останньої полягає у переміщенні АТЗ з вантажем. Кількісним вимірником руху є енергія. Отже, з точки зору механіки автомобіля, кількість енергії, яка витрачається, відповідає виконаній транспортній роботі [83-85].

Із теорії автомобілів відомо, що енерговитрати на переміщення автомобіля визначаються із врахуванням режимів його руху та основних конструктивно-технічних параметрів.

Відомо, що на перегонах, АТЗ реалізує три типові режими руху: рівномірний, прискорення та гальмування. Закономірності витрат енергії на цих режимах значно відрізняються.

Рівномірний режим реалізується в середніх зонах перегону (l_v – пробіг автомобіля на режимі постійної швидкості). При незмінній довжині перегону

між зупинками, чим більша питома потужність двигуна автомобіля N_n (N_{max}/G_e) тим більша відстань l_v . Якщо N_n недостатнє або довжина їздового циклу не велика то можливі випадки коли $l_v \rightarrow 0$, що приводить до значного підвищення енерговитратності руху автомобіля.

При формуванні математичної моделі енерговитрат необхідно враховувати ці особливості, включаючи аналіз інших режимів руху автомобіля на перегоні. Ці особливості функціонування автомобіля у відомих роботах до цього не розглядалися.

Для режимів руху ($V=const$) енерговитрати на опір руху автомобіля визначається як:

$$E_{cv} = P_c \cdot l_v, \quad (2.3)$$

де P_c – сумарна сила опору руху автомобіля.

а) рівномірний режим руху

$$P_{cv} = P_f \pm P_h + P_w; V=0, \quad (2.4)$$

де P_f – сила опору кочення коліс автомобіля;

P_h – сила опору підйому дороги;

P_w – сила опору повітря.

б) не рівномірний режим руху

$$P_{cn}(t) = P_f \pm P_h + P_w(t) \pm P_j(t); V \neq 0, \quad (2.5)$$

де P_j – сила інерції автомобіля,

$V \neq 0$ – режим прискореного руху або гальмування автомобіля.

За цією формулою визначаються і витрати енергії при русі із постійною та не постійною швидкістю:

а) рівномірний режим руху

$$E_v = P_{cv} \cdot l_v; \quad (2.6)$$

$$l_v = V_n \cdot t_v; \quad (2.7)$$

б) не рівномірний режим руху

$$E_n = P_{cn} \cdot l_n; \quad (2.8)$$

$$l_n = \int V(t) dt + c. \quad (2.9)$$

Також із теорії автомобілів відомо, що потужність сил опору руху для різних режимів визначається за формулами:

а) рівномірний режим руху

$$N_v = P_{cv} \cdot l_v; \quad (2.10)$$

б) не рівномірний режим руху

$$N_n = P_{cn} \cdot l_n. \quad (2.11)$$

Витрати палива для різних режимів визначається, як:

а) рівномірний режим руху

$$Q_v = g_e \cdot N_v \cdot t; \quad (2.12)$$

б) не рівномірний режим руху

$$Q_n(t) = \frac{1}{\eta_m} \int g_e(t) \cdot N_{cd}(t), \quad (2.13)$$

де g_e – кількість витраченого палива;

t – час руху АТЗ;

N_{cd} – потужність сил опору руху приведено до колінчастого валу двигуна.

В теорії енергоресурсної ефективності автомобіля вирішені рівняння для рівномірного та нерівномірного руху (кінематики, динаміки та енергетики) модульного автомобіля, які використані в даній роботі.

В цій теорії були отримані закономірності для формування методу тестового еталонно-порівняльного аналізу енергоефективності автомобіля узагальненого типу, розрахункова схема конструкції якого представляється у вигляді СПОКА. В цьому методі отримано рівняння для визначення показників енергоефективності автомобіля в адаптивно-дискретному русі в типовій транспортній операції.

В структуру типової транспортної операції входить чотири фази, а саме: режим постійної швидкості, режим розгону ($\Delta V > 0$), режим гальмування ($\Delta V < 0$) і режим накату ($N_y = 0$, $\Delta V < 0$).

В основу процесу перевезення покладено перетворення внутрішньої енергії двигуна $E_{\text{дв}}$ в імпульс кількості руху вантажу, який дорівнює дискретній транспортній роботі ΔW :

$$E_{\text{дв}} \rightarrow P_m \Delta t \rightarrow q \gamma_{cm} V \Delta t \rightarrow \Delta W \quad (2.14)$$

Для забезпечення максимізації виконання дискретної транспортної роботи конструктивні параметри АТЗ повинні забезпечити оптимальність таких показників транспортно-технологічної якості, як: транспортної енергетичної ефективності (Π_e) та енергетичної результативності технологічних впливів (TB).

Для розробки математичної моделі показника енергетичної ефективності

використано метод аналогій з еталонним прототипом АМВ [6, 86, 87]. Останній являє собою розрахункову модель ідеального АМВ і не змінюється впродовж 20 – 30 років. Протягом цього періоду задача неперервного удосконалення АМВ розглядається як процес наближення показників його транспортно-технологічної якості до еталонного прототипу [7].

Шляхом співставлення величин енергетичних показників АМВ та його еталонного прототипу визначаються енергетичні коефіцієнти швидкості K_v (форм. 2.18) та пробігу K_e (форм. 2.22). Вони підставляються у модель показника енергетичної ефективності АТЗ. Цей показник є відношенням транспортної енерговіддачі даного АМВ у тестовій операції ρ до транспортної енерговіддачі еталонного АМВ у еталонній операції ρ_{em} :

$$P_e = \frac{\rho}{\rho_{em}} = \frac{K_v \gamma_{cm}}{K_e (\eta_q + \gamma_{cm})} \rightarrow \max, \quad (2.15)$$

де K_v - коефіцієнт швидкості (відношення середньої швидкості АМВ в тестовому циклі до швидкості еталонного АМВ);

$\gamma_{ст}$ - коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності;

K_e - енергетичний коефіцієнт пробігу (відношення витрати палива даного АМВ в циклі до витрати палива еталонного АМВ, який рухається з постійною еталонною швидкістю);

η_q - коефіцієнт спорядженої маси АМВ:

$$\eta_q = \frac{G_a}{q_n}, \quad (2.16)$$

де G_a – споряджена маса АМВ, т;

q_n – вантажопідйомність АМВ, т;

Показник енергетичної ефективності АТЗ необхідно враховувати у комплексі з показником паливної ефективності Π_{epQ} , який є відношенням витрат палива АМВ, що розглядається у тестовій операції ρ_n до витрат палива еталонного АМВ у еталонній операції ρ_{nem} :

$$\Pi_{epQ} = \frac{\rho_n}{\rho_{nem}}, \quad (2.17)$$

Енергетичні коефіцієнти K_v і K_e визначаються для міського і магістрального розрахункових циклів:

$$K_v = \frac{a_1(b_1 - b_2\psi_{cp})}{b_3t_p + a_2}, \quad (2.18)$$

де a_1 і a_2 – розрахункові коефіцієнти, які враховують режим руху;

b_1 , b_2 , b_3 – розрахункові коефіцієнти, які враховують конструктивні параметри та характеристики дороги [6, 7];

ψ_{cp} – середнє значення коефіцієнту опору дороги:

$$\psi_{cp} = \beta_\delta \cdot \psi_1 + \psi_2 \cdot (1 - \beta_\delta), \quad (2.19)$$

де β_δ – частка доріг 1 та 2 категорій, яка припадає на маршрут;

ψ_1 і ψ_2 – значення коефіцієнтів опору руху автомобіля на дорогах 1-2 і 3-4 категорій відповідно [88-90];

t_p – час розгону автомобіля до 60 км/год, с:

$$t_p = f(N_m^{-1}), \quad (2.20)$$

де N_m – максимальна потужність двигуна АМВ, кВт.

Враховуючи частку роботи АМВ у різних режимах визначається коефіцієнт швидкості автомобіля на розрахунковому маршруті:

$$K_{vp} = K_{vz}\alpha_z + K_{vm}(1 - \alpha_z), \quad (2.21)$$

де α_z – частка часу роботи автомобіля в міських умовах;

K_{vz} і K_{vm} – значення коефіцієнта швидкості для міського і магістрального циклів відповідно.

Енергетичний коефіцієнт пробігу АМВ для міського і магістрального розрахункових циклів:

$$K_e = \frac{H\rho k_\partial (c_1\psi_{cp} + c_2)}{c_3q(\gamma_{cm} + \eta_q) + c_4H_a B_a}, \quad (2.22)$$

де H – норма витрати палива, л/100 км:

$$H = H_\partial \frac{L}{100} + H_w \frac{W}{100}, \quad (2.23)$$

де H_∂ – лінійна норма витрати палива АМВ, л/100 км;

L – пробіг АМВ за їздки, км;

H_w – питома норма витрати палива на виконання транспортної роботи:

бензинові двигуни $H_w = 2$ л/100 ткм; дизельні $H_w = 1,3$ л/100 ткм;

W – транспортна робота, ткм;

ρ – густина палива, г/см³ (для бензинових двигунів $\rho = 0,76$; для дизельних $\rho = 0,84$);

k_∂ - коефіцієнт дорожніх умов руху (приймається в межах 0,75...1,15 [91, 92]);

c_1, c_2, c_3, c_4 – коефіцієнти, що враховують технічні та дорожні характеристики [6, 7];

H_a і B_a – відповідно висота і ширина АМВ, м.

Енергетичний коефіцієнт пробігу автомобіля на розрахунковому маршруті:

$$K_{ep} = K_{e2}\alpha_2 + K_{em}(1 - \alpha_2), \quad (2.24)$$

де K_{e2} і K_{em} – значення коефіцієнта для міського і магістрального циклів.

Наступним етапом є визначення показників (коефіцієнтів) коригування швидкості $K_{ш}$ та витрати палива K_n для заданих умов перевезень. Коефіцієнт коригування швидкості показує, на скільки необхідно змінити розрахункову (нормативну) технічну швидкість для заданих умов у порівнянні з еталонними:

$$K_{ш} = \frac{K_{vp}}{K_{v0}}, \quad (2.25)$$

де K_{v0} – коефіцієнт швидкості для еталонних умов експлуатації. Визначається за формулою (2.6) для магістрального циклу (коефіцієнт опору дороги $\psi_{cp} = \psi_{em} = 0,012$).

Коефіцієнт коригування витрати палива показує, на скільки необхідно змінити норматив витрати палива для заданих умов перевезень:

$$K_n = \frac{K_{ep}}{K_{e0}}, \quad (2.26)$$

де K_{e0} – енергетичний коефіцієнт пробігу для еталонних умов експлуатації. Визначається за формулою (2.10) для магістрального циклу (коефіцієнт опору дороги приймається $\psi_{cp} = \psi_{em} = 0,012$).

За допомогою розроблених показників можна вирішувати задачі обґрунтування та вибору АМВ для майбутніх проектів перевезень дрібних партій вантажів.

2.4.2 Математична модель показника транспортно-технологічної якості АМВ

Показником результативності технологічних впливів називається відношення дискретної транспортної роботи $W(\Delta l)$, яка відповідає характерному пробігу АТЗ Δl , до величини імпульсів сили тяги АМВ $P_m \Delta t$ [93, 94]:

$$TB = \frac{W(\Delta l)}{P_m \Delta t^2} \rightarrow \max. \quad (2.27)$$

У багатофазовій операції руху показник енергетичної результативності технологічного впливу TB визначається для окремих підфаз і фаз (TB_i), а також для тестового циклу ($TB_{\text{ц}}$). Підфазами операції руху для АТЗ з багатоступінчастими коробками передач являються режими руху на певній передачі. Величини TB_i та $TB_{\text{ц}}$ являють собою відношення дискретної транспортної роботи у певній фазі до квадратичного імпульсу сили тяги у цій фазі та визначаються таким чином:

$$TB_i = \frac{q\gamma_{cm} l_i}{P_{mi} t_i^2} \rightarrow \max, i = \overline{1, n}, \quad (2.28)$$

де $q\gamma_{cm}$ – вантажопідйомність та коефіцієнт її використання;

l_i – довжина маршруту у i -й фазі операції (стала швидкість, розгін, накат, гальмування), м;

P_{mi} – середня сила тяги АМВ у i -й фазі операції, кН:

$$P_{mi} = \frac{\sum_{j=1}^{n_n} P_j \Delta t_j}{\sum_{j=1}^{n_n} \Delta t_j}, \quad (2.29)$$

де P_j – середня сила тяги АМВ при русі на j -й передачі коробки передач, кН;

Δt_j – час руху АМВ на j -й передачі, с;

n_n – кількість передач коробки передач;

t_i – час руху АМВ у i -й фазі операції, с;

n – кількість фаз в операції руху;

$$TB_u = \sum_{i=1}^n TB_i \cdot m_i, \quad (2.30)$$

де m_i – доля пробігу АМВ у i -тій фазі операції.

Необхідно зазначити, що умову (2.30) для фази розгону необхідно мінімізувати, оскільки частка несталого руху в операції повинна бути скорочена. Показник технологічного впливу є проміжним на етапі визначення енергетичної ефективності АТЗ, але він дозволяє аналізувати результативність технологічних впливів, які складають сутність транспортних технологій. В зв'язку з цим, показник TB необхідно враховувати у комплексі з показником енергетичної ефективності.

Визначення показника технологічного впливу

1. Визначення швидкості АМВ (за двома точками), м/с:

$$V_{1i} = 0,095 \cdot \frac{n_m \cdot r_k}{U_{ki} \cdot U_o}, \quad V_{2i} = 0,095 \cdot \frac{n_n \cdot r_k}{U_{ki} \cdot U_o}, \quad (2.31)$$

де n_m – частота обертання колінчастого валу, що відповідає максимальному крутному моменту (M_{max}), об/хв;

r_k – радіус колеса, м;

U_{ki} – передаточні числа коробки передач;

U_o – передаточне число головної передачі;

n_n – частота обертання колінчастого валу при максимальній потужності, об/хв.

2. Визначення крутного моменту двигуна:

$$M_1 = 1,07 \cdot M, \quad M_n = 716 \cdot \frac{N_{max}}{n_n}, \quad M_2 = M, \quad (2.32)$$

де N_{max} – максимальна потужність двигуна, кВт.

3. Визначення сили тяги АМВ:

$$P_{1i} = \frac{M_1 \cdot \eta_T \cdot U_{ki} \cdot U_o}{r_k}, \quad P_{2i} = \frac{M_2 \cdot \eta_T \cdot U_{ki} \cdot U_o}{r_k}, \quad (2.33)$$

де η_T – коефіцієнт корисної дії (ККД) трансмісії (0,91 – 0,92 для 4х2).

4. Визначення сил опору повітряного середовища:

$$P_{w1i} = k \cdot B \cdot H \cdot V_{1i}^2, \quad P_{w2i} = k \cdot B \cdot H \cdot V_{2i}^2, \quad (2.34)$$

де k – коефіцієнт обтічності АМВ ($k=0,6-0,7$);

B, H – відповідно ширина та висота АМВ, м.

5. Визначення динамічного фактору транспортного засобу:

$$\mathcal{D}_{1i} = \frac{P_{1i} - P_{w1i}}{G_a}, \quad \mathcal{D}_{2i} = \frac{P_{2i} - P_{w2i}}{G_a}, \quad (2.35)$$

де G_a – повна маса АМВ, кг.

6. Визначення прискорень транспортного засобу, м/с²:

$$\gamma_{1i} = \frac{(\mathcal{D}_{1i} - \psi) \cdot g}{\delta_i}, \quad \gamma_{2i} = \frac{(\mathcal{D}_{2i} - \psi) \cdot g}{\delta_i}, \quad (2.36)$$

де ψ – коефіцієнт опору дорожнього покриття;

g – прискорення вільного падіння (9,81 м/с²);

δ_i – коефіцієнт врахування мас, що обертаються:

$$\delta_i = 1,04 + 0,0015 \cdot U_{ki}^2 \cdot U_o^2. \quad (2.37)$$

7. Визначення прискорень по передачах, м/с²:

$$\gamma_{ci} = \frac{\gamma_{1i} + \gamma_{2i}}{2}. \quad (2.38)$$

8. Визначення швидкісних діапазонів по передачах:

$$V_{MI} = V_{2(i-1)}, \quad \Delta V_i = V_{2i} - V_{MI}. \quad (2.39)$$

9. Визначення часу розгону та шляху розгону по передачах:

$$t_i = \frac{\Delta V_i}{\gamma_{ci}}, \quad S_i = \frac{\Delta V_i^2}{2 \cdot \gamma_{ci}}. \quad (2.40)$$

10. Визначення середньої сили тяги по передачах:

$$P_{ci} = \frac{P_{1i} + P_{2i}}{2}. \quad (2.41)$$

11. Визначення середньої швидкості по передачах:

$$V_{ci} = V_{MI} + 0,5 \cdot \Delta V. \quad (2.42)$$

12. Визначення показника технологічних впливів по передачах:

$$T_{vi} = \frac{q \cdot \gamma_{cm} \cdot V_{ci}}{9,8 \cdot P_{ci} \cdot (t_i + t_{nep})}, \quad (2.43)$$

де $q\gamma_{cm}$ – маса вантажу в кузові АМВ;

t_{nep} – час переключання передач, с.

13. Середньозважений фактор технологічних впливів АМВ при розгоні:

$$T_{vp}(S) = \frac{\sum (T_{vi} \cdot S_i)}{\sum S_i}. \quad (2.44)$$

14. Визначення відстані руху АМВ зі сталою швидкістю:

$$L_v = 300 - S_p. \quad (2.45)$$

15. Визначення часу руху АМВ зі сталою швидкістю:

$$t_v = \frac{L_v}{V_{50}}, \quad (2.46)$$

де V_{50} – швидкість АМВ, 50 км/год.

16. Визначення фактору технологічних впливів транспортному засобу при русі зі сталою швидкістю:

$$TB_v = \frac{g \cdot V \cdot L_v}{P_u}, \quad (2.47)$$

де P_u – сила тяги АМВ:

$$P_u = \psi \cdot G_a, \quad (2.48)$$

де ψ – коефіцієнт опору дорожнього покриття.

17. Визначення показника технологічних впливів АМВ в циклі:

$$TB_{\text{ц}} = \frac{TB_p \cdot S_p + TB_v \cdot L_v}{S_p + L_v}. \quad (2.49)$$

2.4.3 Математичні моделі показників організаційної і транспортно-технологічної енергоефективності АМВ

Для оцінки та аналізу ефективності роботи автомобілів малої вантажопідйомності використовуються різні показники, що описані в теорії економіки [95, 96] і організації автомобільних перевезень [97, 98]. Одним із показників ефективності використання автомобільного транспорту є собівартість перевезень. Собівартість перевезень – це виражені в грошовій формі поточні витрати транспортних підприємств, безпосередньо пов'язані з підготовкою та здійсненням процесу перевезень вантажів, а також виконанням робіт і послуг, що забезпечують перевезення [16].

Проаналізувавши існуючі методики розрахунку собівартості перевезень, встановлено, що дані розрахункові моделі не дають можливості проведення

аналізу впливу конструктивно-технічних параметрів, а також умов перевезень і характеристик доріг на постійні та змінні витрати. Тому виникає необхідність у застосуванні нового підходу заснованого на методі еталонно-порівняльного аналізу АМВ з еталонним прототипом, яка використовується в теорії енергоресурсної ефективності автомобіля.

Розглянемо ці методики детальніше.

Спрощена модель собівартості перевезень [16]

1) Вартість амортизації автомобіля на 1 км:

$$C_a = \frac{C_a \cdot 1,2}{L_n} \text{ грн./км;} \quad (2.50)$$

де C_a - вартість автомобіля;

L_n - нормативний пробіг автомобіля до капремонту.

2) Вартість палива на 1 км пробігу:

$$H_i = \frac{H_m}{l_e}, \text{ л/км;} \quad (2.51)$$

$$C_T = H_i \cdot C_n, \text{ грн./км;} \quad (2.52)$$

де C_n - вартість палива, грн.;

H_i - норма витрат палива за 1 км пробігу.

3) Змінні витрати на 1 км пробігу:

$$C_{зм} = K_1 \cdot (C_a + C_T), \text{ грн./км;} \quad (2.53)$$

K_1 - коефіцієнт змінних витрат.

4) Постійні витрати:

$$C_{noc} = K_2 \cdot C_{зм}, \text{ грн./год.}; \quad (2.54)$$

K_1 - коефіцієнт постійних витрат.

5) Витрати на 1 км пробігу:

$$C_{км} = C_{зм} + \frac{C_{noc}}{V_T}, \text{ грн./км}; \quad (2.55)$$

де V_T – технічна швидкість, км/год.

6) Собівартість перевезень, грн./т.:

$$S_T = \frac{l_{\epsilon} \cdot C_{км}}{q \cdot \gamma_{cm} \cdot \beta} + \frac{C_{noc} \cdot t_{np}}{q \cdot \gamma_{cm}}, \text{ грн./т}; \quad (2.56)$$

де l_{ϵ} – відстань перевезення по варіантах;

γ_{cm} – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності;

β – коефіцієнт використання пробігу;

t_{np} – час простою АТЗ при навантаженні та розвантаженні, год

7) Собівартість перевезень, грн./ткм:

$$S_{ТКМ} = \frac{C_{км}}{q \cdot \gamma_{cm} \cdot \beta} + \frac{C_{noc} \cdot t_{np}}{q \cdot \gamma_{cm} \cdot l_{\epsilon}}, \text{ грн./ткм}; \quad (2.57)$$

Калькулятивна модель собівартості перевезень [65, 70]

1. Оплата праці:

Попередньо необхідно визначитись із системою оплати праці.

Фонд заробітної плати водіїв складає, грн.:

При погодинно-преміальній системі оплати праці:

$$\Phi ЗП = АГ \times C \times K, \quad (2.58)$$

де $АГ$ - автомобіле-години роботи, год.;

C - погодинна тарифна ставка, грн.;

K - інтегральний коефіцієнт доплат і надбавок до основної заробітної плати ($K=1,5$)

2. Відрахування на соціальні заходи, грн.

$$C_{сз} = \Phi ЗП \times \frac{H_{сз}}{100}, \quad (2.59)$$

де $H_{сз}$ - норматив відрахувань на соціальні заходи, % ($H_{сз} = 20\%$).

3. Витрати на автомобільне паливо, грн:

$$C_n = \left(\frac{H_l}{100} \times L + \frac{H_w}{100} \times W \right) \times C_n, \quad (2.60)$$

де H_l - лінійна норма витрати палива на пробіг автомобіля;

H_w - додаткова питома норма витрати палива на 100 ткм, л/100ткм;

C_n - ціна одного літра палива;

L - загальний пробіг за період, км.

Базові лінійні норми витрати палива на 100 км пробігу представлені в додатку.

Транспортна робота визначається:

$$W = q \times \gamma_{cm} \times L_v, \quad (2.61)$$

де L_v - пробіг автомобіля з вантажем, км.

4. Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали, грн.

$$C_{мас} = C_n \frac{Y_{мас}}{100}, \quad (2.62)$$

де $Y_{мас}$ - відсоток витрат на мастильні та інші експлуатаційні матеріали від витрат на автомобільне паливо, % ($Y_{мас} = 10 - 16$ %).

5. Витрати на технічне обслуговування, грн.

$$C_{то} = \frac{L}{1000} \times H_{то} \times K_{\partial}, \quad (2.63)$$

де $H_{то}$ – норма витрат на ТО і ПР в розрахунку на 1000км пробігу, грн;

K_{∂} - коефіцієнт врахування дорожніх умов руху.

6. Витрати на автомобільні шини, грн.:

$$C_{ш} = \frac{L}{1000} \times \frac{H_{ш}}{100} \times C_{ш} \times n_{ш}, \quad (2.64)$$

де $H_{ш}$ - норматив відрахувань на відновлення шин, у відсотках від балансової вартості шин;

$C_{ш}$ - ціна одного комплекта шин, грн;

$n_{ш}$ -- кількість шин (без запасної), встановлених на одиниці рухомого складу, од.

7. Амортизація рухомого складу, грн.

$$A_{\epsilon} = \frac{l_{\text{м}} \times \%H_{\epsilon} \times C_a \times K_1}{1000 \times 100}, \quad (2.65)$$

де $\%H_{\epsilon}$ – норма амортизаційних відрахувань на 1000 км пробігу, % ($\%H_{\epsilon}=0,3$);

C_a – базова балансова вартість автомобіля, грн;

K_i – коефіцієнт, що враховує тип рухомого складу.

8. Загальногосподарські витрати, грн:

Суму загальногосподарських витрат визначають як відсоток від прямих витрат:

$$C_{32} = \frac{(\Phi 3П + C_{сз} + C_n + C_{\text{м}} + C_{ш} + C_{\text{то}} + A_{\epsilon}) \times Y_{\text{зосп}}}{100}, \quad (2.66)$$

де $Y_{\text{зосп}}$ - відсоток загальногосподарських витрат від прямих витрат

($Y_{\text{зосп}}=15$), %

Вибір раціонального рухомого складу виконують на основі собівартості перевезень. Для автомобілів однакової вантажопідйомності порівняння виконується на основі собівартості 1 км пробігу:

$$S_{\text{км}} = \frac{(\Phi 3П + C_{сз} + C_n + C_{\text{м}} + C_{ш} + C_{\text{то}} + A_{\epsilon} + C_{32})}{l_{\epsilon}} \quad (2.67)$$

Для автомобілів різної вантажопідйомності порівняння виконується на основі собівартості 1 ткм:

$$S_{ткм} = \frac{S_{км}}{q\gamma_{\delta}\beta}, \quad (2.68)$$

Енергоеквівалентна модель собівартості перевезень [99, 100]

Енергоеквівалентний показник питомих витрат на 1 км пробігу АТЗ $C_{км}^e$:

$$C_{км}^e = K_{et}(C_{зм} + C_{noc} / V_t \cdot K_{vp}), \quad (2.69)$$

Енергоеквівалентна собівартість перевезень визначається за формулою:

$$S_w^e = C_{км}^e / q\gamma_{\delta}\beta + C_{noc}t_{np} / q\gamma_{\delta}l_{ze}, \quad (2.70)$$

Енергетичний коефіцієнт собівартості перевезень:

$$K_s = \frac{S_w^e}{S_w}, \quad (2.71)$$

Енергоеквівалентна модель собівартості перевезень дає змогу вирішувати організаційні та технологічні задачі перевезень вантажів з урахуванням конструктивних новацій, умов експлуатації і характеристик дороги.

Для вирішення організаційних задач для здійснення перевезень вантажів в даній моделі достатньо енергетичні коефіцієнти K_v та K_e прийняти рівними одиниці.

2.5 Висновки до розділу 2

1. На основі аналізу існуючих методів вибору і технологічного обґрунтування параметрів ТЗ для забезпечення їх ефективного функціонування на різних етапах життєвого циклу АТЗ, встановлено, що вони є технологічно виродженими і не можуть забезпечити вирішення даної задачі, так як не враховують основні конструктивно-технічні, експлуатаційні та дорожні фактори в автотранспортних процесах. Це унеможливило подальше використання методів існуючої теорії організації автомобільних перевезень для забезпечення та впровадження високих автотранспортних технологій.

2. Для досягнення поставленої задачі запропоновано використовувати основні положення теорії енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу, в якій критеріями оцінки ефективності АТЗ визначені показники енергетичної ефективності АТЗ і результативності технологічних впливів, які дозволяють враховувати сутність створення фізичного продукту транспорту з використанням транспортних технологій.

3. Визначено, що теорія енергоресурсної ефективності пропонує визначати вплив конструктивно-технічних, експлуатаційних та дорожніх факторів, використовуючи модульну схему структурно-параметричної організації АТЗ, що забезпечить можливість проведення як однопараметричного так і багатопараметричного аналізу функціонування АМВ.

4. Для підвищення технологічного рівня перевезень АМВ запропоновано провести аналіз показника енерговіддачі АМВ, що є відношенням транспортної роботи, виконаної ТЗ, до енерговитрат на його переміщення. Підвищення значення даного показника дозволить збільшити технологічний рівень перевезень.

5. Запропоновано використання комплексу моделей (спрощеної експлуатаційної, калькулятивної та енергоеквівалентної) для технологічно-інноваційного аналізу собівартості перевезень вантажів АМВ та встановлено, що спрощена та калькулятивна моделі на відміну від енергоеквівалентної не

дають можливість вирішувати комплексні організаційно-технологічні задачі перевезень вантажів, так як вони не враховують конструктивно-технічні, експлуатаційні та дорожні фактори в процесі експлуатації.

6. Запропоновано на наступному етапі дисертаційного дослідження використовувати розроблені математичні моделі транспортно-технологічної якості АМВ, які дозволяють провести аналіз впливу різних факторів на технологічний рівень як самого ТЗ, так і процесу перевезень.

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ ТА БАГАТОВАРІАНТНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ

3.1 Методологічні основи підвищення енергоефективності автомобіля малої вантажопідйомності

Існуючий в теорії транспортних процесів аналіз методу обґрунтування АМВ при його створенні та експлуатації показав, що відсутня методологія комплексного, цілісного аналізу та прогнозування енергозберігаючих конструктивно-технічних, товарних і транспортних рішень для ланцюжку проектів ЖЦА. Існуючі методи [16, 97] мають концептуальні недоліки: а) не відповідають концепції експлуатаційно-технологічного енерго- і ресурсозбереження (ЕТЕР) за принципом життєвого циклу АМВ (ЖЦА); б) не враховується комплекс ресурсно-технічних властивостей АМВ як засобу виробництва, які використовуються в процесах перевезень і обумовлюють їх технологічну ефективність; в) не забезпечується техніко-технологічний аналіз і обґрунтування процесів перевезень з урахуванням інноваційних товарних і експлуатаційних преференцій перевізників на різних етапах ЖЦА. Невідповідність існуючих методів аналізу ефективності АМВ в ЖЦА полягає в тому, що на ринку автомобілів пропонується АМВ як складний технічний засіб (АСТЗ) з регламентованими конструктивно-технічними властивостями. Для експлуатаційної реалізації ЕТЕР на автотранспорті необхідні знання про АМВ як ресурсно-технічний засіб виробництва матеріальних автотранспортних послуг. У той же час в існуючих методах аналізу ефективності перевезень [16, 98] розглядаються дуже спрощені знання про АМВ як перевізний засіб зі знаннями про поведінку віртуально-рухомого кузова. Тобто, не враховуються ні технічні характеристики АМВ, ні параметри його енерговитратного, технологічного і продуктоутворюючого функціонування в процесах перевезень.

Таким чином виявлено, що на етапах ЖЦА АМВ і в теорії автотранспортного процесу [43, 54] негативно діє комплекс протиріч підходів і знань про АМВ, а також маркетингово-інформаційні протиріччя на ринку автомобілів між перевізниками-покупцями і продавцями складних науково-технічних товарів, якими є АМВ. У зв'язку з цим перевізники - покупці не мають свого поняттєво-критеріального апарату для реалізації концепції ЕТЕР на автотранспорті.

Згідно концепції ЕТЕР на автотранспорті також експлуатаційні методи аналізу економічної ефективності АМВ і автомобільних перевезень [75, 97, 98] Економічна ефективність АМВ при створенні та експлуатації АМВ оцінюється за показником приведених витрат. В математичній моделі приведених витрат не враховується вплив конструктивних і транспортних новацій на процеси функціонування АМВ та процеси перевезень.

В дисертації розроблена методологія підвищення транспортної енергоефективності АМВ і процесів перевезень. В ній закладений системний і науковий комплексний погляд на АМВ, як на: енергоперетворювальну транспортну машину, науково-технічний товар, матеріальний фактор і засіб транспортного виробництва, носій технічних ресурсів автотранспорту. Інноваційний рух до концепції ЕТЕР полягає в обґрунтуванні та реалізації комплексу конструктивних, товарних та технологічних новацій у парку рухомого складу і в автотранспортних процесах [6, 101, 102]. Раціональні конструктивні новації досягаються шляхом оптимізації характеристик структури і параметрів конструкцій АМВ за показником транспортної ефективності АМВ в операціях руху. Нормалізоване для сегментів ринку АМВ значення останнього приймається в якості показника його концептуальної споживчої якості АМВ (КСЯА). З врахуванням значення показника КСЯА формується значення критерію концептуальної споживчої властивості АМВ (КСВА), за яким оцінюється раціональність товарної новації. Далі на етапі експлуатації АМВ оцінюються транспортні новації (оновлення рухомого складу, зміна технологій та організації перевезень) на основі еквівалентних показників ефективності використання АМВ в процесах перевезень.

3.2 Постановка задачі моделювання енерго- ресурсної ефективності автомобілів малої вантажопідйомності в тестових операціях

На сучасному етапі технічна політика світових виробників АМВ така, що буває складно оцінити порівняльні переваги того чи іншого варіанта конструкції за допомогою існуючих методів [103, 104]. Чутливість математичних моделей теорії енергетичної ефективності АТЗ дозволяє вирішити цю задачу. При цьому обґрунтовується важливий для експлуатації РС аспект – вплив зміни конструктивних параметрів на енерговіддачу проекту перевезення [105, 106]. Практична задача аналізу виникає при виборі автомобіля з декількох варіантів однотипних конструкцій, які відрізняються характеристиками структури або параметрами. При параметричному аналізі може розглядатись група автомобілів одного типу, які відрізняються значеннями тільки одного параметра при інших рівних умовах.

Моделювання адаптивного руху автомобіля з різними варіантами СПОКА у тестових операціях виконується за допомогою програмного забезпечення на ЕОМ. Метою імітаційного моделювання є створення умов експлуатаційного функціонування та аналіз придатності конструктивних параметрів автомобіля як засобу транспортного виробництва до підвищення транспортної енергоефективності перевезень на заданому маршруті.

Такий підхід дозволяє комплексно аналізувати процес енерговитратного функціонування автомобіля з урахуванням:

- типових робочих процесів автомобіля як складного технічного засобу та об'єкта керування рухом;
- рівня технологічної придатності варіанта СПОКА АМВ до наданих умов перевезень.

Задачами моделювання є:

- формування різних конкуруючих варіантів СПОКА АМВ, що запропоновані для виконання перевезень;

- імітація різних фаз рухових операцій автомобіля відповідно до характеристик маршруту перевезень;
- порівнювальний аналіз різних варіантів СПОКА АМВ;
- визначення найбільш придатного варіанту автомобіля, який забезпечує найбільший рівень показника ТЕЕА в тестових операціях;
- формування розрахункового транспортного циклу між терміналами і визначення енергетичних коефіцієнтів для формування вимог для виробників автомобілів з урахуванням отриманих даних в процесі експлуатації АМВ.

Енерговитрати та витрати палива в тестовій операції визначаються з урахуванням закономірностей впливу характеристик робочих процесів конструкції автомобіля на потік потужності двигуна $N(t)$, а також питомої витрати палива $g(t)$. Енерговитрати E_u в тестовій операції визначаються наступним чином:

$$E_u = \sum_{i=1}^{n_y} \left(\int N_{yi} dt + c_{1i} \right) + \sum_{i=1}^{n-n_y} \left(\int N_i(t) dt + c_{2i} \right); \quad (3.1)$$

$$N_{yi} = N_{yoi} / \eta_T;$$

$$N_{i(t)} = N_{oi}(t) / \eta_T,$$

де N_{yi} , N_i – потужність двигуна відповідно при сталому та несталому русі АМВ, кВт;

n – кількість фаз тестової операції;

n_y – кількість фаз сталого руху;

t – час фази тестової операції, с;

c_{1i} , c_{2i} – постійні інтегрування;

N_{yoi} , $N_{oi}(t)$ – потужність сил опору руху автомобіля на сталих ($V=const$) і не сталих ($V \neq const$) режимах тестової операції;

η_T – ККД трансмісії.

Витрати палива в тестовій операції Q_u визначаються за формулою:

$$Q_u = \sum_{i=1}^{n_y} (\int N_{yi} g_{yi} dt + c_{3i}) + \sum_{i=1}^{n-n_y} (\int N_i(t) g_i(t) dt + c_{4i}); \quad (3.2)$$

$$V_u = \left(\sum_{i=1}^{n_y} V_{yi} t_{vi} + \sum_{i=1}^{n-n_y} (\int V_i(t) dt + c_{5i}) / \left(\sum_1^{n_y} t_{vi} + \sum_{i=1}^{n-n_y} t_{hi} \right) \right), \quad (3.3)$$

де g_{yi} , g_i – питома витрата палива двигуна відповідно при сталому та несталому русі автомобіля, г/кВт·год;

V_u – середня швидкість автомобіля, км/год;

c_3 , c_4 , c_5 – постійні інтегрування.

Загальні рішення рівнянь (3.1) і (3.2) для АТЗ узагальненого типу отримано в роботі [16]. В даній роботі були використанні ці рішення і адаптовані для задач формування математичних моделей тестової операції.

Метою моделювання є імітація експлуатаційного функціонування АМВ як ресурсно-технічного засобу виробництва матеріального продукту та аналіз технічної придатності конструкції автомобіля до концепції ЕТЕР в інноваційних проектах автомобільних перевезень.

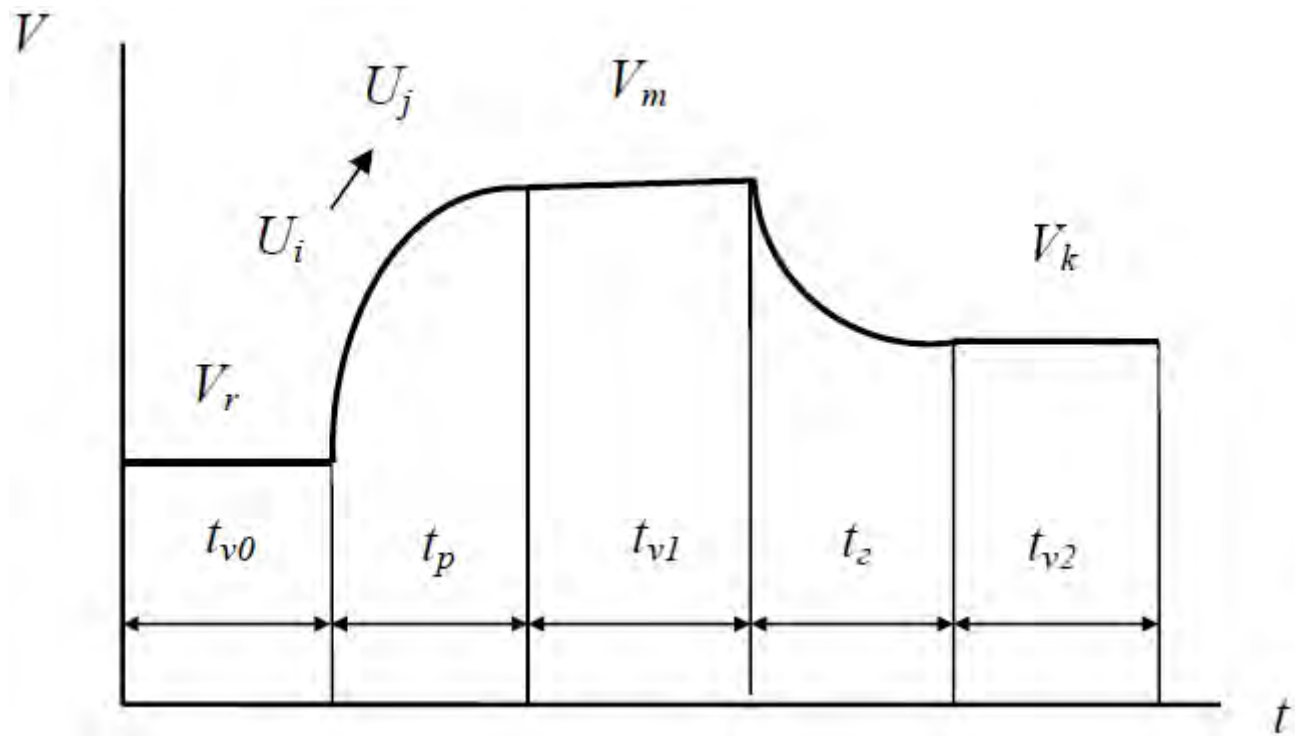
Новизна методики, яка дозволяє реалізувати цю мету, полягає у розгляді АМВ як рухомого засобу транспортного виробництва з позицій транспортного інженера і управлінця автотранспорту в автотранспортній системі. Згідно теорії енергоресурсної ефективності АМВ [6, 7] їм необхідно комплексно оцінити технічну придатність АТЗ як складної машини, об'єкта управління рухом і перевізного засобу в заданій тестовій операції (рис. 3.1).

Фізичною мірою переміщення автомобіля з вантажем є енергія і автотранспортні енерговитрати [107-109]. Тому, розгляд автомобіля як енерговитратного засобу транспортного виробництва дозволяє аналізувати комплексний процес споживання енергії та ресурсів з урахуванням:

1) робочих процесів автомобіля як складного технічного засобу та об'єкту управління рухом;

2) техніко-економічного використання автомобіля у перевізному циклі на основі оцінки технічної досконалості конструкції АМВ та його транспортної енергоефективності ефективності (ТЕЕА).

Використовується тестовий і еталонно-порівнювальний підхід техніко-еволюційного моделювання АМВ, тобто за умовою наданої зміни його конструктивно-технічних характеристик за схемою СПОКА (рис. 2.5). Графічна модель тестової операції показана на рис. 3.1.



V_r , V_m , V_k – задані значення швидкості сталого руху АТЗ (відповідно початкова, максимальна та кінцева); t_{v0} , t_{v1} , t_{v2} – тривалість фаз руху АТЗ при швидкостях відповідно V_r , V_m , V_k ; $U_i \dots U_j$ – передаточні числа коробки передач, які використовуються при розгоні АТЗ в діапазоні швидкостей $V_r \dots V_m$; t_p , t_z – тривалість фаз руху АТЗ при розгоні та гальмуванні відповідно.

Рисунок 3.1 – Графічна модель узагальненої тестової операції

Значення сталої швидкості автомобіля після його розгону у перегінному циклі визначається наступним чином:

$$V_m = V_r(h_g, U_{kr}) + \Delta V_s(n_n); \quad (3.4)$$

$$\Delta V_s = \sum_{i=1}^{n_n} \Delta V_i(U_{ki}), \quad (3.5)$$

де V_r – вихідна мінімальна швидкість автомобіля в зоні зупинки ($V_r=3$ м/с);

ΔV_s – сумарне збільшення швидкості у циклі;

ΔV_i – приріст швидкості на i -й передачі при розгоні автомобіля, обумовлений динамікою розгону АТЗ і алгоритмом трудових дій водія;

n_n – кількість передач, що використовуються при розгоні відповідно до заданої операційної карти (для визначення n_n використовується спеціальна підпрограма);

h_g – відносне положення педалі подачі палива, $h_g \in (0;1)$;

U_{kr} і U_{ki} – передаточне число коробки передач автомобіля у фазах розгону.

В роботах професора Хабутдінова Р. А. [6, 7] запропоновані математичні моделі адаптивно-дискретного руху АТЗ узагальненого типу в узагальнених тестових операціях (рис.3.1). Для можливості розробки методу аналізу транспортної енергоефективності АМВ і перевезень дрібних партій вантажів необхідно адаптувати параметри цих моделей до умов експлуатаційного функціонування автотранспортних процесів з використанням АМВ. Таке адаптування повинно відповідати концепції експлуатаційно-технологічного енерго і –ресурсозбереження (ЕТЕР) на АТ [6, 110, 111].

Основною ідеєю управління розвитком РС і автомобільних перевезень у автотранспортній системі є забезпечення збереження енергії та ресурсів на трьох етапах ЖЦА (при створенні, обігу як товару та експлуатації автомобіля як засобу автотранспортного виробництва). В умовах дорожнього руху енергоємність перевезень обумовлюється конструктивними параметрами АМВ, режимами переривчасто-нерівномірного руху і характеристиками поверхні кочення. Для врахування цих факторів імітується функціонування АМВ у міському, магістральному та змішаному циклах. Враховуються основні характеристики дороги. Енергетичні показники АМВ у цих циклах

порівнюються з енергетичними показниками еталонного прототипу в еталонній операції. Це дозволило, з одного боку, створити модель узагальненої тестової операції, яка придатна для оцінки конкуруючих варіантів конструкції АМВ. З іншого боку, з'являється можливість для варіювання режимами дискретного руху автомобіля та характеристиками дороги. Ці особливості моделі дозволяють підбирати тестові операції згідно із заданим режимом експлуатації автомобіля, а також забезпечувати відповідність методик експлуатаційних оцінок конструкції автомобіля із методиками випробувань автомобіля у їздових циклах, які широко використовуються у автомобільній промисловості [112-114].

Математична постановка задачі однопараметричного аналізу конструкції формулюється наступним чином. Задані декілька варіантів СПОКА АМВ одного типорозміру ($q = \text{const}$), що відрізняються значеннями якої-небудь однієї характеристики модулів конструктивного параметру АМВ (двигун, коробка передач, головна передача, колеса та інші).

Необхідно визначити такий варіант конструкції автомобіля, який забезпечує виконання умови максимізації показника ТЕЕА АМВ у тестовій операції - $\Pi_{ep} \rightarrow \max$.

Вихідні значення характеристик тестової операції руху АМВ в міському і магістральному циклах наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення елементів тестової операції в міському циклі

V_r , м/с	V_m , м/с	V_k , м/с	ΔV_s , м/с	t_{v0} , с	t_z , с	l_u , м
Міський цикл						
3	14	9	11	10	10	1000
Магістральний цикл						
3	19	13	16	10	10	4000

Алгоритм моделювання функціонування АМВ для аналізу впливу різних факторів передбачає наступні етапи:

- постановка мети аналізу;
- формування конкуруючих варіантів конструкцій АМВ -СПОКА;
- формування умов порівняльного аналізу та обмежень факторів, що контролюються;
- формування масиву вихідних даних та введення його у програму;
- розрахунок показників ТЕЕА і його транспортно-технологічної якості для кожного варіанту конструкції АП;
- розрахунок енергетично еквівалентних показників ефективності роботи АП на розрахунковому маршруті;
- аналіз технічної та техніко-економічної придатності конструкції АП до концепції збереження енергії та ресурсів.

Для реалізації алгоритму використовується мова програмування «Турбо-Паскаль» і персональний комп'ютер. Розроблена програма дозволяє проводити не тільки однопараметричний, але і багатопараметричний аналізи, які враховують різні типи двигунів, трансмісій, кузовів [115, 116].

Для кожного із розроблених варіантів конструкції АМВ в результаті проведення моделювання отримуємо значення показників його транспортно-технологічної якості (які представлені в розділі (2.4), до яких відносяться:

- 1) K_{ec} – енергетичний коефіцієнт пробігу в тестовій операції. Являє собою відношення витрат енергії для заданого АМВ та еталонного.
- 2) K_{eq} – паливний коефіцієнт пробігу. Являє собою відношення витрат палива для заданого АМВ та еталонного.
- 3) K_{vc} – коефіцієнт швидкості. Це відношення середньої швидкості в циклі до еталонної швидкості, яка приймається постійною (40 км/год.).
- 4) K_{tn} – коефіцієнт часу несталого руху. Це відношення часу руху при змінній швидкості до загального часу руху у циклі тестової операції.
- 5) P_e – показник транспортної енергетичної ефективності. Це відношення транспортної енерговіддачі заданого та еталонного АМВ.
- 6) P_{eq} – показник паливної ефективності. Це відношення транспортної паливовіддачі заданого АМВ до паливовіддачі еталонного АТЗ.

7) TBC – середньозважене значення показника результативності технологічного впливу в циклі.

8) TB_r , TB_m – значення показника енергетичної результативності технологічного впливу при швидкостях відповідно V_r та V_m .

3.3 Методика параметричного аналізу впливу конструктивно-технічних, експлуатаційних та дорожніх параметрів на показники енергоресурсної ефективності автомобіля малої вантажопідйомності

Методика параметричного аналізу впливу різних факторів (конструктивно-технічних, експлуатаційних та дорожніх) на показники енергоресурсної ефективності автомобіля включає наступні етапи:

- 1) постановка завдання аналізу (вибір базової моделі, переліку варійованих характеристик, перелік різних експлуатаційних показників та характеристик дороги, вибір змінного параметру);
- 2) формування масиву різних конструкцій, транспортного стану, режимів руху АМВ та характеристик дороги;
- 3) розрахунок показників енергоресурсної ефективності АМВ для кожного змінного параметру;
- 4) встановлення закономірності впливу одного або декількох змінних параметрів;
- 5) формулювання висновків про вагомість змінної характеристики і формування стратегії вибору АТЗ за найкращим показником.

Поелементний аналіз впливу показників різних факторів проводиться за визначеним алгоритмом (рис.3.2) та на основі функціональних залежностей:

$$\begin{aligned}
 \Pi_{ep} &= f_1(x), \\
 K_e &= f_2(x), \\
 K_v &= f_3(x), \\
 TB &= f_4(x),
 \end{aligned}
 \qquad x \in (x_{\min}; x_{\max}), \qquad (3.6)$$

$$T_c = f_5(x),$$

$$Q_c = f_6(x),$$

де x – значення показника змінної характеристики;

x_{min} і x_{max} – мінімальне і максимальне значення показника характеристики x .

У математичних моделях для визначення показників P_{ep} , K_v і K_e в рамках перетину множин $\{K\}$ (конструкція АП), $\{P\}$ (режими руху), $\{Д\}$ (дорога) враховується формування трьох фізичних чинників адаптивно-дискретної транспортної роботи [116]:

- а) середньої швидкості складного адаптивно-дискретного руху АМВ;
- б) енергоємності транспортної роботи на різних фазах руху АМВ;
- в) пробігової структури операції руху, що складається з набору фаз сталого і несталого руху АМВ.

У зв'язку з цим, ідея поелементного аналізу різних факторів полягає в оцінці комплексного впливу значення показника змінної характеристики x на три вищезгадані чинники при функціонуванні АТЗ як складного науково-технічного товару. Облік закономірностей такого впливу важливий для споживчо-орієнтованого вибору АМВ.

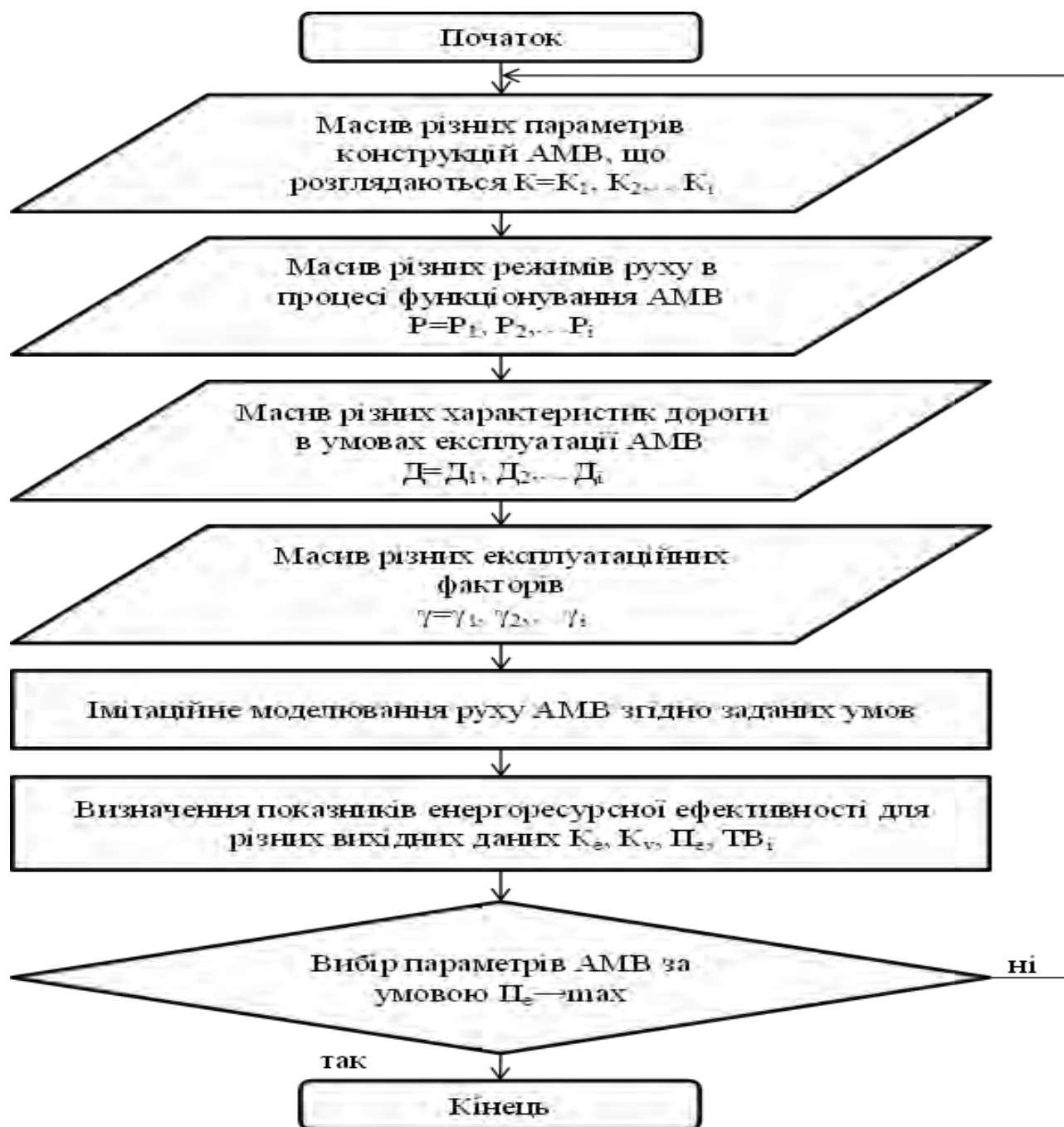


Рисунок 3.2 – Алгоритм багатоваріантного аналізу для оцінки АМВ за показниками енергоефективності

В якості базової моделі АМВ обрано Mercedes-Benz Viano, який в достатньо великій кількості представлений на ринку. Технічні характеристики даного автомобіля наведено в таблиці 3.2 [117].

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики автомобіля Mercedes-Benz Viano

Технічні характеристики	Mercedes-Benz Viano
Вантажопідйомність, кг	930
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	5238
Ширина	1901
Висота	1872
Споряджена маса, кг	2010
Повна маса, кг	2940
Колісна база, мм	3430
Час розгону до 100 км/год, с	12,1
Максимальна потужність, кВт (к.с.)	120 (163)
Частота обертання колінчастого валу при максимальній потужності, об/хв	3800
Частота обертання колінчастого вала при максимальному крутному моменті, об/хв	2400
Радіус шини, мм	350
Контрольна витрата палива, л/100 км	8,8

Проаналізуємо вплив зміни показників різних факторів (конструктивно-технічних, транспортно-експлуатаційних та дорожніх) на показники функціональної енергоресурсної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ.

3.3.1 Аналіз впливу конструктивних параметрів автомобіля малої вантажопідйомності на його транспортну енергоефективність

На сучасному ринку автомобілів малої вантажопідйомності конкуренція нових моделей відбувається за рахунок зміни значень певних конструктивних параметрів. Найчастіше створення нових зразків конструкцій автомобільних транспортних засобів для перевезень дрібних партій вантажів відбувається за рахунок зміни заводами-виробниками таких технічних характеристик:

- максимальна потужність двигуна;
- максимальний крутний момент;

- максимальна частота обертання колінчатого вала;
- питома потужність АМВ;
- передаточне число головної передачі;
- передаточні числа коробки передач;
- радіус колеса;
- питома витрата палива двигуна.

Проаналізуємо вплив зміни окремих конструктивних параметрів на показники функціональної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ.

Аналіз впливу максимальної потужності двигуна АМВ

Відомо, що двигун автомобіля представляє собою сукупність механізмів та систем, які перетворюють теплову енергію згораючого в його циліндрах палива в механічну [118, 119]. Бензинові двигуни працюють на легкому рідкому паливі – бензині, який отримують з нафти. Дизельні двигуни працюють на важкому рідкому паливі – дизелі, який також отримують із нафти.

Із вказаних двигунів, найбільш потужними є бензинові, а найбільш економічними та екологічними – дизельні, адже мають більш високий ККД. Так, при рівних умовах витрата палива у дизелів на 25...30% менша, ніж у бензинових двигунів.

Для покращення тягово-швидкісних властивостей АТЗ заводи-виробники реалізують стратегію максимізації потужності $N_m \rightarrow \max$ [120]. Проте, немає методів оцінки впливу зміни цієї характеристики на ефективність роботи автомобілів малої вантажопідйомності при здійсненні дрібно партійних перевезень. В свою чергу, провідні автомобільні заводи пропонують під індивідуальне замовлення двигуни з різними значеннями максимальної потужності [118]. Необхідно зазначити, що для покупця ці значення є рекламними, оскільки відсутній метод аналізу впливу N_m на показники ефективності роботи АМВ і перевезень дрібних партій вантажів.

Згідно з розробленою методикою, оптимальні значення N_m визначаються на основі аналізу транспортного руху АТЗ (тобто роботи АТЗ у режимах

сталого і несталого руху, що чергуються) [83, 84]. Розрахунок показників функціональної ефективності АМВ для кожного варіанту здійснюється на основі моделей (2.3), (2.15). За отриманими результатами (табл. 1) побудовано залежності показників функціональної ефективності (рис. 3.3 – 3.5), технологічного впливу (рис. 3.6–3.7), витрати палива та загального часу руху АМВ (рис. 3.8) від максимальної потужності двигуна N_m .

Таблиця 3.3 – Значення показників функціональної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ при зміні максимальної потужності двигуна N_m (M-Benz Viano)

N_m , кВт	K_{ec}	K_{eq}	K_{vc}	K_{tn}	Π_{ep}	Π_{epq}	TBr	TBC	TBm
90	3,45	3,43	1,005	0,423	0,293	0,327	0,13	0,199	0,191
110	4,14	4,06	1,02	0,378	0,251	0,227	0,107	0,183	0,179
130	4,73	4,6	1,03	0,35	0,224	0,198	0,09	0,172	0,173
150	5,33	5,16	1,034	0,33	0,2	0,175	0,078	0,165	0,169

K_e, K_{te}

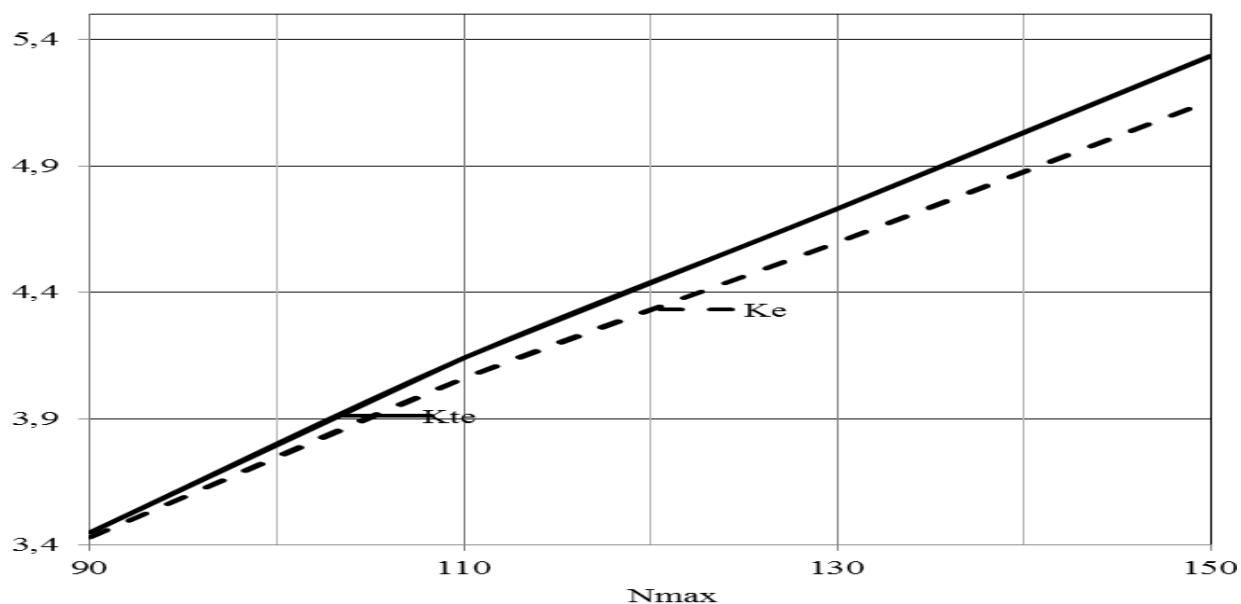


Рисунок 3.3 – Графік залежності показників енергетичної витратності K_e та K_{te} автомобіля Mercedes-Benz Viano від максимальної потужності двигуна N_m (кВт)

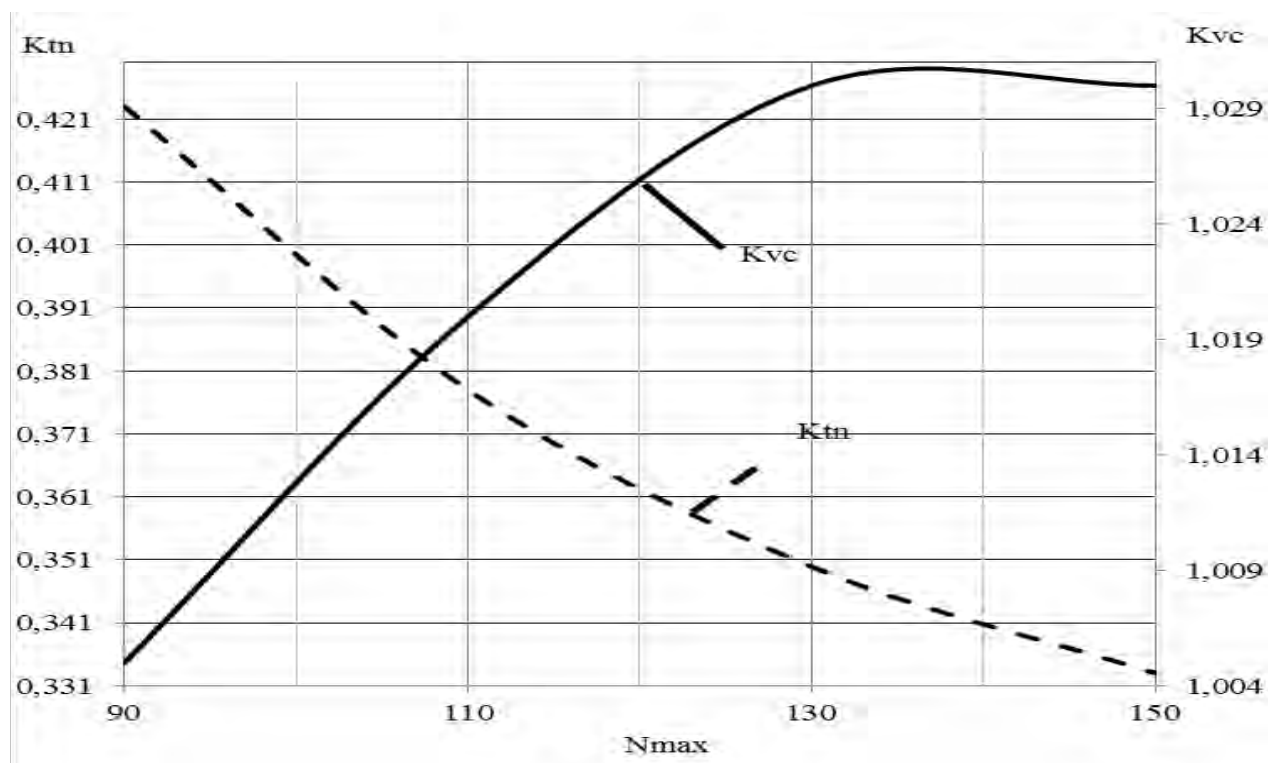


Рисунок 3.4 – Графік залежності коефіцієнтів швидкості K_{vc} та долі несталого руху K_{tn} автомобіля Mercedes-Benz Viano від максимальної потужності двигуна N_m (кВт)

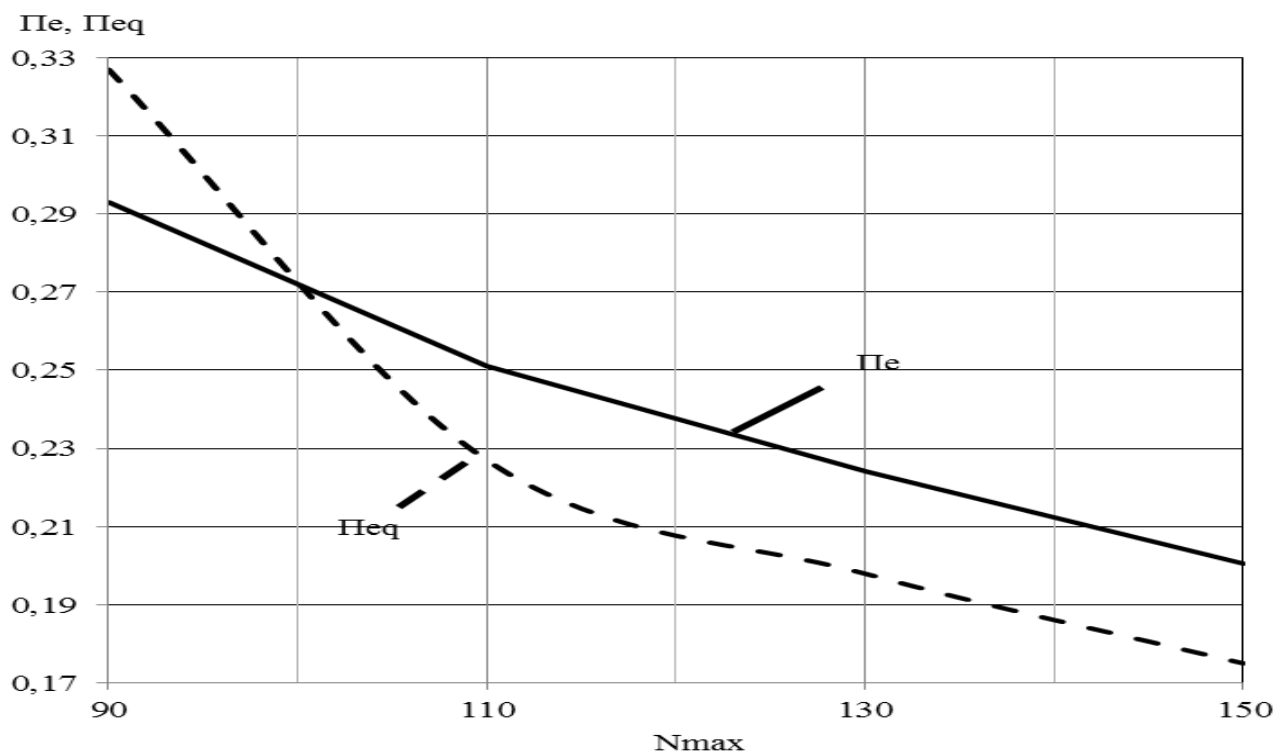


Рисунок 3.5 – Графіки залежності показників енергетичної ефективності P_e та P_{eq} автомобіля Mercedes-Benz Viano від максимальної потужності двигуна N_m (кВт)

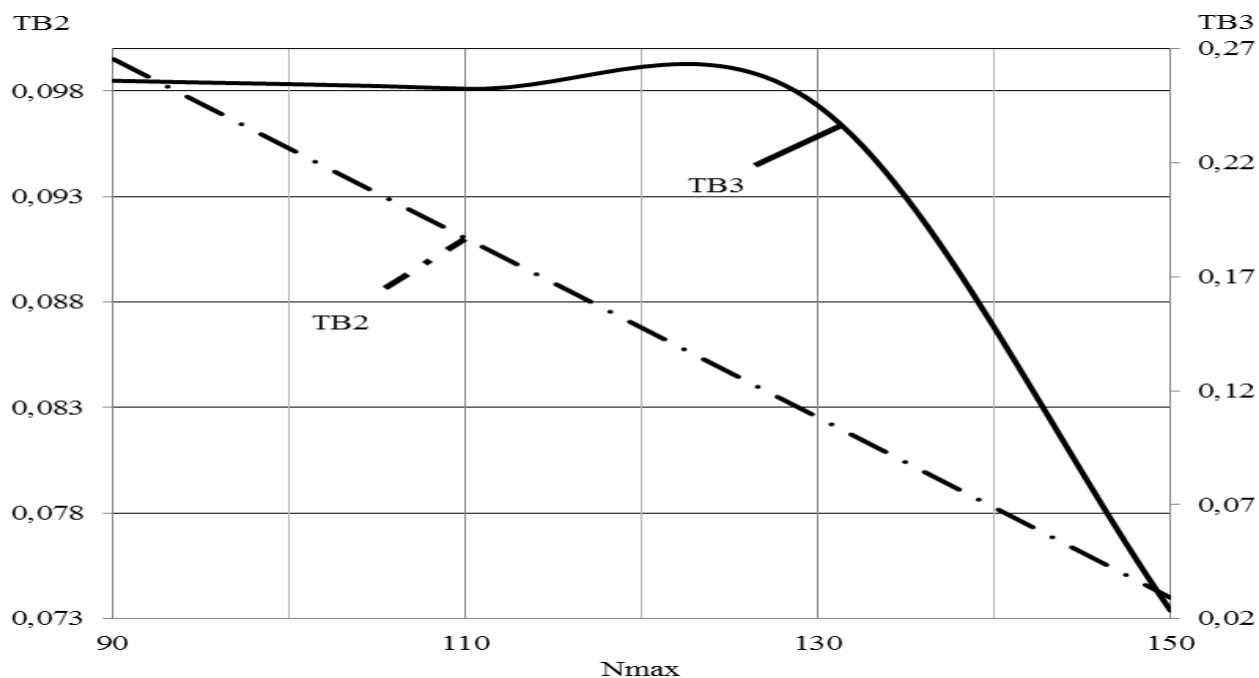


Рисунок 3.6 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB2 (друга передача КП) та TB3(третя передача КП) автомобіля Mercedes-Benz Viano від максимальної потужності двигуна N_m (кВт)

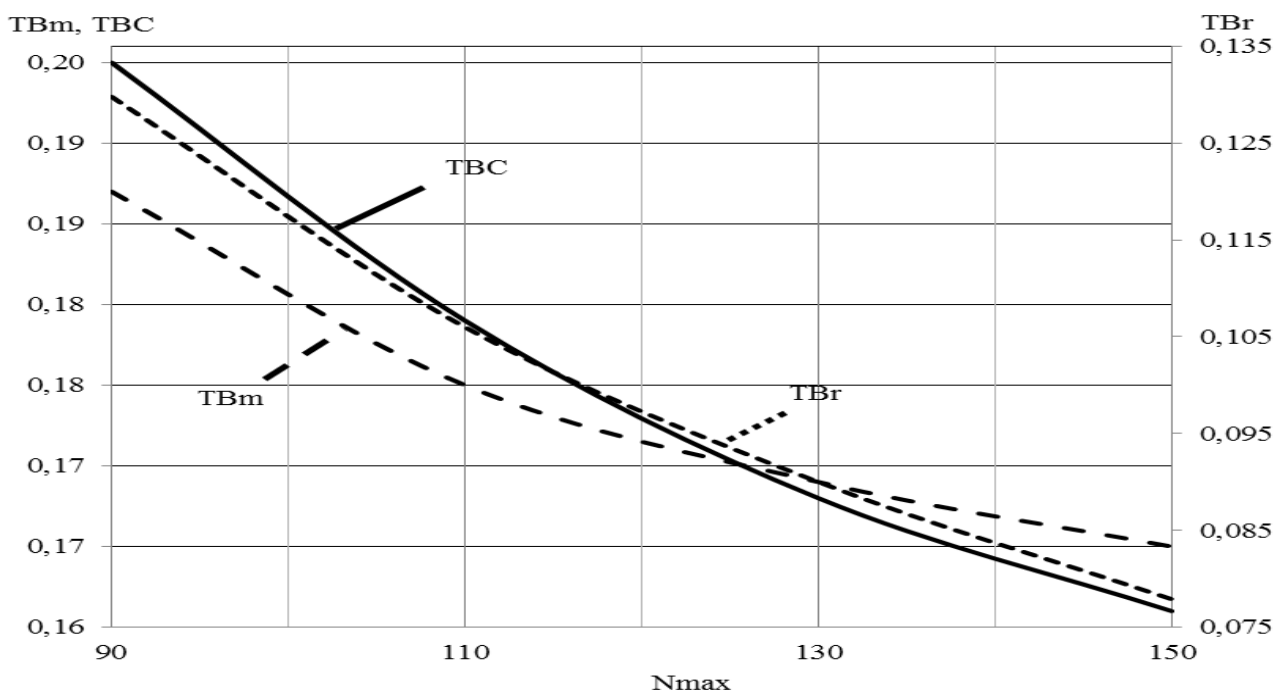


Рисунок 3.7 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB_r (при 3 м/с), TB_m (при 14 м/с) та TBC (тестової операції) автомобіля Mercedes-Benz Viano від максимальної потужності двигуна N_m (кВт)

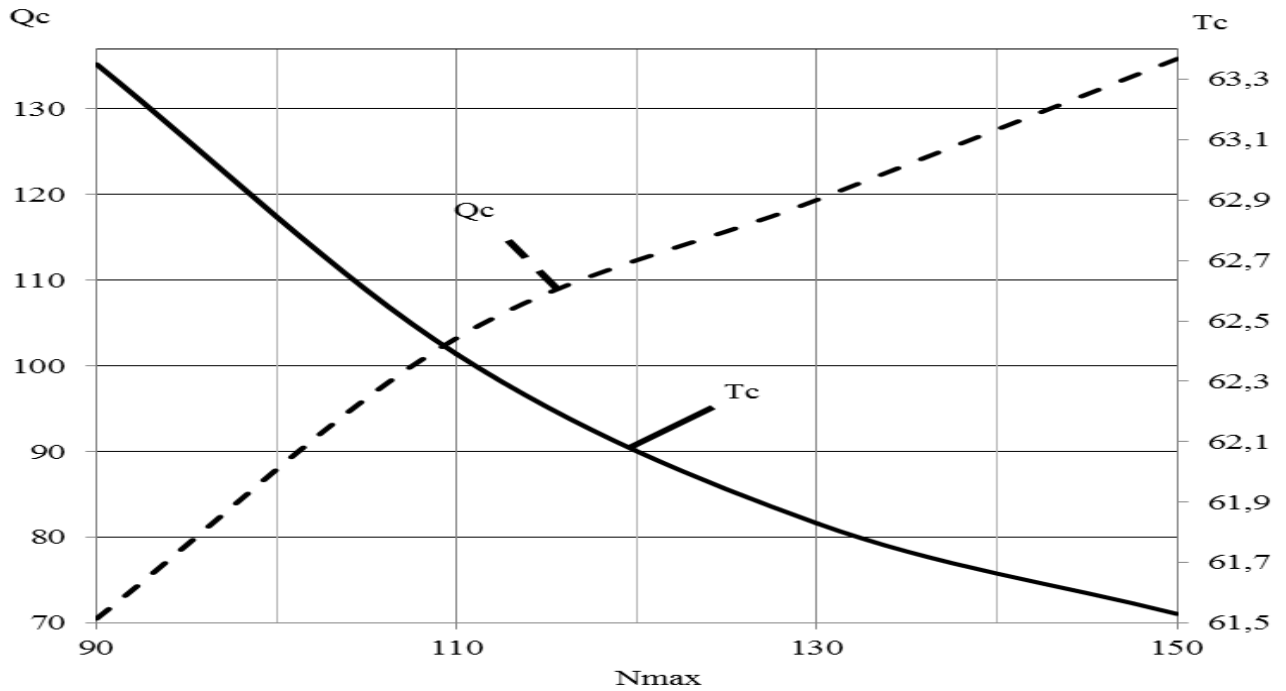


Рисунок 3.8 – Графік залежності показників витрати палива Q_c (гр.) та загального часу руху T_c (сек.) автомобіля Mercedes-Benz Viano від максимальної потужності двигуна N_m (кВт).

Підвищення потужності двигуна N_m на 67% одночасно здійснює вплив на середню швидкість АМВ в операції (коефіцієнт K_{vc} (рис. 3.4) зростає на 2%) і, разом з тим, зменшує загальний час циклу (T_c) на 3% (рис. 3.8). В результаті такого впливу графічна залежність показника енергетичної ефективності Π_{ep} (рис. 3.5) від потужності весь час зменшується. При чому, зменшення N_m призводить до більш інтенсивного збільшення значень Π_{ep} , ніж збільшення.

Залежність показників технологічного впливу від величини потужності двигуна представлено на рис. 3.6 – 3.7. TB_2 , TB_3 – це значення показника енергетичної результативності технологічного впливу на відповідній передачі. Чим вище передача, тим більшим є вплив величини N_m на приріст значення показника технологічного впливу TB . Криві TB_r і TB_m характеризують рівномірний рух АМВ при швидкостях $V_r = 3$ м/с, $V_m = 14$ м/с. Найбільший вплив величина N_m здійснює на значення TB при русі з максимальною швидкістю V_m . Крім того, при збільшенні N_m середньозважене значення TBC зменшується.

Аналіз впливу передаточного числа головної передачі

Конструкція трансмісії залежить від типу автомобіля, його призначення та взаємного розташування двигуна і ведучих коліс. Характер зміни передачі крутного моменту розрізняється в різних типах трансмісій. Трансмісія та її технічний стан значно впливають на експлуатаційні властивості автомобіля малої вантажопідйомності. Так, при погіршенні технічного стану механізмів трансмісії та порушенні регулювання в щепленні, головній передачі та диференціалі підвищується опір руху АМВ та погіршуються тягово-швидкісні характеристики, прохідність, екологічність автомобіля, знижується паливна економічність.

Параметрична новизна трансмісії визначається варіюванням значень головної передачі U_0 та коробки передач, а також кількості передач [122]. Так, автомобіль малої вантажопідйомності Mercedes-Benz Viano комплектуються однією з чотирьох варіантів коробок передач [117], які характеризуються різною кількістю передач і передаточним відношенням головної передачі. Величина U_0 впливає на максимальну швидкість руху АМВ. Чим більше число передач в коробці, тим краще використовується потужність двигуна, покращуються тягово-швидкісні якості АМВ та паливна економічність. Однак при цьому ускладнюється конструкція коробки передач та вибір передачі, оптимальної для даних умов руху [56-58]. Крім того, при зростанні значення кількості передач підвищується ціна коробки передач [85, 122]. Останнім часом все більше пропонуються конструкції коробок передач, в яких переключення передач автоматизовано на основі застосування мікропроцесорної техніки. Зменшення передаточного числа головної передачі (за умови достатності потужності двигуна) забезпечує зниження витрати палива [92].

Результати аналізу впливу зміни передаточного числа головної передачі U_0 на показники функціональної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ наведено в табл. 3.4. На рис. 3.9–3.14 представлено результати математичного моделювання роботи автомобіля малої

вантажопідйомності при різних значеннях передаточного числа головної передачі U_o .

Таблиця 3.4 – Значення показників функціональної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ при зміні передаточного числа головної передачі U_o

U_o	K_{ec}	K_{eq}	K_{vc}	K_{in}	Π_{ep}	Π_{epq}	TBr	TBC	TBm
3	1,14	1,11	1,02	0,23	0,09	0,76	0,06	0,12	0,14
3,727	4,14	4,06	1,02	0,38	0,25	0,23	0,11	0,18	0,18
4,4	4,21	4,14	1,02	0,39	0,25	0,26	0,10	0,23	0,18
5,1	4,32	4,26	1,01	0,39	0,24	0,22	0,09	0,22	0,18

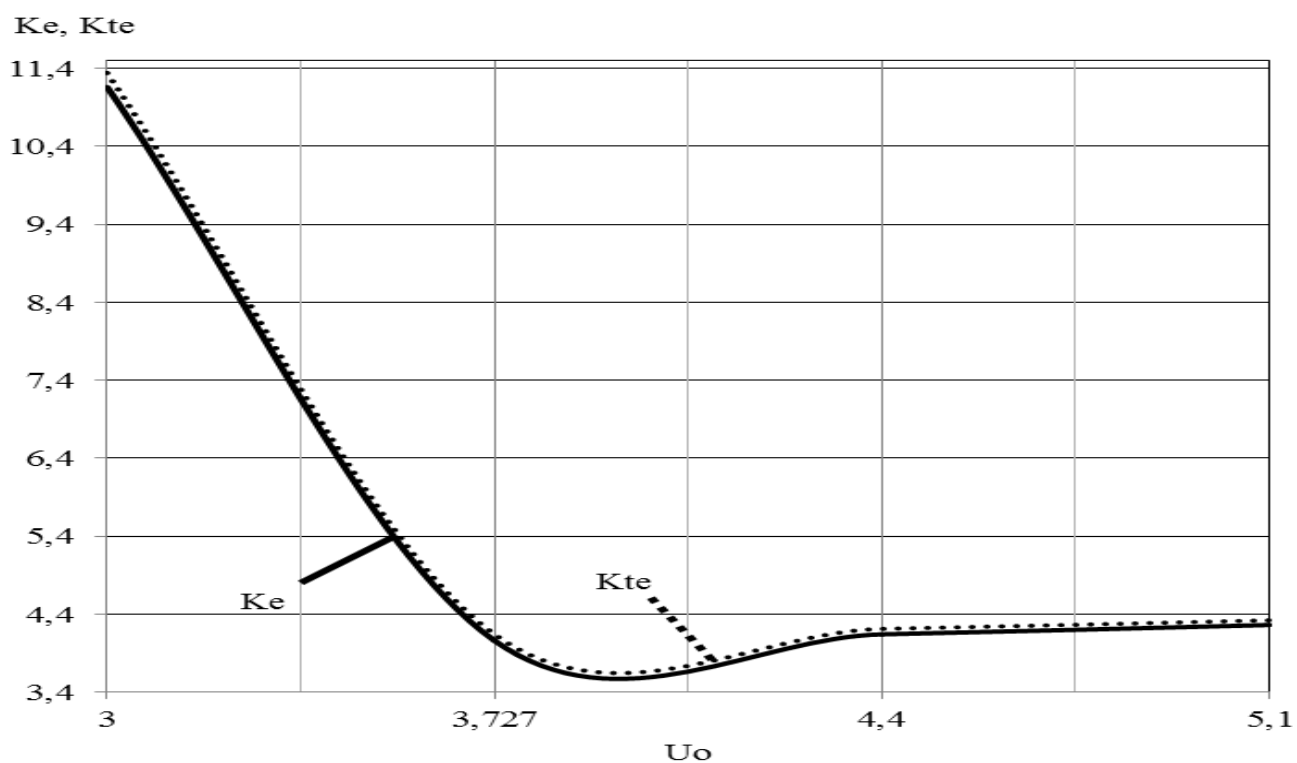


Рисунок 3.9 – Графік залежності показників енергетичної витратності K_e та K_{te} автомобіля Mercedes-Benz Viano від передаточного числа головної передачі U_o

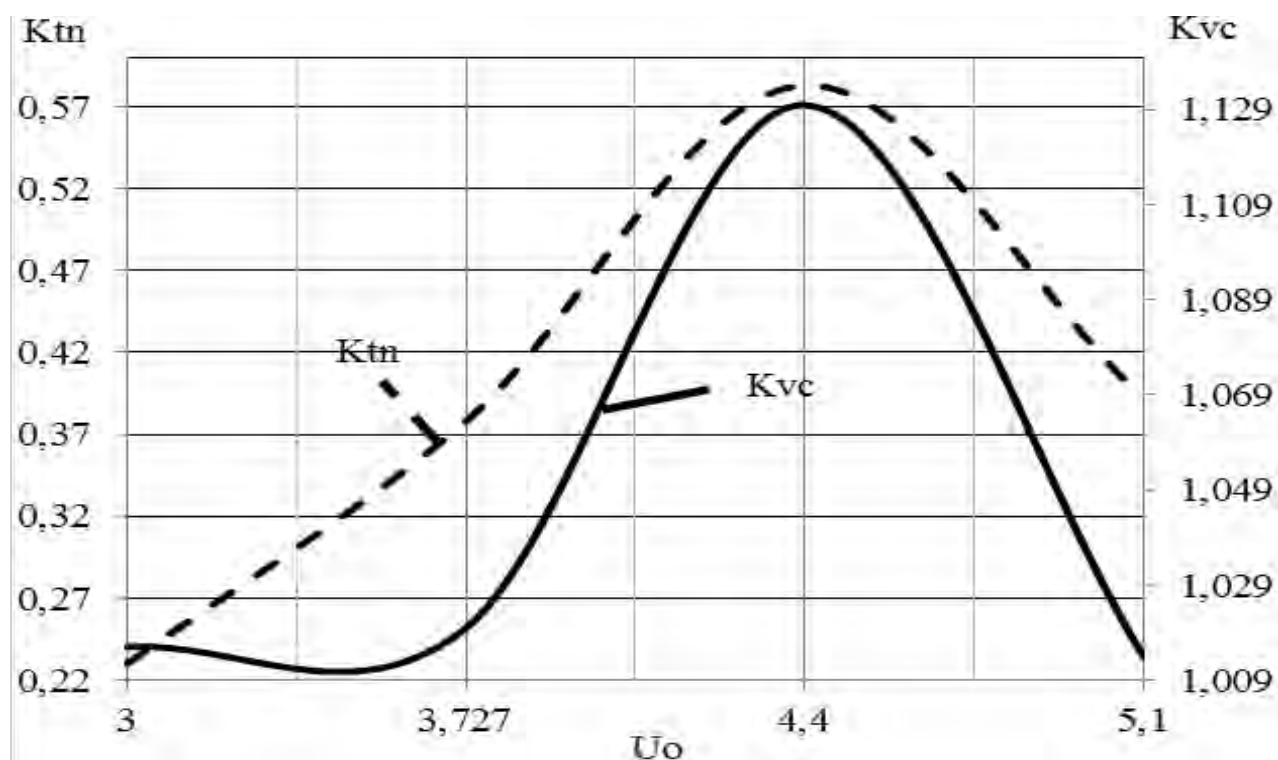


Рисунок 3.10 – Графік залежності коефіцієнтів швидкості K_{vc} та долі несталого руху K_{tn} автомобіля Mercedes-Benz Viano від передаточного числа головної передачі U_o

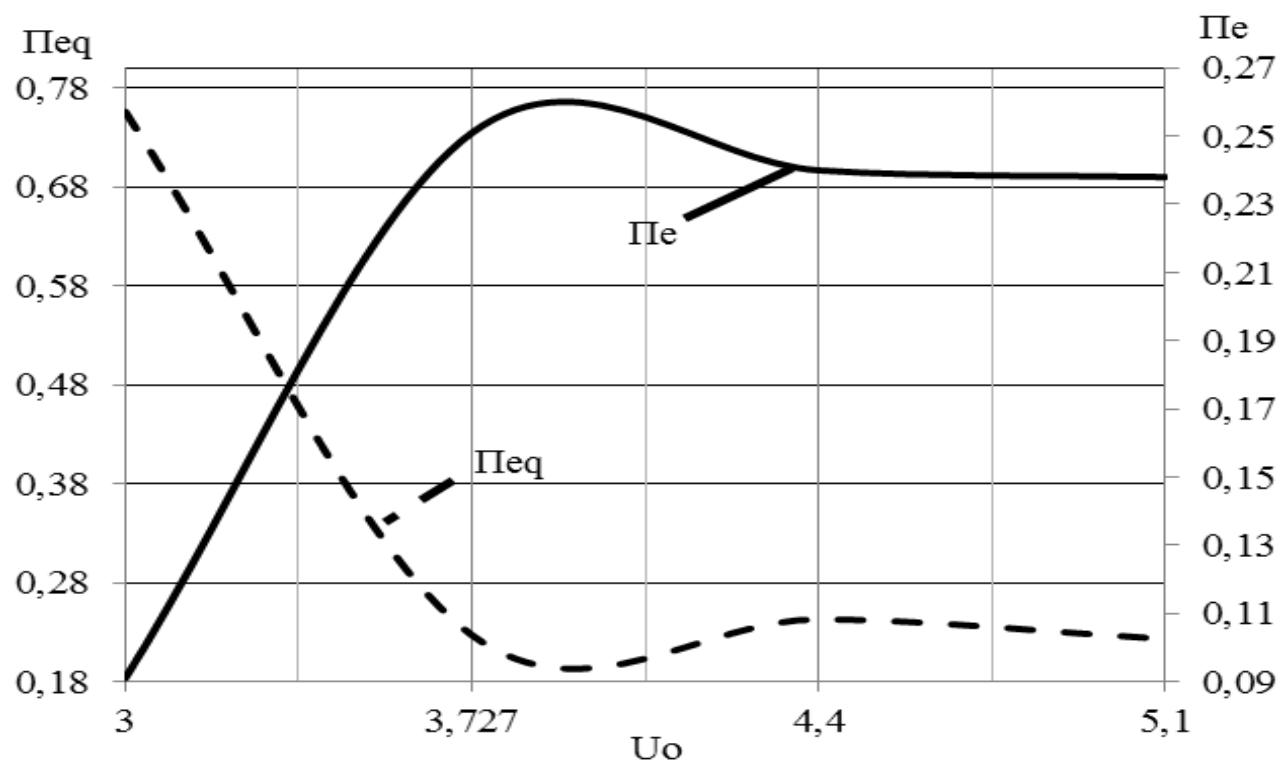


Рисунок 3.11 – Графіки залежності показників енергетичної ефективності P_e та P_{eq} автомобіля Mercedes-Benz Viano від передаточного числа головної передачі U_o

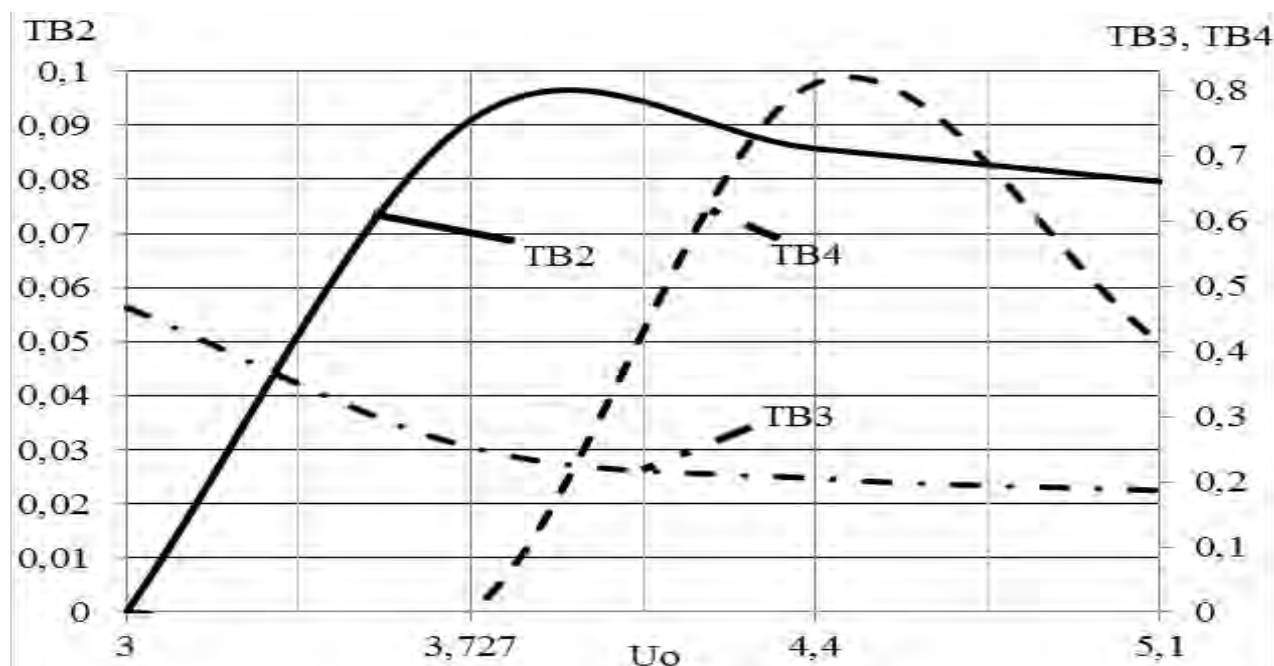


Рисунок 3.12 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB2 (друга передача КП), TB3(третя передача КП) та TB4 (четверта передача КП) автомобіля Mercedes-Benz Viano від передаточного числа головної передачі U_o

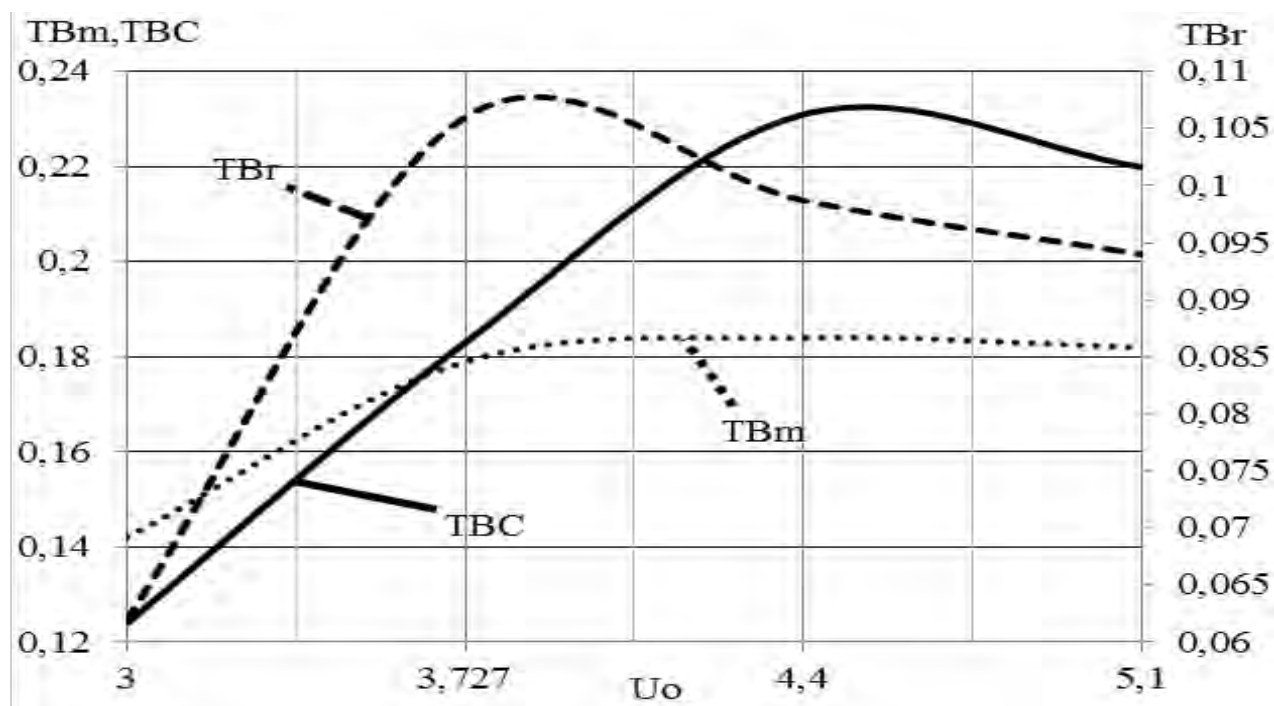


Рисунок 3.13 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB_r (при 3 м/с), TB_m (при 14 м/с) та TBC (тестової операції) автомобіля Mercedes-Benz Viano від передаточного числа головної передачі U_o

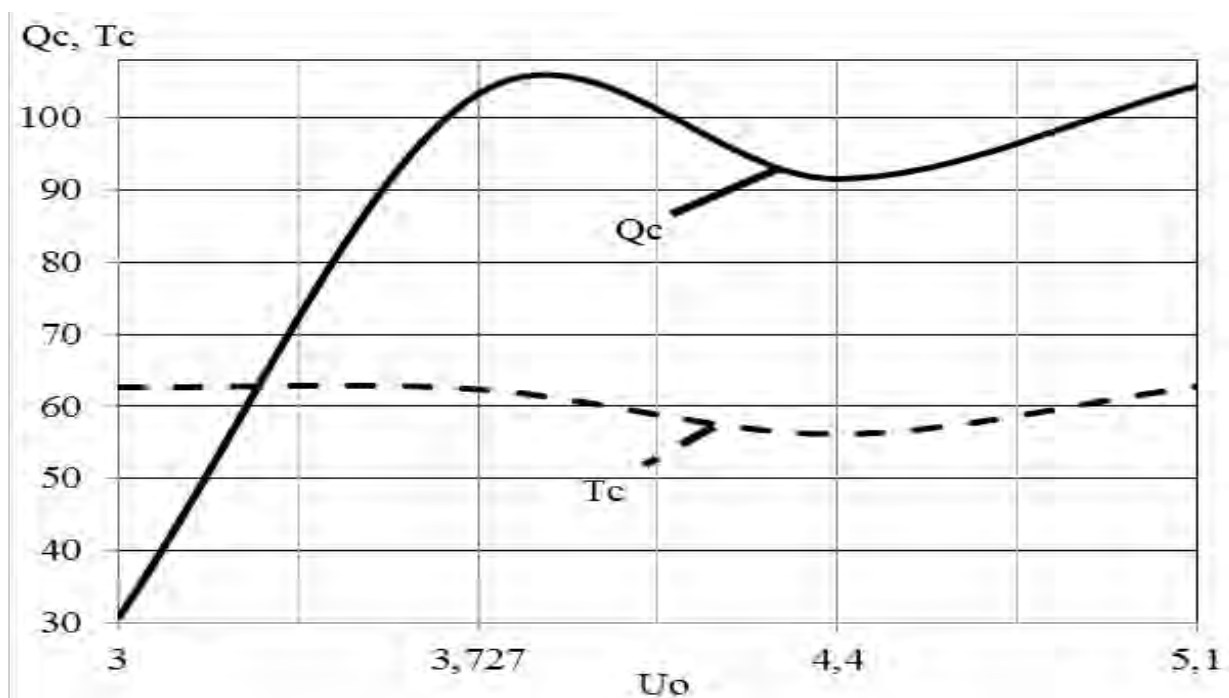


Рисунок 3.14 – Графік залежності показників витрати палива Q_c (гр.) та загального часу руху T_c (сек.) автомобіля Mercedes-Benz Viano від передаточного числа головної передачі U_o

З графіка (рис. 3.10) видно, що вплив передаточного числа головної передачі U_o на енергетичний показник швидкості K_{vc} має екстремальний характер з його максимальним значенням при $U_o = 4,4$.

при $> 3,727$ значення енергетичного показники швидкості K_{vc} зменшується.

З рис. 3.11 видно, що при $U_o > 3$ значення показника енергетичної ефективності Π_{eq} та енергетичного показника пробігу K_e зменшується і вже при $U_o > 3,727$ майже не змінюється, а енергетичний показник часу K_{tn} збільшується в межах від 3 до 4,4 (рис. 3.9–3.10).

При зменшенні передаточного числа відбувається збільшення показника технологічного впливу (рис. 3.13) в межах від 3 до 4,4. Чим вище передача, тим більшим є вплив величини U_o на приріст значення показника технологічного впливу TB . Найбільший вплив величина U_o здійснює на значення TB при $U_o = 4,4$.

Аналіз впливу радіусу колеса

Оскільки зараз на світовому ринку автомобілів існує тенденція до зменшення радіусу колеса [42], тому досліджується вплив зміни цього конструктивного параметра на показники енергетичної ефективності та результативності технологічних впливів. Отримані дані наведено в табл. 3.5, графіки залежності цих показників від радіусу колеса представлено на рис. 3.15–3.19.

Таблиця 3.5 – Значення показників функціональної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ при зміні радіусу колеса r

$r, \text{ м}$	K_{ec}	K_{eq}	K_{vc}	K_{tn}	Π_{ep}	Π_{epq}	TBr	TBC	TBm
0,3	4,39	4,28	1,025	0,337	0,239	0,159	0,1	0,169	0,168
0,35	4,14	4,06	1,02	0,378	0,251	0,227	0,106	0,183	0,179
0,4	1,55	1,54	1	0,067	-0,665	0,238	0,068	-0,326	0,143

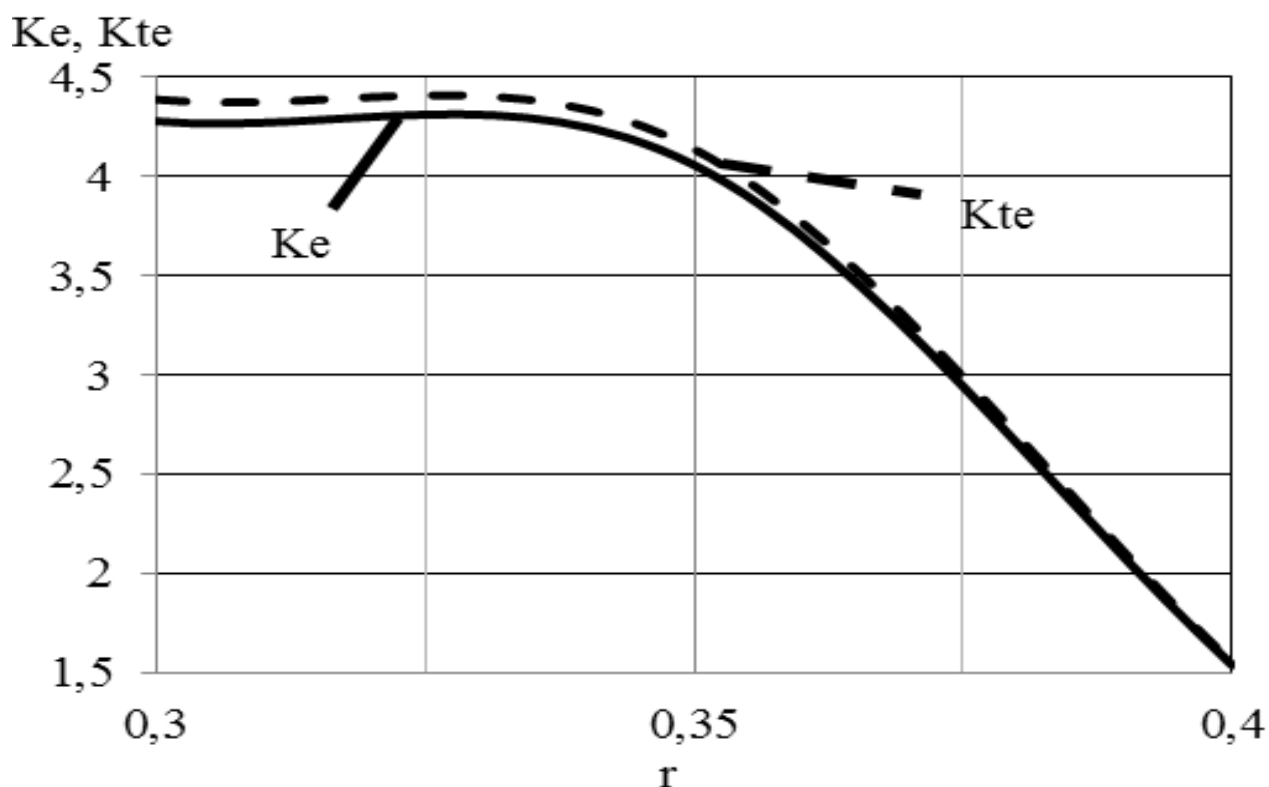


Рисунок 3.15 – Графік залежності показників енергетичної витратності K_e та K_{te} автомобіля Mercedes-Benz Viano від радіуса колеса r (м)

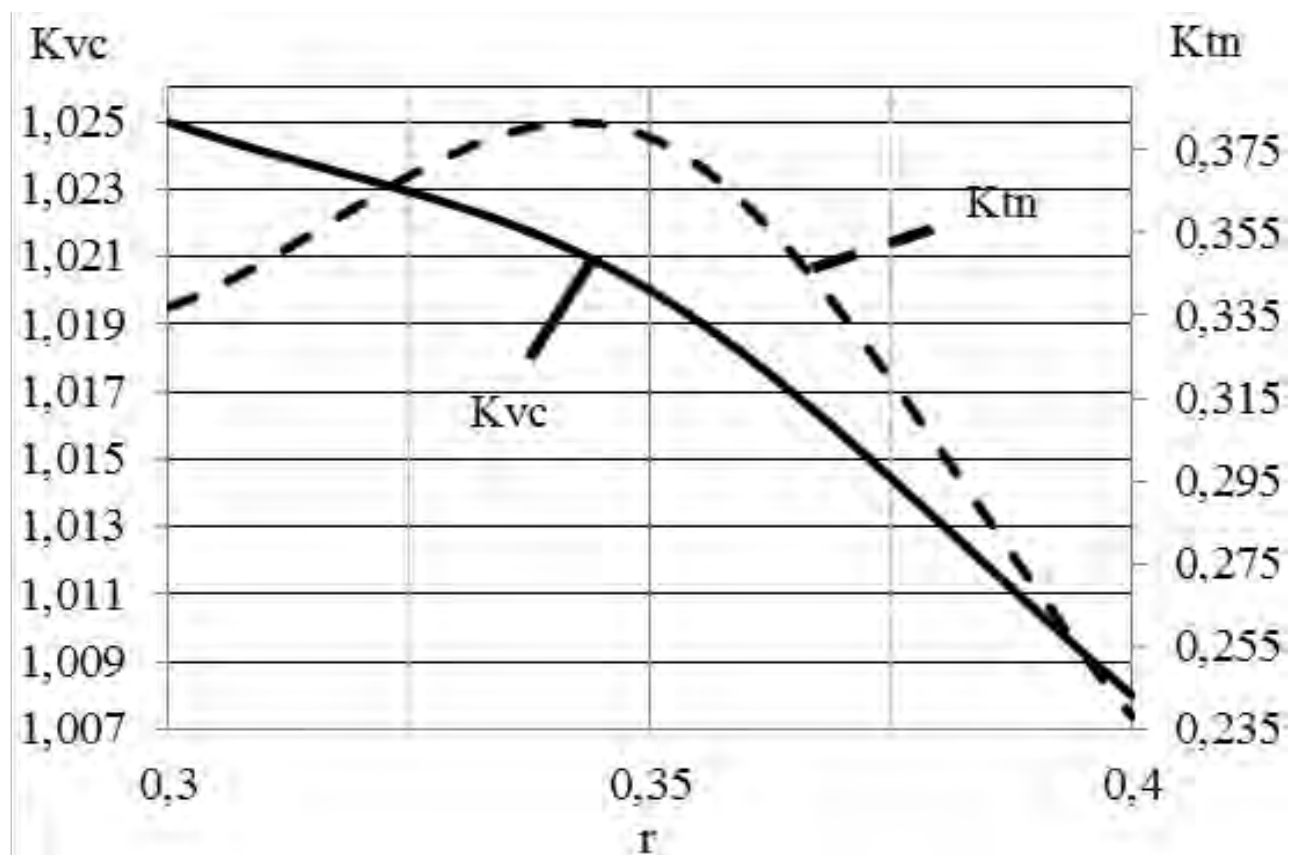


Рисунок 3.16 – Графік залежності коефіцієнтів швидкості K_{vc} та долі несталого руху K_{tn} автомобіля Mercedes-Benz Viano від радіуса колеса r (м)

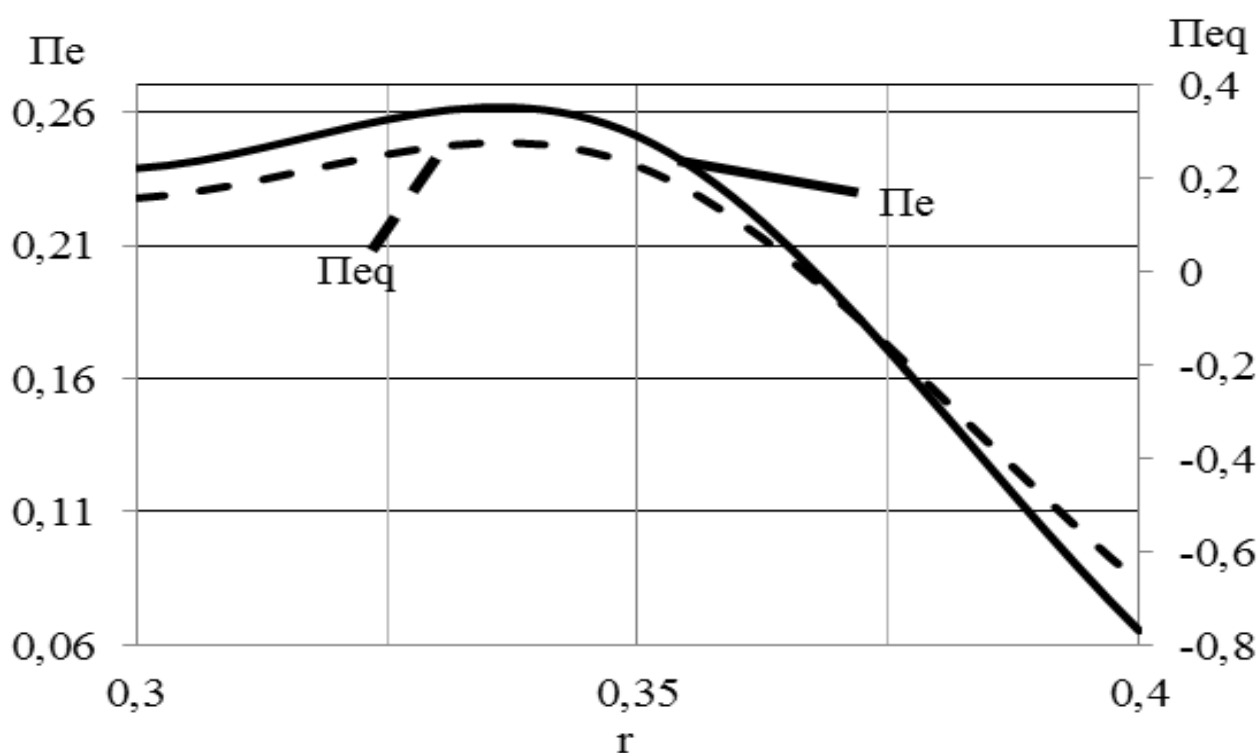


Рисунок 3.17 – Графіки залежності показників енергетичної ефективності Π_e та Π_{eq} автомобіля Mercedes-Benz Viano від радіуса колеса r (м)

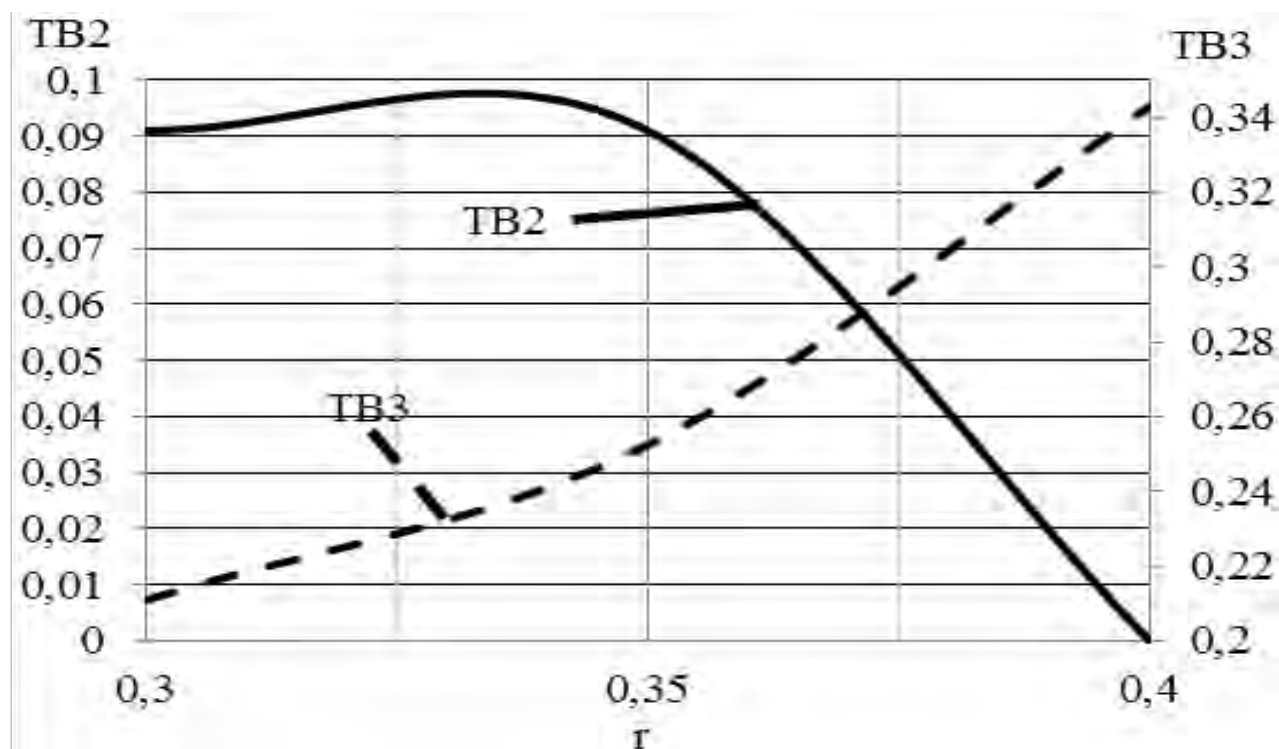


Рисунок 3.18 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB_2 (друга передача КП) та TB_3 (третя передача КП) автомобіля Mercedes-Benz Viano від радіуса колеса r (м)

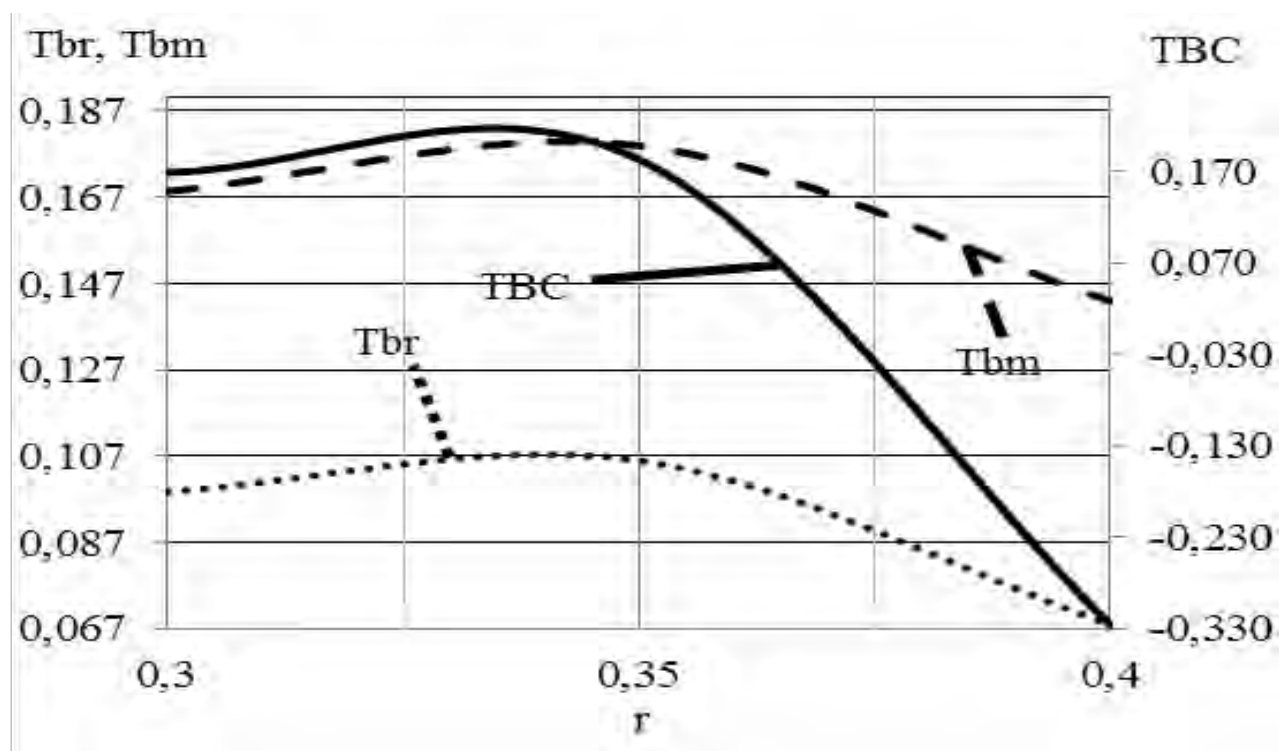


Рисунок 3.19 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB_r (при 3 м/с), TB_m (при 14 м/с) та TBC (тестової операції) автомобіля Mercedes-Benz Viano від радіуса колеса r (м)

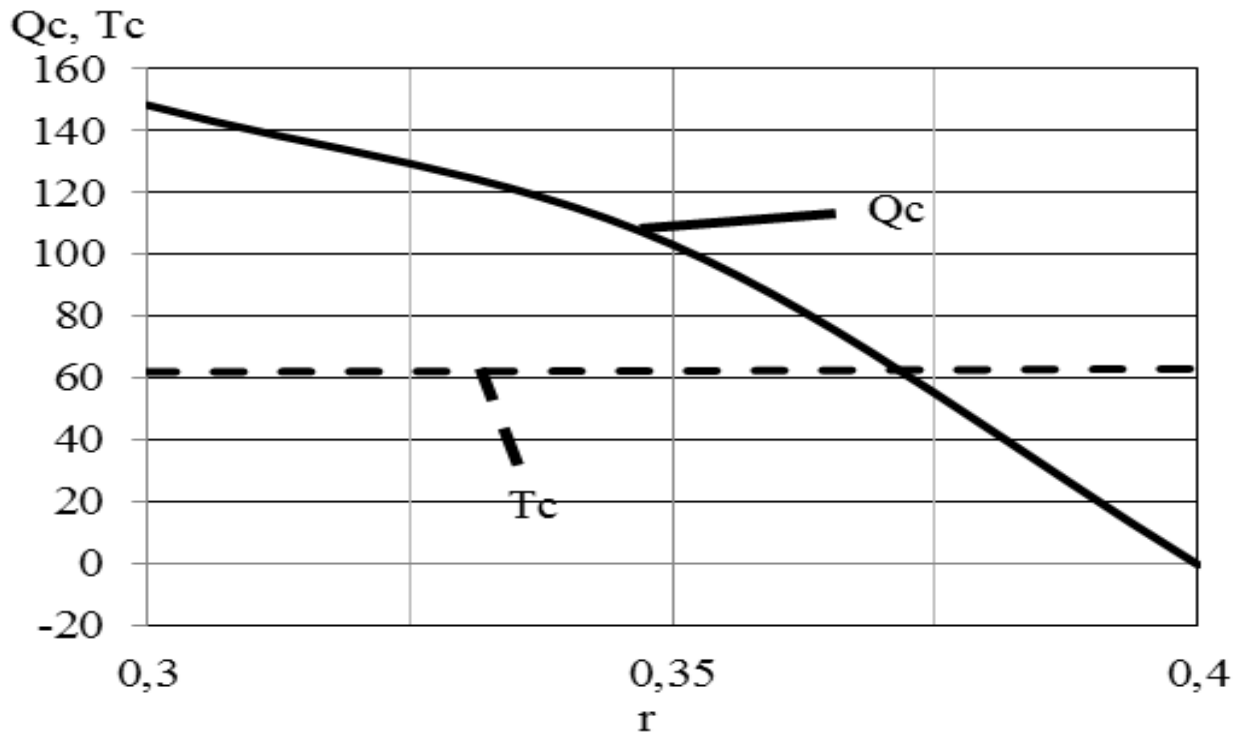


Рисунок 3.20 – Графік залежності показників витрати палива Q_c (гр.) та загального часу руху T_c (сек.) автомобіля Mercedes-Benz Viano від радіуса колеса r (м)

Аналіз графіків показує, що при збільшенні радіусу колеса r енергетичні показник пробігу K_{ec} зменшується так само як і показник швидкості K_{vc} , (рис. 3.15 і 3.16). Показники енергетичної Π_{ep} і паливної ефективності Π_{epq} дещо зростає в межах r від 0,3 до 0,35 м, а при $r > 0,35$ м – стрімко зменшується.

Для даної операційної карти розгін здійснюється при використанні двох передач, для кожної з яких маємо відповідні значення $TB2$, $TB3$. З рис. 3.19 видно, що при $r > 0,35$ м відбувається зменшення показника технологічного впливу. Криві TBr і TBm приймають максимальне значення в базовому розмірі радіусу колеса, це свідчить про те, що зміни значення цього параметра не потрібні.

3.3.2 Аналіз впливу умов перевезень на транспортну енергетичну ефективність

Аналіз впливу приросту швидкості руху АМВ

В процесі експлуатації автомобілі малої вантажопідйомності рівномірно рухаються відносно недовгий час. Більшу частину часу АТЗ рухаються нерівномірно. Так, в умовах міста, рухомий склад рухається з постійною швидкістю 15...25% всього часу роботи, а прискорення (розгін) складає 30...45%. Розгін автомобіля в основному залежить від його здатності якомога скоріше збільшити швидкість руху.

На рис. 3.21 – 3.26 представлено результати математичного моделювання роботи АМВ при різних значеннях приросту швидкості руху в циклі ΔV . З графіка (рис. 3.21 та 3.22) видно, що при збільшенні ΔV збільшуються енергетичні показники пробігу K_{ec} та швидкості K_{vc} . Залежності $\Pi_{ep} = f(\Delta V)$ та $\Pi_{epq} = f(\Delta V)$ мають екстремальний характер, набуваючи максимуму при значеннях параметру 13 м/с відповідно. Найбільший вплив величина ΔV здійснює на значення TBr при русі на другій передачі (рис. 3.24) з максимальним значенням в точці 13 м/с. Графік залежності середньозваженого значення TBC від ΔV має лінійне зростання в межах ΔV від 11 м/с до 13 м/с.

Таблиця 3.6 – Значення показників функціональної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ при зміні приросту швидкості ΔV

ΔV , м/с	K_{ec}	K_{te}	K_{vc}	K_{tn}	Π_{ep}	Π_{epq}	TBr	TBC	TBm
11	4,06	4,14	1,02	0,378	0,251	0,227	0,106	0,183	0,179
13	4,19	4,565	1,09	0,53	0,26	0,286	0,106	0,331	0,248
15	4,78	5,4	1,13	0,69	0,237	0,251	0,106	0,441	0,554

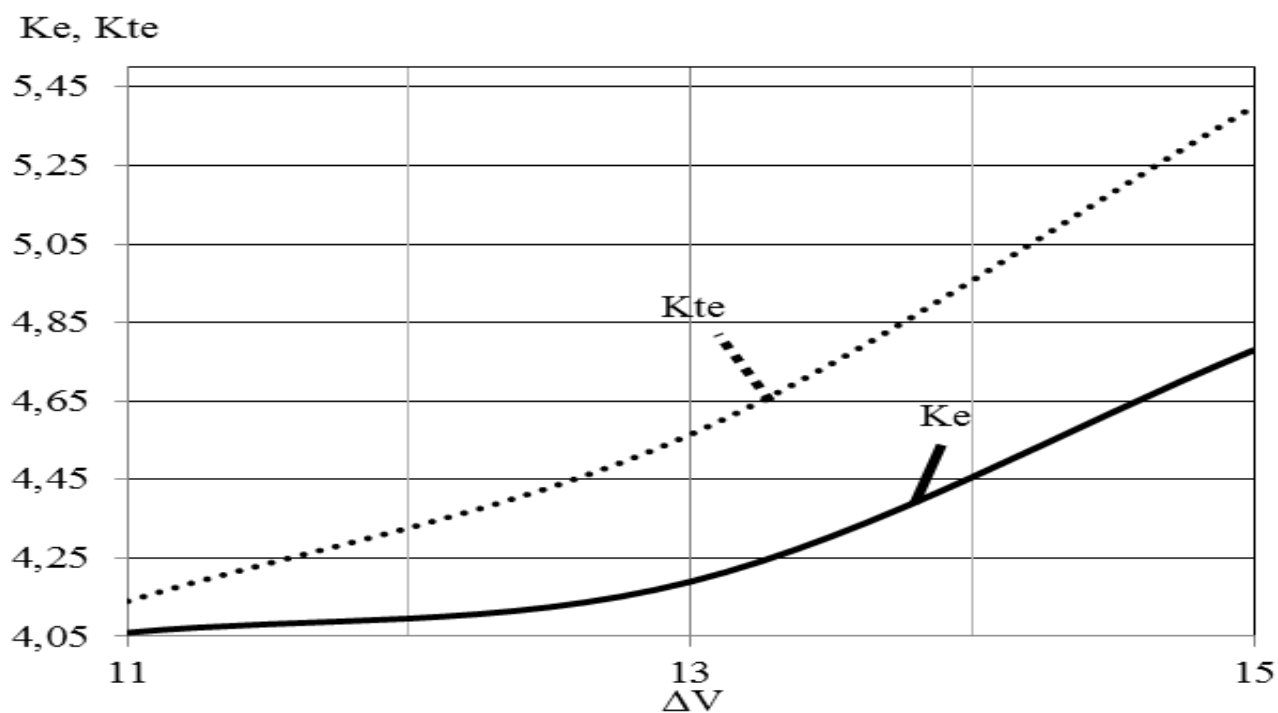


Рисунок 3.21 – Графік залежності показників енергетичної витратності K_e та K_{te} автомобіля Mercedes-Benz Viano від приросту швидкості ΔV (м/с)

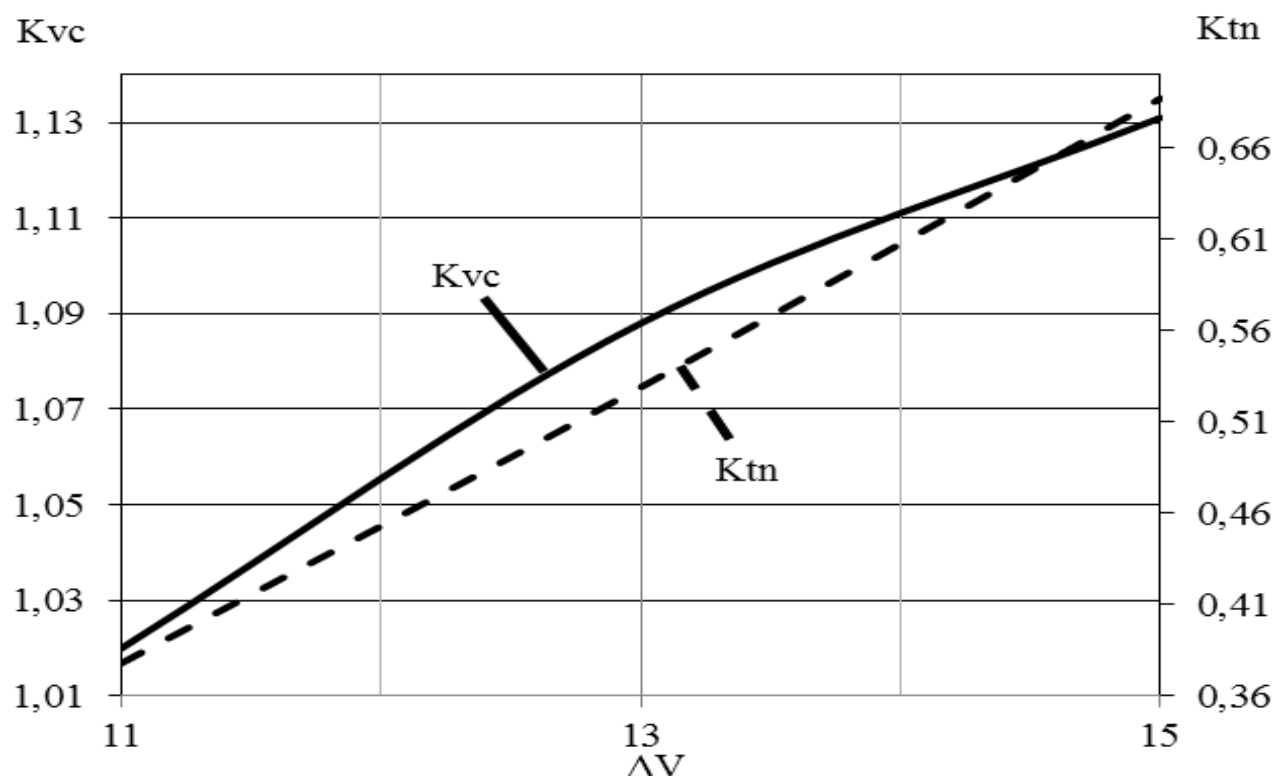


Рисунок 3.22 – Графік залежності коефіцієнтів швидкості K_{vc} та доли несталого руху K_{tn} автомобіля Mercedes-Benz Viano від приросту швидкості ΔV (м/с)

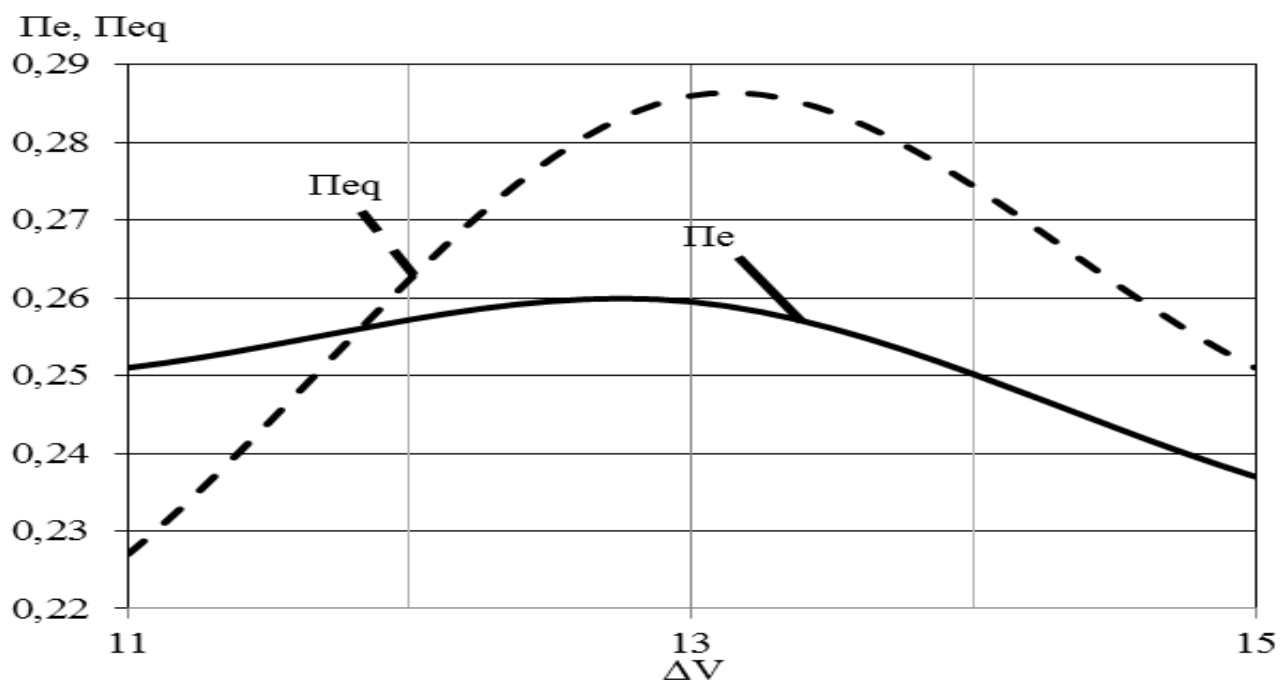


Рисунок 3.23 – Графіки залежності показників енергетичної ефективності Π_e та Π_{eq} автомобіля Mercedes-Benz Viano від приросту швидкості ΔV (м/с)

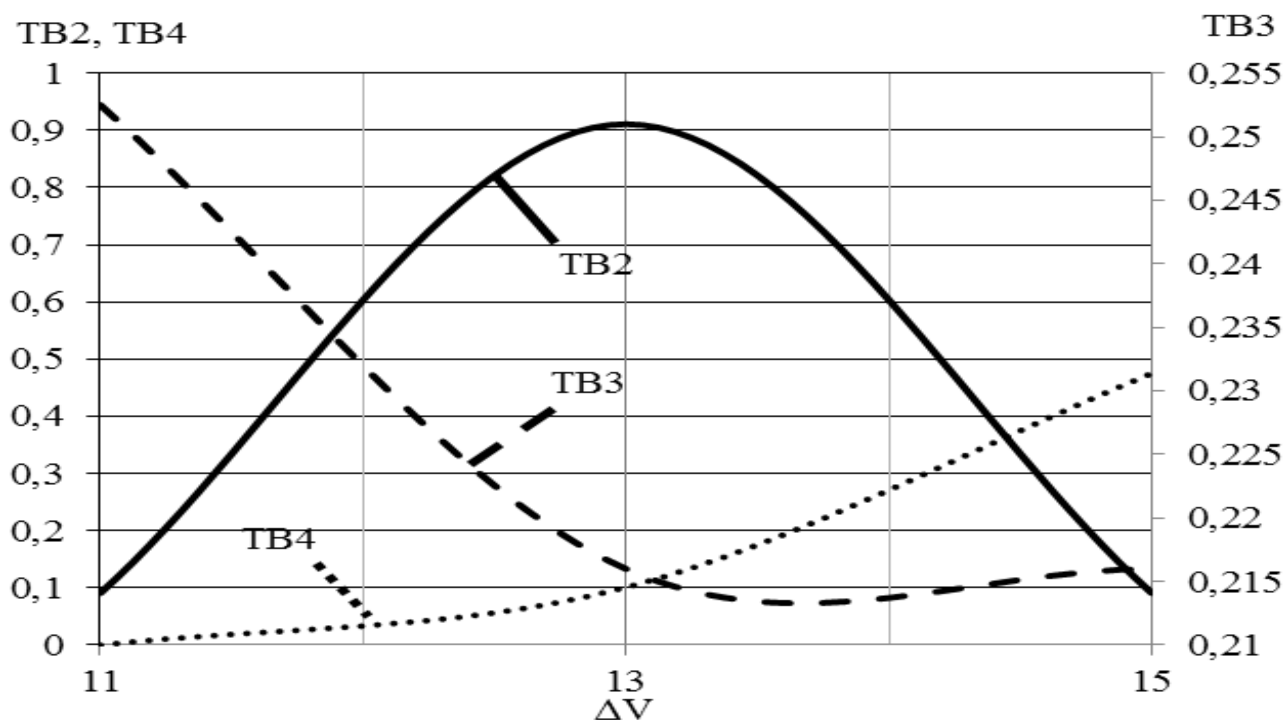


Рисунок 3.24 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB_2 (друга передача КП), TB_3 (третя передача КП) та TB_4 (четверта передача КП) автомобіля Mercedes-Benz Viano від приросту швидкості ΔV (м/с)

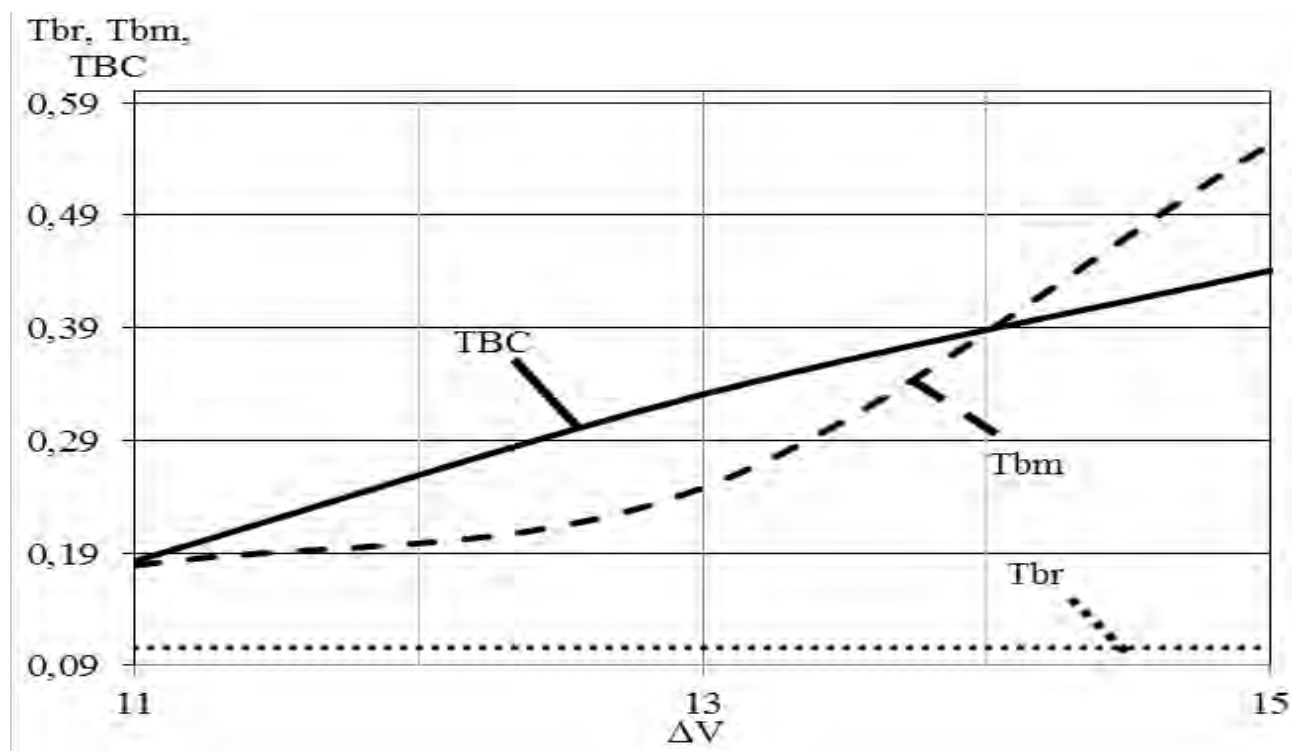


Рисунок 3.25 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB_r (при 3 м/с), TB_m (при 14 м/с) та TBC (тестової операції) автомобіля Mercedes-Benz Viano від приросту швидкості ΔV (м/с)

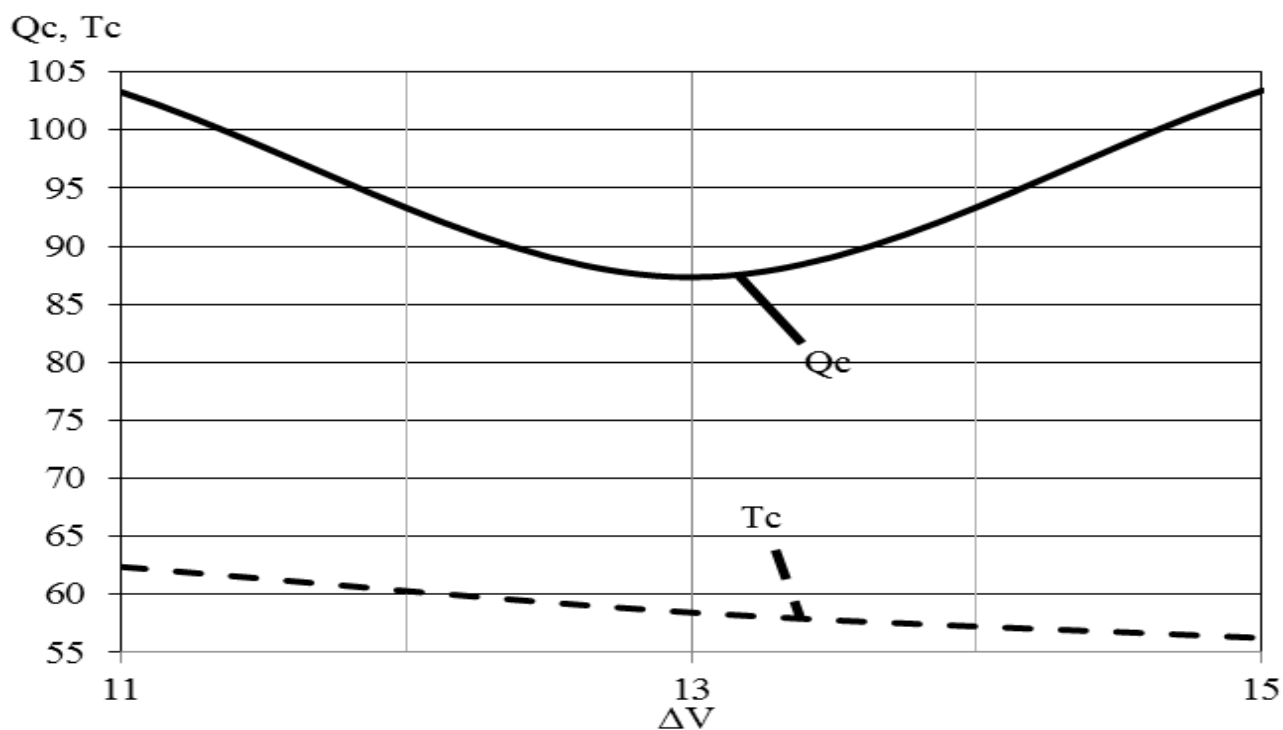


Рисунок 3.26 – Графік залежності показників витрати палива Q_c (гр.) та загального часу руху T_c (сек.) автомобіля Mercedes-Benz Viano від приросту швидкості ΔV (м/с)

Аналіз впливу довжини їздового циклу

Також було досліджено вплив зміни довжини їздового циклу на показники енергоресурсної ефективності. Діапазон зміни циклу було обрано від 400 м до 1300 м. Отримані дані по впливу наведено в табл. 3.7, графіки залежності цих змін від довжини їздового циклу представлено на рис. 3.33–3.38.

Таблиця 3.7 – Значення показників функціональної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ при зміні довжини їздового циклу $l_{пер}$

$l_{пер}, м$	K_{ec}	K_{te}	K_{vc}	K_{tn}	Π_{ep}	Π_{epq}	TBr	TBC	TBm
400	5,12	4,54	0,89	0,58	0,174	0,183	0,107	0,308	0,438
700	4,06	4,14	1,02	0,378	0,251	0,227	0,106	0,183	0,179
1000	3,629	3,937	1,09	0,28	0,299	0,252	0,107	0,13	0,113
1300	3,401	3,82	1,12	0,22	0,33	0,266	0,107	0,1	0,082

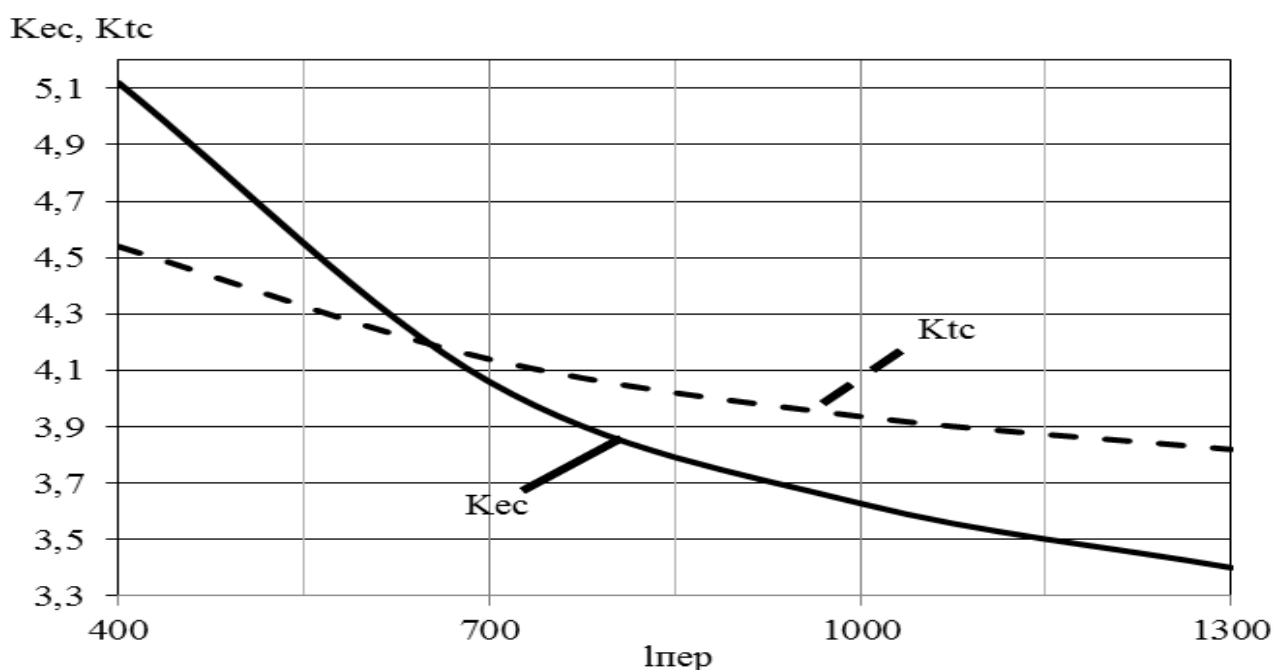


Рисунок 3.33 – Графік залежності показників енергетичної витратності K_e та K_{te} автомобіля Mercedes-Benz Viano від довжини їздового циклу $l_{пер}$ (м)

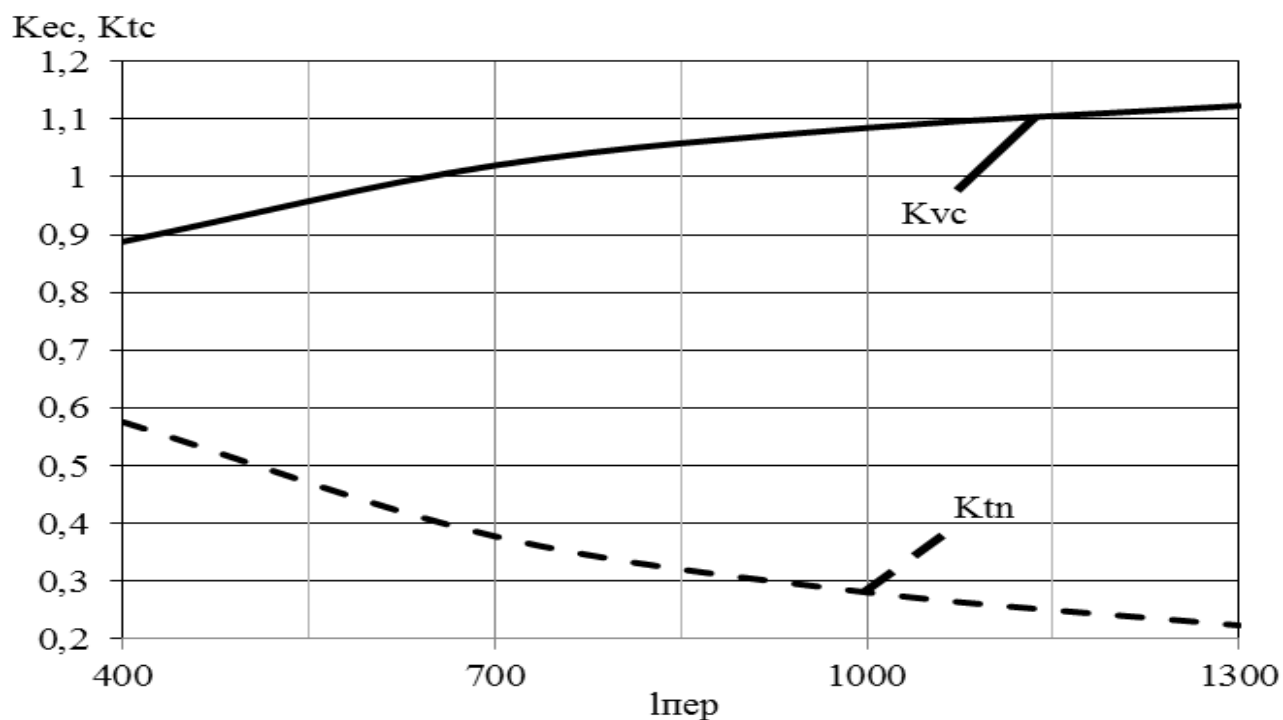


Рисунок 3.34 – Графік залежності коефіцієнтів швидкості K_{vc} та долі несталого руху K_{tn} автомобіля Mercedes-Benz Viano від довжини їздового циклу $l_{пер}$ (м)

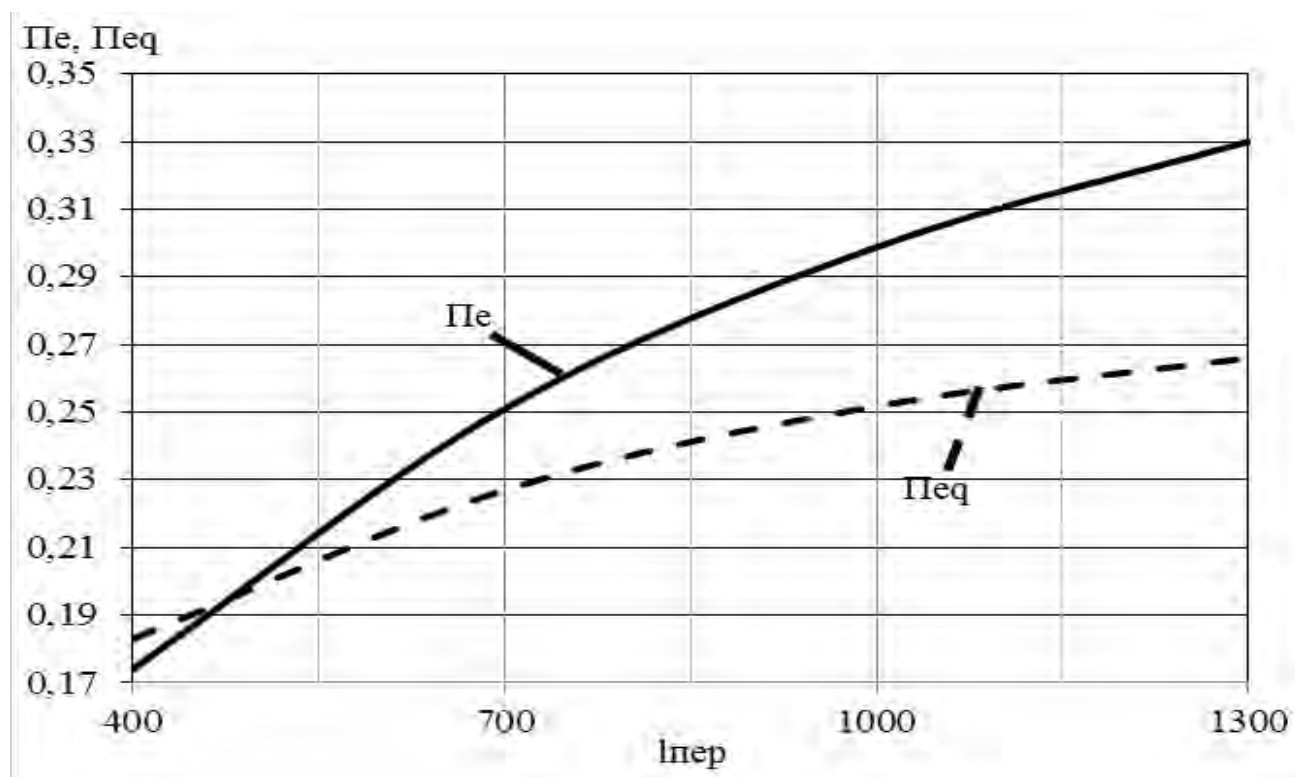


Рисунок 3.35 – Графіки залежності показників енергетичної ефективності Π_e та Π_{eq} автомобіля Mercedes-Benz Viano від довжини їздового циклу $l_{пер}$ (м)

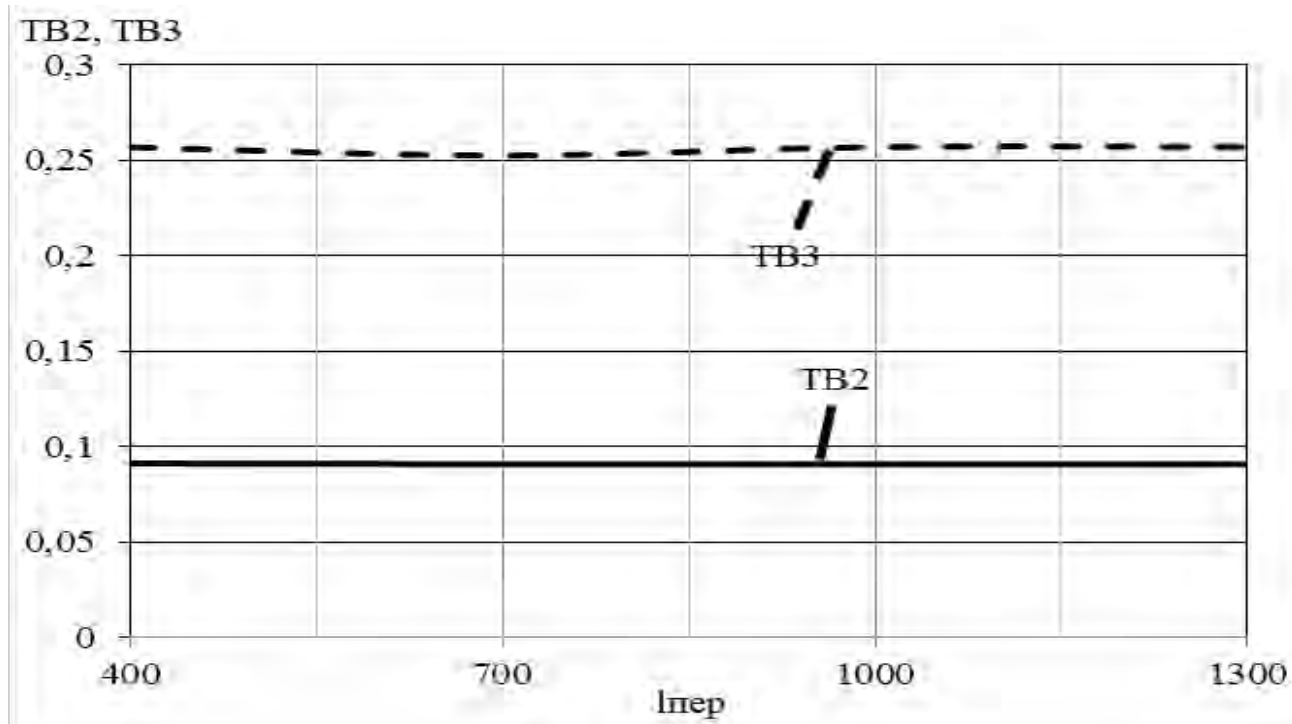


Рисунок 3.36 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB_2 (друга передача КП) та TB_3 (третя передача КП) автомобіля Mercedes-Benz Viano від довжини їздового циклу $l_{пер}$ (м)

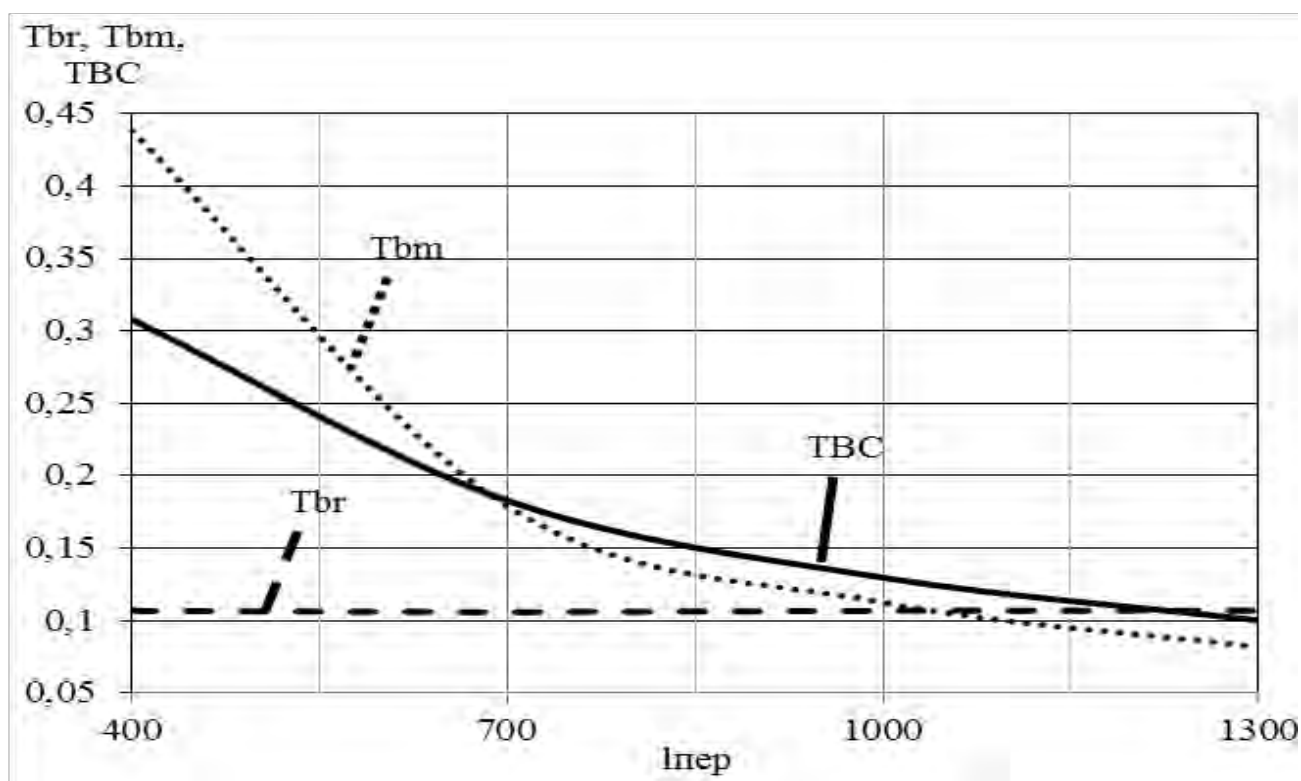


Рисунок 3.37 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB_r (при 3 м/с), TB_m (при 14 м/с) та TBC (тестової операції) автомобіля Mercedes-Benz Viano від довжини їздового циклу $l_{пер}$ (м)

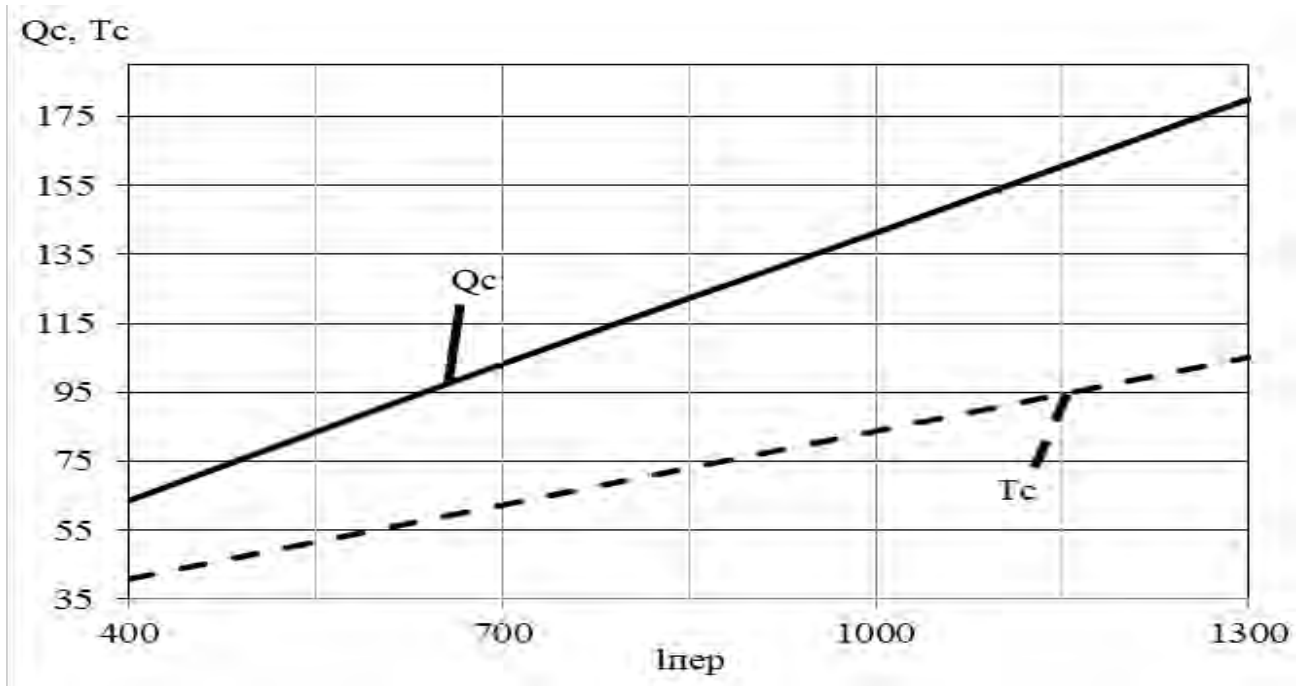


Рисунок 3.38 – – Графік залежності показників витрати палива Q_c (гр.) та загального часу руху T_c (сек.) автомобіля Mercedes-Benz Viano від довжини їздового циклу $l_{пер}$ (м)

За графіками (рис. 3.5) видно, що при збільшенні довжини їздового циклу $l_{пер}$ показники енергетичної $P_{ер}$ і паливної P_{eq} ефективності зростають, це значить, що більш ефективним буде використання автомобіля якщо відстань від початку руху до зупинки буде якомога більша.

Аналіз показників технологічних впливів вказує на те, що на початку руху автомобіля TB_r зміна довжини $l_{пер}$ ні як не впливає на результат, але при русі з постійною швидкістю TB_m і в цілому в тестовій операції TBC вони зменшуються із збільшенням відстані руху.

3.3.3 Аналіз впливу характеристик дороги

Аналіз впливу коефіцієнту опору кочення коліс

Багатьма дослідженнями встановлено, що характеристики дороги впливають на тягово-швидкісні та гальмівні властивості РС [41, 42]. В даній роботі проводяться дослідження впливу коефіцієнту опору коченню f на

показники енергетичної ефективності АТЗ. Цей коефіцієнт залежить від багатьох конструктивних та експлуатаційних факторів (таких як тип і стан покриття дороги, тип шин і тиск повітря в них, навантаження на колесо) і визначається експериментально [47, 48].

Коефіцієнт опору коченню f суттєво впливає на втрату енергії при русі АМВ (рис. 3.29). При збільшенні коефіцієнта опору коченню f енергетичний K_{ec} і часу руху K_{eq} коефіцієнти пробігу збільшуються, а значення показника енергетичної ефективності Π_{ep} зменшується. Це підтверджує, що навіть незначне зменшення коефіцієнта f призводить до суттєвої економії палива [92].

Таблиця 3.8 – Значення показників функціональної ефективності та результативності технологічного впливу АМВ при зміні коефіцієнту опору кочення коліс f

F	K_{ec}	K_{te}	K_{vc}	K_{tn}	Π_{ep}	Π_{epq}	TBr	TBC	TBm
0,012	4,06	4,14	1,02	0,378	0,251	0,227	0,106	0,183	0,179
0,02	4	4,04	1,01	0,4	0,25	0,28	0,11	0,19	0,19
0,03	4,29	4,28	1	0,45	0,24	0,25	0,11	0,19	0,2
0,04	4,79	4,7	0,98	0,51	0,2	0,2	0,11	0,19	0,22

K_{ec}, K_{tc}

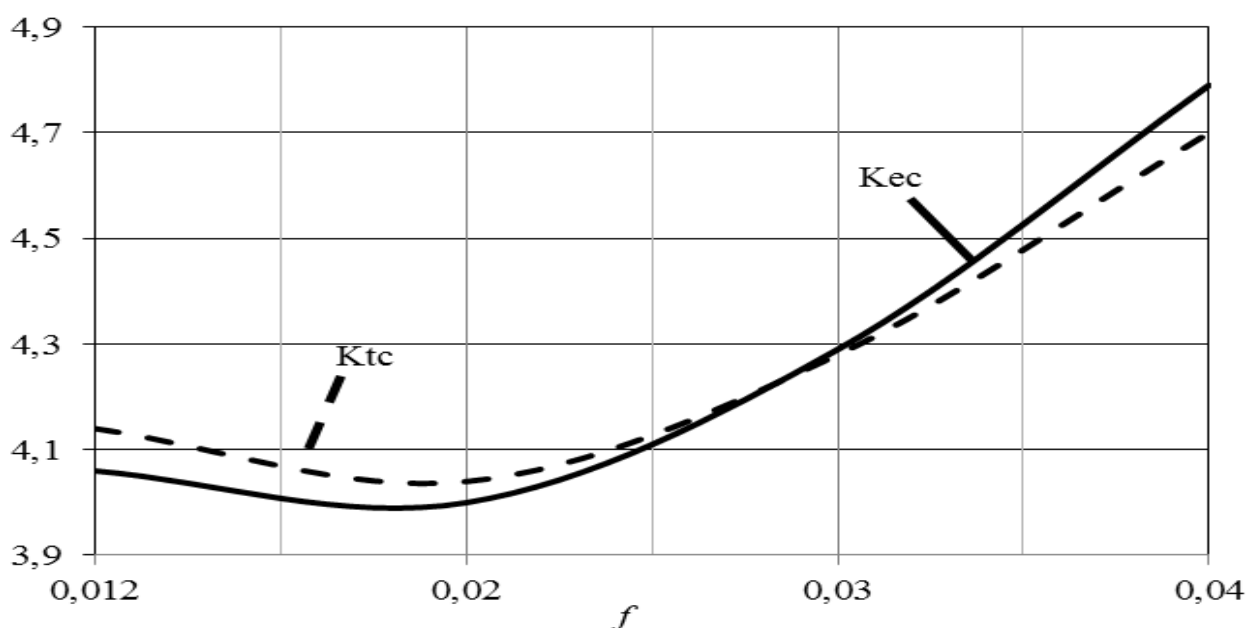


Рисунок 3.27 – Графік залежності показників енергетичної витратності K_e та K_{te} автомобіля Mercedes-Benz Viano від коефіцієнту опору кочення f коліс

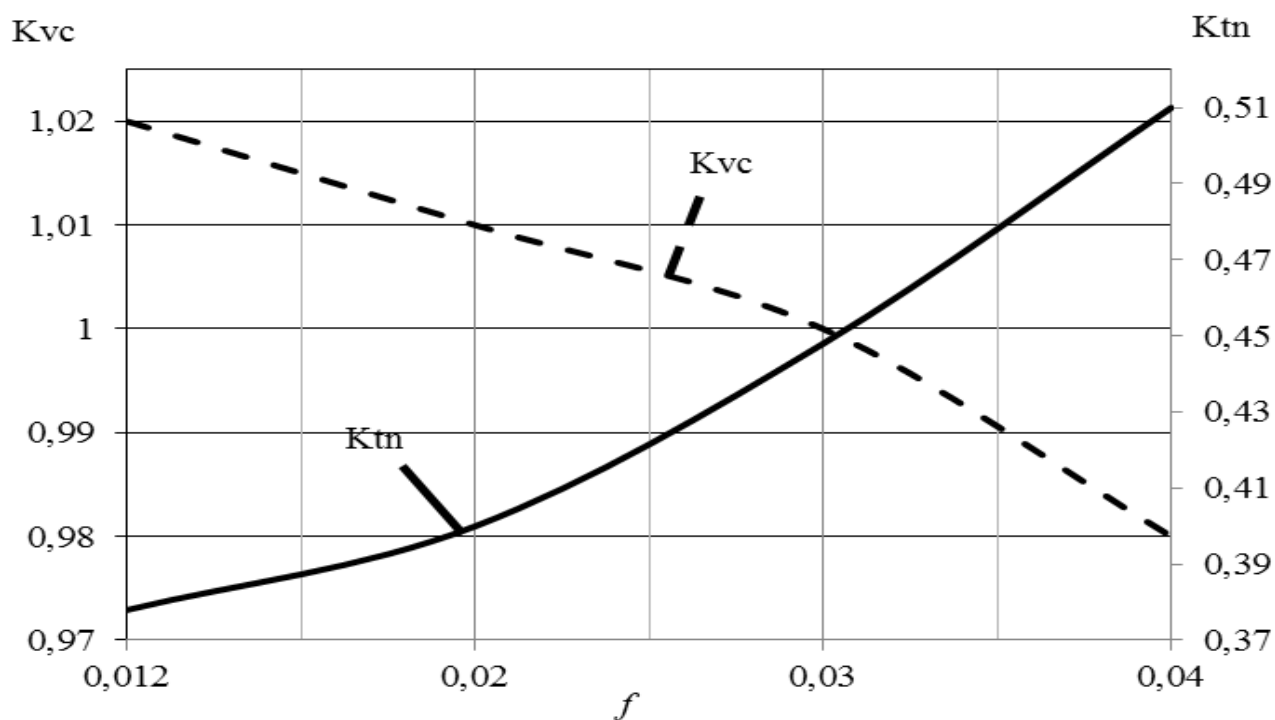


Рисунок 3.28 – Графік залежності коефіцієнтів швидкості K_{vc} та долі несталого руху K_{tn} автомобіля Mercedes-Benz Viano від коефіцієнту опору кочення f коліс

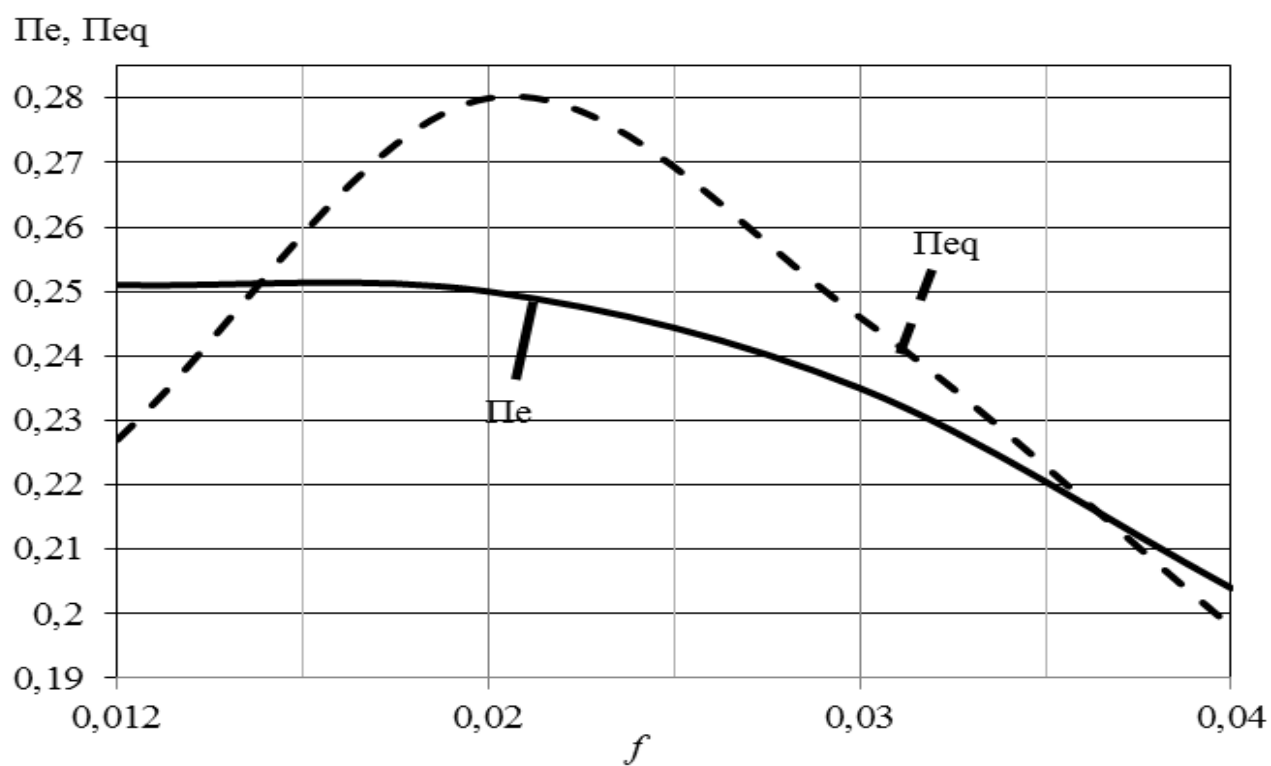


Рисунок 3.29 – Графіки залежності показників енергетичної ефективності Π_e та Π_{eq} автомобіля Mercedes-Benz Viano від коефіцієнту опору кочення f коліс

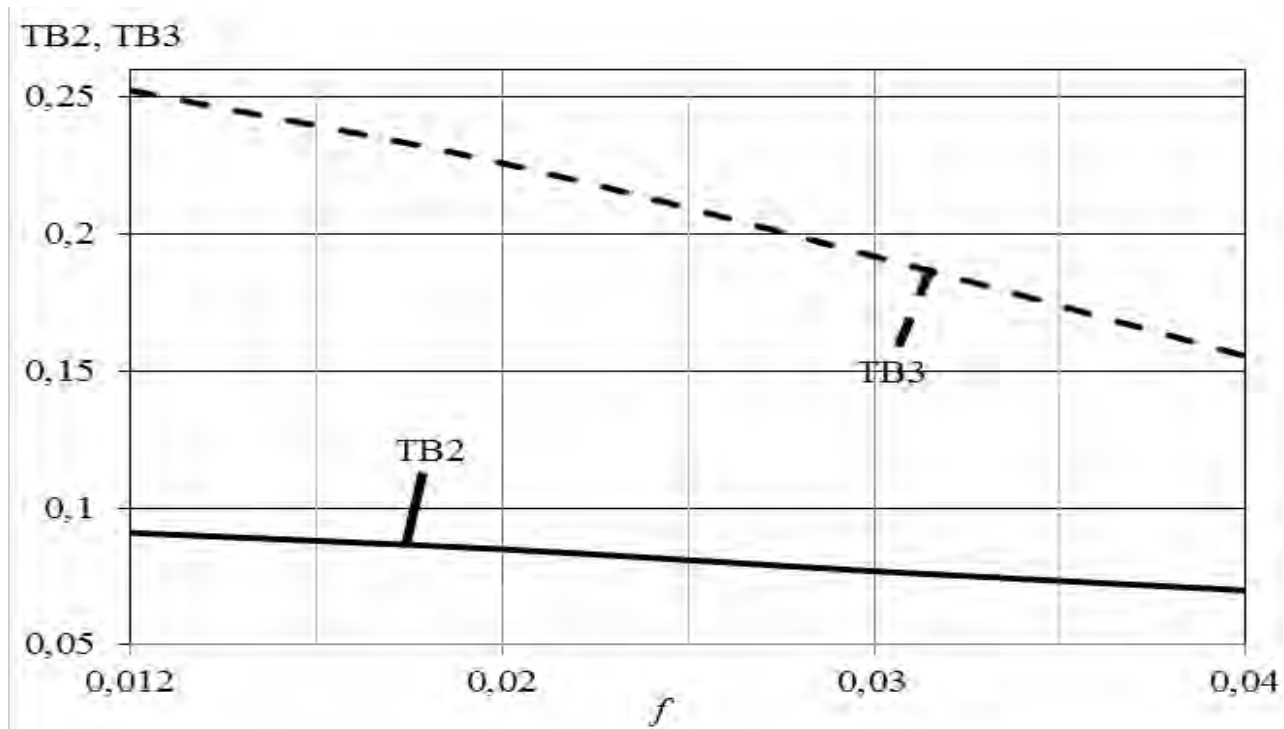


Рисунок 3.30 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB_2 (друга передача КП) та TB_3 (третя передача КП) автомобіля Mercedes-Benz Viano від коефіцієнту опору кочення f коліс

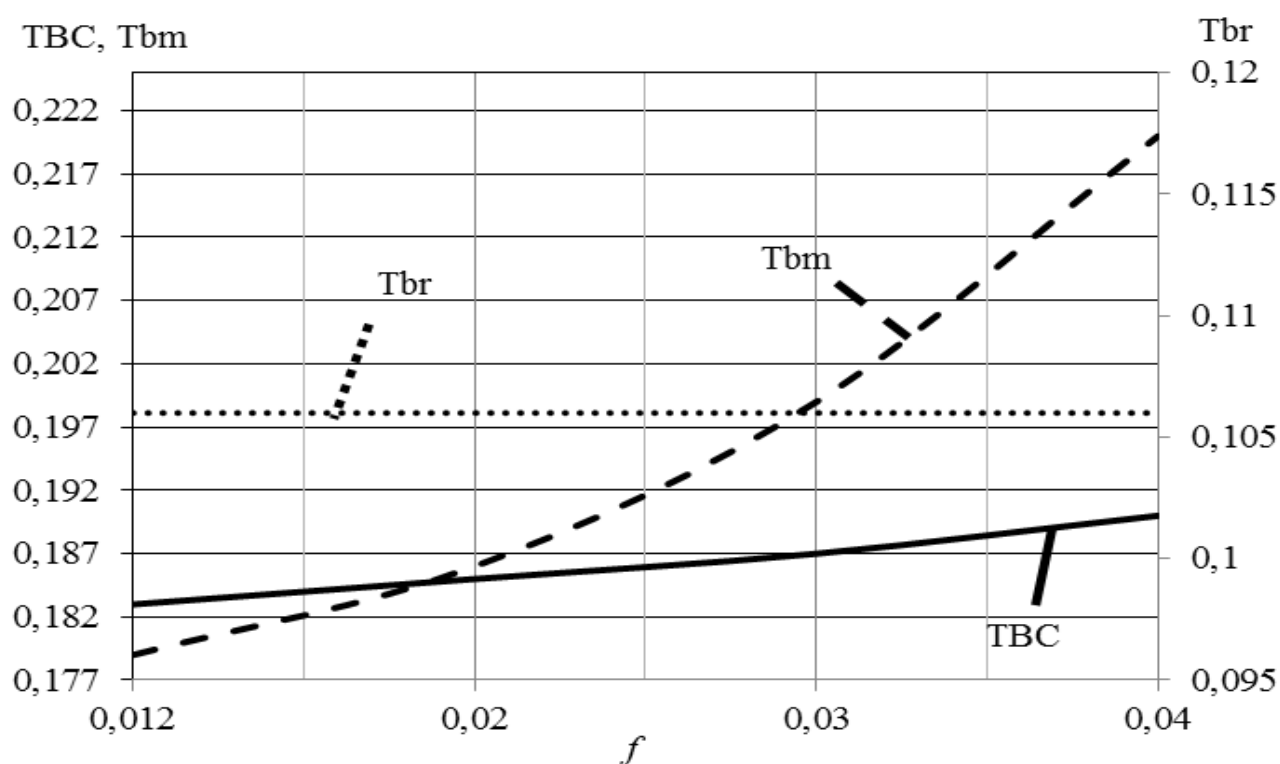


Рисунок 3.31 – Графіки залежності показників результативності технологічного впливу TB_r (при 3 м/с), TB_m (при 14 м/с) та TBC (тестової операції) автомобіля Mercedes-Benz Viano від коефіцієнту опору кочення f коліс

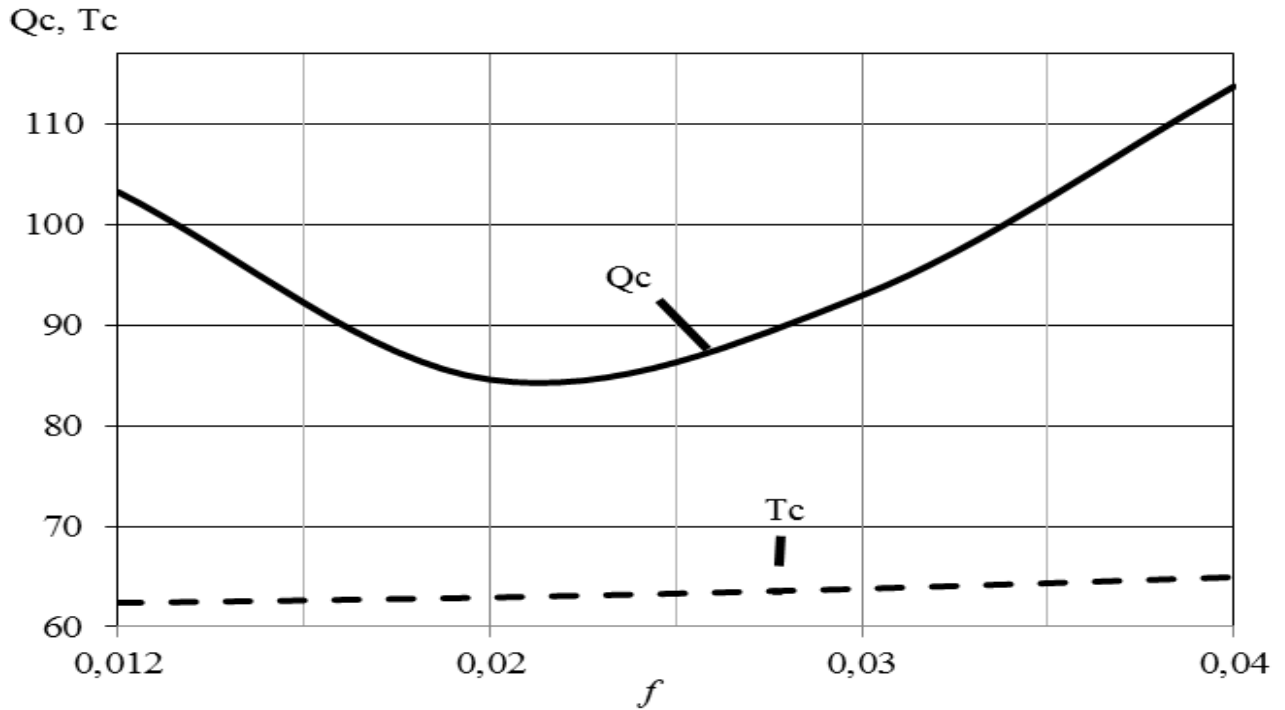


Рисунок 3.32 – Графік залежності показників витрати палива Q_c (гр.) та загального часу руху T_c (сек.) автомобіля Mercedes-Benz Viano від коефіцієнту опору кочення f коліс

3.4 Аналіз впливу конструктивних параметрів АМВ на енергоеквівалентний показник собівартості перевезень

Для аналізу впливу зміни конструктивних параметрів АМВ на енергоеквівалентний показник собівартості використаємо залежність:

$$S_{WE} = aK_e + bK_t + c, \quad (3.2)$$

де a, b, c – постійні коефіцієнти:

$$a = \frac{C_{зм} l_{ві}}{W}, \quad b = \frac{C_{пост} t_p}{W}, \quad c = \frac{C_{пост} t_{нр}}{W}, \quad (3.3)$$

$$K_e = \text{var},$$

$$K_t = \text{var},$$

$$a = \text{const},$$

$$b = \text{const},$$

$$c = \text{const}.$$

Для визначення коефіцієнтів a , b , c використано методики теорії транспортних процесів і систем, а також калькуляції витрат [16, 65].

У даному випадку, з урахуванням умов доставки (перевезень) вантажу, ці коефіцієнти мають наступні значення: $a = 3,56$, $b = 0,67$, $c = 0,05$.

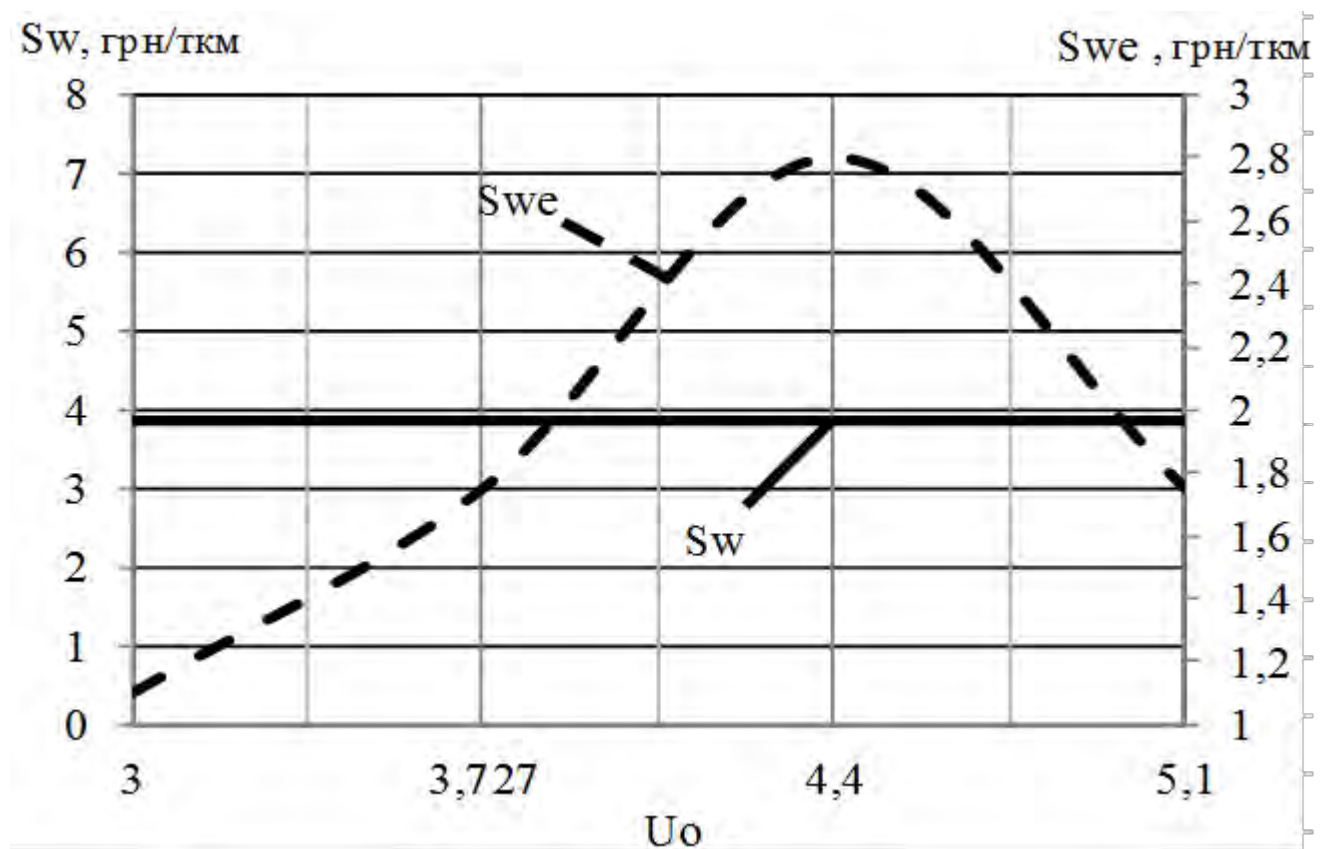


Рисунок 3.33 – Графік залежності собівартості перевезень автомобілем Mercedes-Benz Viano від передаточного числа головної передачі U_o

Аналіз графіків (рис. 3.33 – 3.35) показує, що залежності енергетичного показника собівартості S_{WE} від передаточного числа головної передачі U_o і радіусу колеса r мають екстремальний характер, набуваючи максимальних

значень відповідно при $U_0 = 4,4$, $r = 0,35$ м. Натомість, збільшення значень максимальної потужності двигуна N_m призводить до зменшення показника S_{WE} .

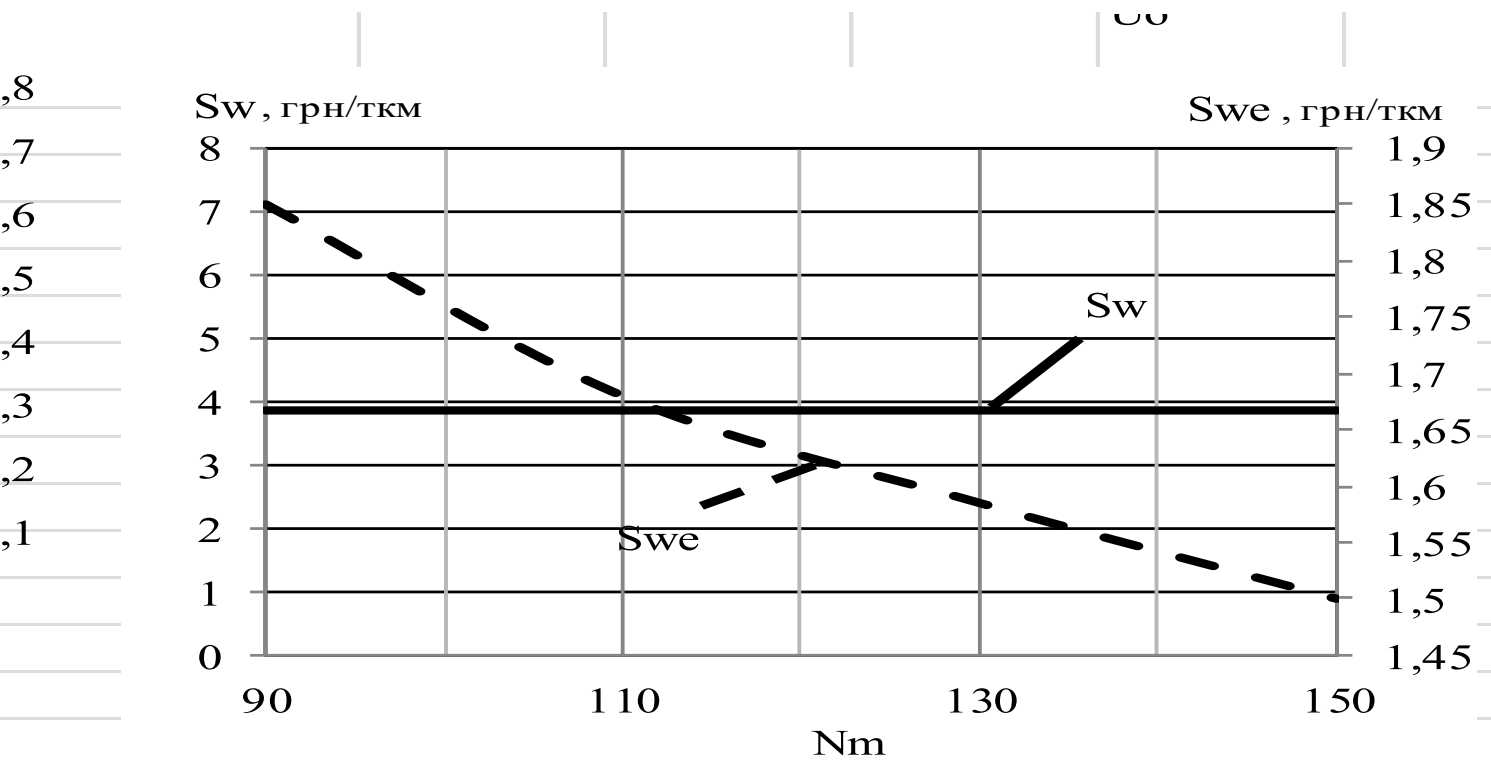


Рисунок 3.34 – Графік залежності собівартості перевезень автомобілем Mercedes-Benz Viano від максимальної потужності N_m (кВт)

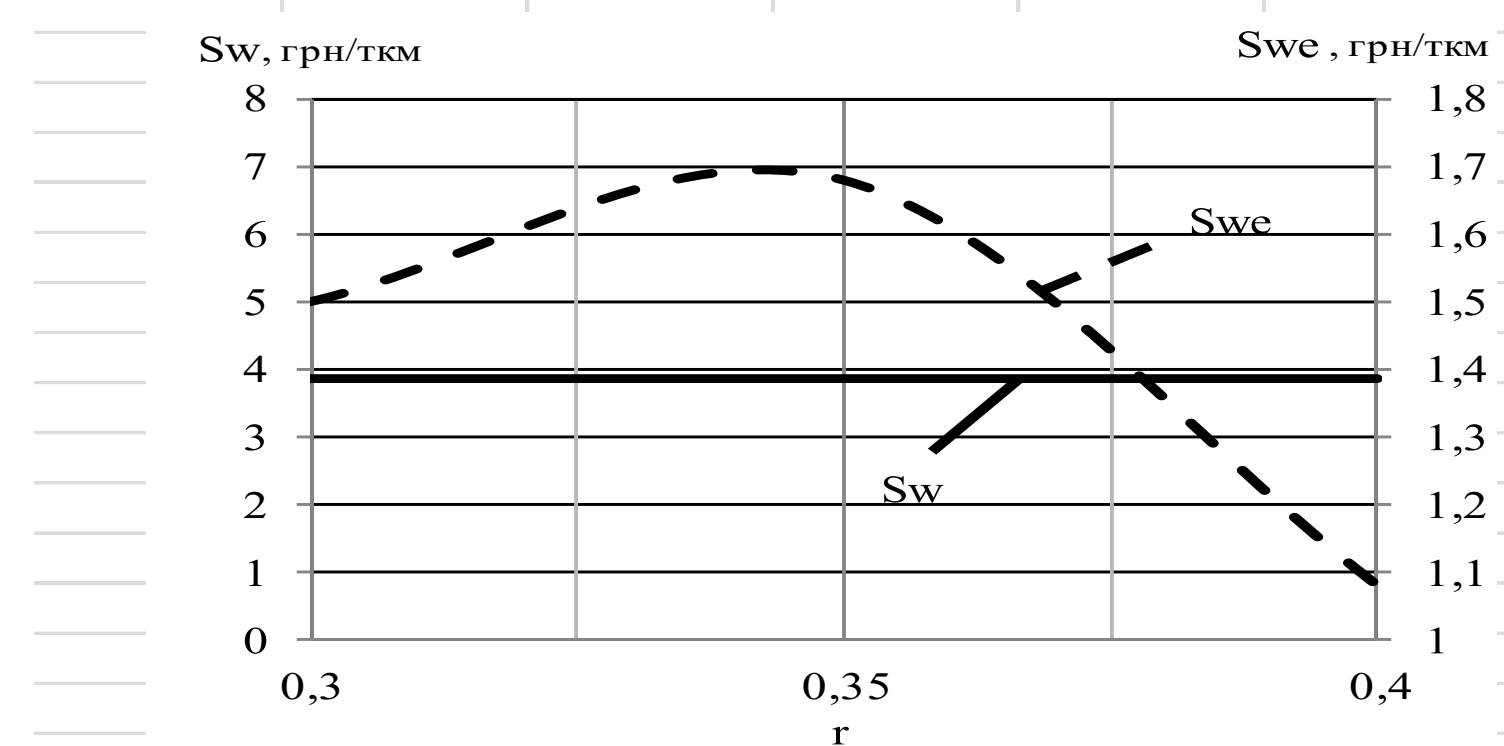


Рисунок 3.35 – Графік залежності собівартості перевезень автомобілем Mercedes-Benz Viano від радіусу колеса r (м)

3.5 Висновки до розділу 3

1. Запропоновано методику моделювання руху АТЗ для визначення транспортної енергоефективності ефективності АМВ з урахуванням конструктивно-технічних, транспортно-експлуатаційних і дорожніх факторів. Дана методика дозволяє змінювати як один параметр для виявлення його впливу на показники транспортної енергоефективності, так і комплекс для визначення оптимальної конфігурації характеристик СПОКА.

2. Розроблено методику аналізу придатності основних параметрів АМВ, яка може бути використана для прогнозування та підвищення транспортної енергоефективності перевезень автомобілями малої вантажопідйомності в нових проектах.

3. Встановлено функціональні залежності між енергоеквівалентним показником собівартості перевезень і показниками різних факторів (конструктивно-технічних, транспортно-експлуатаційних і дорожніх) на основі імітаційного математичного моделювання руху АТЗ для визначення транспортної енергоефективності перевезень автомобілями малої вантажопідйомності.

РОЗДІЛ IV

РОЗРОБКА МЕТОДИК КОМПЛЕКСНОГО ПІДВИЩЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПРОЕКТІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АМВ ЗА ПРИНЦИПАМИ ЇХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

4.1 Постановка задачі моделювання енерго- і ресурсозберігаючих стратегій на ринку автомобілів малої вантажопідйомності

На ринку АМВ спостерігається значне збільшення конструктивно-технічних різновидів і модифікацій, які пропонуються автомобільною промисловістю. Вони користуються великим попитом на ринках автомобілів і транспортних послуг. У зв'язку з цим спостерігається щорічне збільшення частки АМВ в структурах парків рухомого складу транспортних підприємств, які не завжди відповідають принципам енерго- і ресурсозберігаючих технологій, що значно ускладнює вирішення задач інноваційно-технологічного розвитку транспортної галузі та підвищення техніко-технологічної конкурентоспроможності майбутніх транспортних пропозицій. Актуальність даної роботи обумовлюється необхідністю рішення задачі обґрунтування параметрів (товарних, технічних, техніко-експлуатаційних і техніко-технологічних) АМВ на різних етапах ЖЦА. Це обґрунтування обумовлюється довгостроковою і концептуальною метою як перевізника-покупця нового АМВ, так і перевізника-продуцента автотransпортних послуг, а саме - формування вимог до проектів товарного обігу і транспортно-технологічної експлуатації АМВ, що будуть відповідати концепції експлуатаційно-технологічного енергозбереження (КЕТЕ) на АТ. Для вирішення цього завдання потрібен комплекс методик підвищення транспортної енергоефективності нових АМВ та процесів перевезень за принципами їх життєвого циклу (ЖЦА) та імплементації вимог перевізника до проектів ЖЦА.

Життєвий цикл автомобіля (ЖЦА) (рис. 4.1) складається з таких етапів: створення, обіг та експлуатація та включає в себе скорочений життєвий цикл

транспортної послуги (ЖЦТП). Принцип ЖЦА передбачає, що автомобіль повинен відповідати концептуальним (концепції КЕТЕ) вимогам перевізника-продуцента автотранспортних послуг. Обґрунтування вибору автомобіля малої вантажності (АМВ), згідно КЕТЕ, повинно спиратись на умову максимізації показника його транспортної енергоефективності в проектах товарного обігу і транспортно-технологічної експлуатації АМВ. Забезпечення цієї умови є основою для формування превалюючих преференцій перевізника-продуцента на всіх етапах ЖЦА. Для цього потрібна модель цільової функції вибору АМВ, що базується на залежності показника його транспортної енергоефективності від зміни конструктивно-технічних, експлуатаційних та дорожніх факторів транспортних операцій виходячи з концепції КЕТЕ. Модель такої цільової функції відсутня в існуючій теорії транспортного процесу [16]. В цій теорії розглядається автомобіль, як простий перевізний засіб (АППЗ), без врахування його конструктивно-технічних параметрів та дорожніх умов експлуатації. Ці недоліки обумовлюють непридатність існуючих методик вибору технічно-нового рухомого складу (ТНРС), які використовує перевізник на етапах ЖЦА.



Рисунок 4.1 – Етапи ЖЦА в рамках підвищення ТЕЕА

З іншого боку, на стадії збуту АМВ (етап обігу ЖЦА) продавці пропонують АМВ як товар, що наділяється властивостями складної машини (АСМ) і оцінюється великою кількістю показників квазіексплуатаційних конструктивно-технічних якостей [123, 124]. З іншого боку, на основі своєї спрощеної методики вибору рухомого складу (як віртуально-рухомого кузову) перевізник–покупець не може оцінити придатність нового АМВ вищезгаданих концепцій. Таким чином на етапі обігу АМВ виникає гносеологічне протиріччя між інформаційними базами покупця і продавця (складна машина-простий перевізний засіб). В результаті при взаємодії підсистеми «покупець – продавець» формується інформаційний диспарат на користь автопромисловості (або посередників), який орієнтує цінову і технічну політику на ринку АМВ на захист інтересів продавця. В результаті на ринку АМВ не реалізується широко декларований принцип маркетингу – принцип орієнтування на експлуатаційний інтерес споживача (реалізація КЕТЕ в процесах перевезень) [125, 126]. Виходячи з вищевикладеного розробка методик комплексного підвищення транспортної енергоефективності та проектів перевезень АМВ за принципом їх ЖЦ є актуальною.

Ці методики базуються на комплексі математичних моделей техніко-технологічного аналізу енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу, що враховує залежності показника його транспортної енергоефективності від зміни конструктивно-технічних, експлуатаційних та дорожніх факторів транспортних операцій, виходячи з концепції КЕТЕ [6].

Виходячи із положень теорії енергоресурсної ефективності АТЗ [6, 7], запропонований експлуатаційний підхід до нового АМВ, як до носія технічних ресурсів (АНТР). Конструктивний базис АНТР представляється як сукупність 14 функціонально-конструктивних модулів, які забезпечують енергетичне перетворення технологічних ресурсів транспорту. Ця сукупність формалізується у вигляді множини «Структурно-параметрична організація конструкції автомобіля» (СПОКА). Модель СПОКА покладена в основу структури нового автомобіля як науково-технічного товару (АНТТ), яка

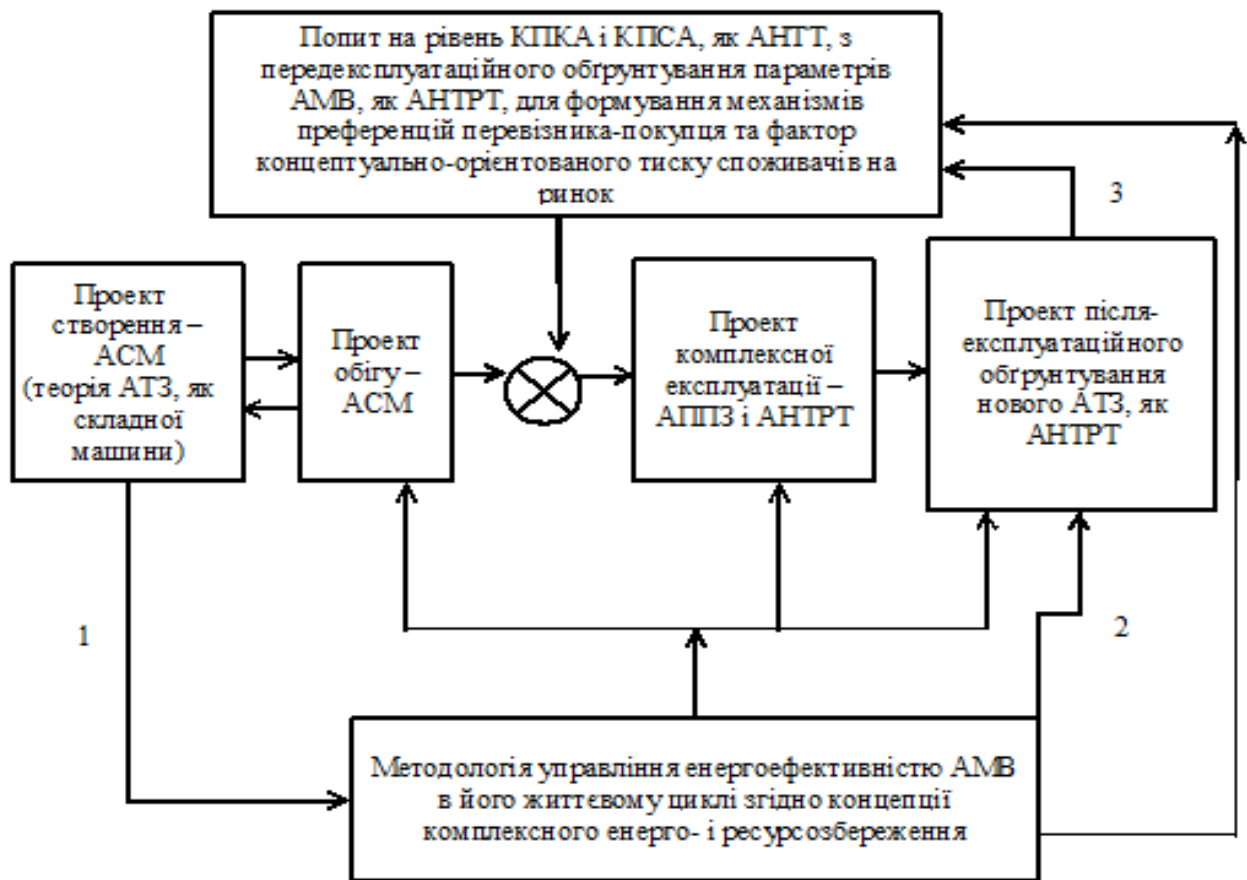
аналізується перевізником-покупцем. Всі елементи технічної новизни автомобіля фіксуються і систематизуються в моделі СПОКА для подальшого їх аналізу споживчої властивості нового АМВ як АНТТ. АМВ, який аналізується за станом СПОКА, повинен забезпечити підвищення показників ТЕЕА та результативності технологічних процедур і процесів транспортних технологій в наданих тестових транспортних операціях. Причому, чим вище рівень транспортної енергоефективності варіанту СПОКА, тим більше придатний новий АМВ до енергозберігаючих технологій. На основі таких наукових передумов сформовані методики комплексного підвищення транспортної енергоефективності та проектів перевезень АМВ за принципом їх ЖЦ.

В цих методиках комплексно враховуються три групи властивостей автомобіля як: складної машини, носія технічних ресурсів автотранспорту і науково-технічного товару. Така комплексність дозволяє: а) узгоджувати знання продавців і покупців на етапі обігу АМВ як науково-технічного товару; б) формувати преференції перевізника-покупця до конструктивно-технічної новизни АМВ з урахуванням експлуатаційних і дорожніх факторів; в) формувати технічно-змістовну структуру парку рухомого складу згідно концепції КЕТЕ і реалізації енергозберігаючих технологій на автотранспорті. Існуючі методи вибору рухомого складу [16, 43, 54] можуть забезпечити підвищення продуктивності АМВ і часткове зменшення собівартості перевезень, однак при цьому не аналізується економія енергії та ресурсів. Причому, в основному, забезпечується формування оперативних організаційних проектів перевезень при незмінній автотранспортній технології [127, 128].

Відомо, що конструкція АМВ характеризується великою кількістю різноманітних моделей та модифікацій. Це різноманіття експлуатаційно систематизується згідно задач споживача на основі використання моделі СПОКА, формування техніко-технологічних проектів перевезень, а також проектів обґрунтування концептуальної споживчої властивості АНТТ [6, 7].

Комплексний розгляд властивостей АМВ як АСМ, АНТР і АНТТ дозволяє реалізувати концепцію експлуатаційно-технологічного енергозбереження у ЖЦА, виходячи з ідеї підвищення транспортної енергоефективності нового АМВ в ланцюзі проектів ЖЦА.

Схема методології управління ТЕЕА АМВ в ЖЦА згідно концепції комплексного енерго- і ресурсозбереження, яка враховує інформаційну взаємодію мотивацій покупця та продавця, показано на рис. 4.2.



РА – ринок АТЗ; АНТРТ – автомобіль носій технічних ресурсів транспорту; АСМ – автомобіль складна машина; АППЗ – автомобіль простий перевізний засіб; 1 – потік інформації про АСМ (конструктивно-інноваційний носій ресурсів транспорту); 2 – потік інформації про складний науково-технічний товар (експлуатаційно-розвиваючий носій ресурсів транспорту); 3 – потік інформації про вимоги споживача до проектів нових АМВ;

⊗ – ринок АТЗ, де, по-перше, протилежні інтереси продавців та покупців, по-друге, формується механізм сумарного тиску переваг перевізника-покупця.

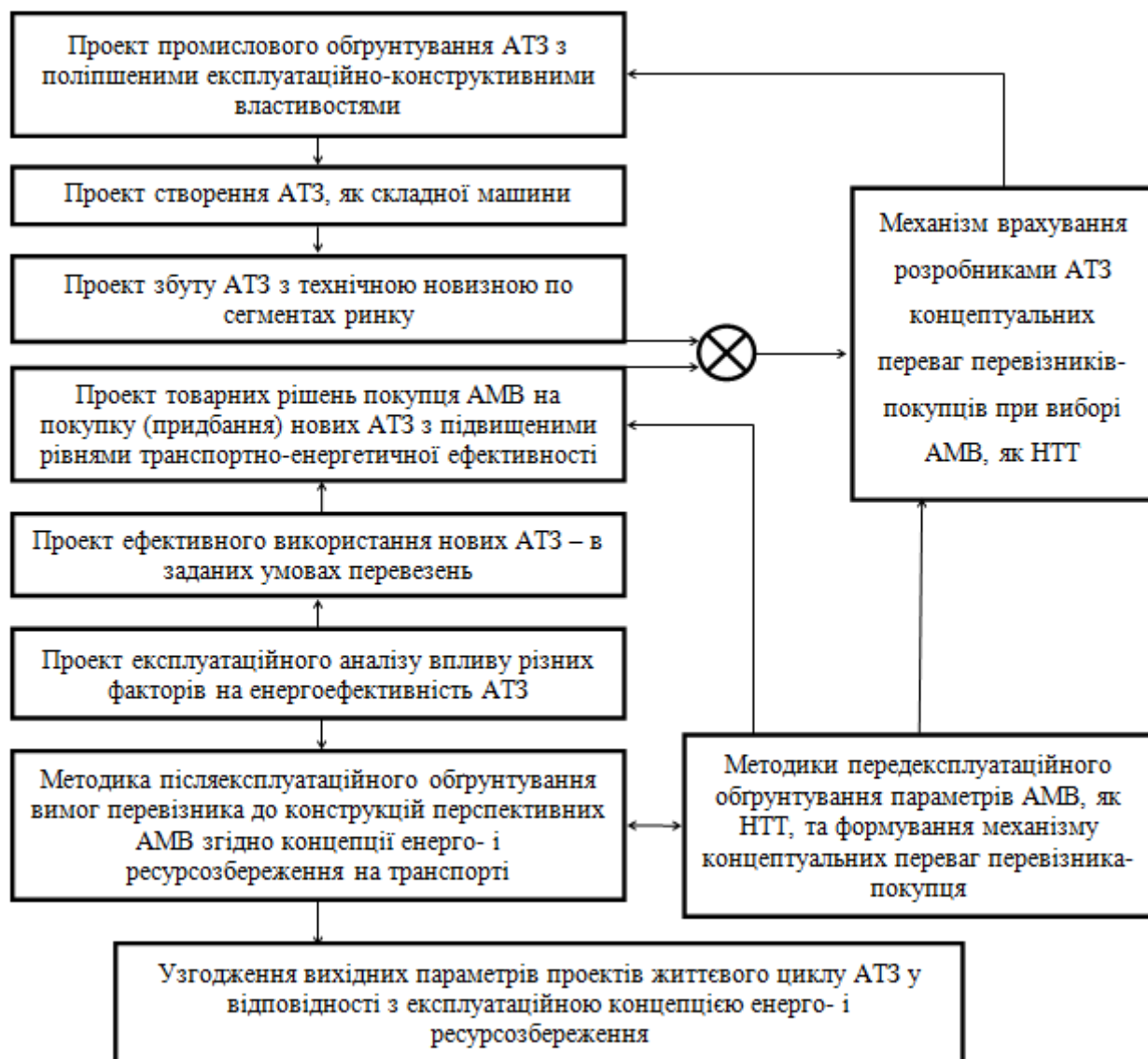
Рисунок 4.2 – Схема формування методології управління енергоефективністю в життєвому циклі АМВ

Недоліком існуючого підходу до ЖЦА є те, що відсутній комплексний підхід до властивостей АМВ як АСМ, АНТР і АНТТ на етапах обігу і експлуатації автомобіля. Тому за для цілісності та безперервності в ланцюги проектів ЖЦА необхідно внести проекти передексплуатаційного обґрунтування параметрів АМВ, як АНТТ, та післяексплуатаційного обґрунтування перспективного АМВ як АНТР і засобу транспортно-технологічних операцій перевезення. Комплексний підхід та формування єдиної і системної методології управління енергоресурсною ефективністю АМВ в ЖЦА забезпечує сумування ефектів економії енергії по всьому ланцюгу проектів.

Прагнучи втримати та розширити рівень участі на ринках збуту, виробники АМВ зацікавлені в плануванні збуту таких нових товарів, які відповідають превалюючим перевагам покупців. Перевізники-покупці, які в даний час використовують енерго- та ресурсомікі АМВ, зацікавлені у формуванні споживчого попиту на більш енергоефективні конструкції автомобіля. Тому такі споживачі будуть формувати концептуально-спрямований попит. Важливою є підтримка такого попиту на олігопольному ринку АТЗ, у якому діють механізми тиску споживача АТЗ на їх виробників в умовах інформаційного диспаритету (рис. 4.3). В процесі збуту, інтереси та можливості виробника і споживача завжди взаємодіють [129], але вони мають і суттєві протиріччя.

Підвищений попит на більш якісні АМВ іноземних виробників при їх високій вартості, а також олігопольність ринку імпортованих АМВ обумовлюють:

- 1) негативний вплив існуючих методів обґрунтування АТЗ на енергоресурсомікість перевезень;
- 2) неадекватність методів теорії транспортного процесу для споживчого обґрунтування АМВ, як товару і носія технічних ресурсів;
- 3) перевагу інтересів виробника АТЗ над перевізником через інформаційний диспаритет та тиск на попит АТЗ в напрямку вигідному для продавця;
- 4) неможливість забезпечити концепцію енерго- і ресурсозбереження.



⊗ – сегмент ринку АМВ з елементами НТТ, який враховує інтерес покупця та концепцію енерго- і ресурсозбереження

Рисунок 4.3 – Схема узгодження вихідних параметрів проектів життєвого

В зв'язку з викладеним поставлена задача розробки методик комплексного підвищення транспортної енергоефективності та проектів перевезень АМВ за принципами їх життєвого циклу з урахуванням концепції енерго- і ресурсозбереження та задач енергозберігаючих технологій.

До переліку методик комплексного підвищення транспортної енергоефективності та проектів перевезень АМВ за принципами їх життєвого циклу входять:

- методика моніторингу концептуально споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності за критерієм їх транспортної енергоефективності;
- методика експлуатаційного аналізу АМВ з урахуванням умов транспортування за критерієм їх транспортної енергоефективності;
- методика післяексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх транспортною енергоефективністю.

Запропоновані методики використовуються для дослідження та прогнозування впливу різних варіантів СПОКА АМВ на їх транспортну енергоефективність як ресурсно-технічного засобу транспортного виробництва.

4.2 Методика моніторингу концептуально споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності за критерієм їх транспортної енергоефективності

Зважаючи на велике різноманіття пропозицій на ринку АМВ, постає задача групування їх моделей за певними ознаками. Це дасть змогу обирати серед великої кількості автомобілів ті, які будуть відповідати первинним вимогам споживачів. Тому в роботі запропонована методика моніторингу концептуально споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності за їх енергоресурсною ефективністю [130-132].

Дана методика дозволяє сегментувати ринок АМВ за певними ознаками, реалізувати процес збору технічної інформації про нові АТЗ у кожному сегменті ринку, визначити показники їх енергетичної ефективності і споживчої властивості, а також співставлення їх у групах конкуруючих зразків.

Метою моніторингу є оцінка та прогнозування придатності технічних параметрів АМВ, які пропонуються на ринку, до енерго- і ресурсозберігаючих транспортних технологій.

Сутність автотранспортної технології полягає у реалізації сукупності людино-машинних і енергоперетворювальних способів створення якісного

продукту транспорту з урахуванням ресурсно-технічних властивостей АМВ і транспортних властивостей дороги, а також у їх науковому описі [133].

Для розроблення методики моніторингу ТЕЕА АМВ були поставлені та вирішені наступні задачі:

- формування сегментів ринку АМВ та визначення групи їх конкуруючих варіантів;
- визначення варіантів СПОКА групи АМВ, спираючись на їх технічні і вартісні характеристики як нових товарів;
- уточнення математичних моделей для проведення моніторингу АМВ за показниками їх енергетичної ефективності і споживчих якостей;
- розробка методики моніторингу концептуально споживчих властивостей АМВ за їх ТЕЕА;
- розробка електронних таблиць для автоматизованих розрахунків показників ТЕЕА.

Згідно теорії енергоресурсної ефективності АТЗ узагальненого типу [6, 7] встановлено, що для формування енерго- і ресурсозберігаючих технологій конструктивні параметри АМВ повинні забезпечувати максимізацію таких показників: ТЕЕА P_e , концептуальної споживчої властивості P_{ca} та транспортної результативності технологічних впливів на вантажі TB (дивись розділ 2). Математична постановка задачі проведення моніторингу ринку в заданому сегменті АМВ має такий вигляд:

Задані:

- 1) сегмент ринку АМВ та група їх конкуруючих варіантів;
- 2) технічні характеристики АМВ;
- 3) ринкові ціни АМВ;
- 4) нормативні показники експлуатації АМВ;

Визначити рівень показника транспортної енергетичної ефективності P_e , споживчої властивості P_{ca} для кожного варіанту СПОКА в обраному сегменті ринку АМВ.

Після чого провести порівняльний аналіз та вибрати той варіант СПОКА АМВ, який відповідатиме умовам $\Pi_e \rightarrow \max$ та $\Pi_{ca} \rightarrow \max$. Такий варіант забезпечить підвищення транспортної енергоефективності перевезень для обраного АМВ.

Максимізація показника споживчої властивості Π_{ca} при виборі АМВ, забезпечить високий рівень автомобіля як науково-технічного товару. Його величина визначається як мультиплікативна функція від п'яти критеріїв споживчих якостей АМВ [131]:

$$\Pi_{ca} = \Pi_e \cdot \Pi_{ja}, \quad (4.1)$$

$$\Pi_{ja} = \Pi_{pe} \cdot \Pi_{\partial} \cdot \Pi_{pn} \cdot \Pi_{me}, \quad (4.2)$$

$$\Pi_e \geq \Pi_{ej}, \Pi_{\partial} \geq \Pi_{\partial j}, \Pi_{pe} \geq \Pi_{pej}, \Pi_{me} \geq \Pi_{mej}, \Pi_{pn} \geq \Pi_{pnj}$$

де Π_{ja} – множина показників споживчої якості, що враховує експлуатаційні властивості АТЗ, як новий товар виробничого призначення з його технічною структурою;

Π_{ep} – показник енергетичної ефективності АТЗ при моніторингу;

Π_{∂} – показник довговічності (відношення величин амортизаційного пробігу LN даного АМВ і його середнього значення LN_j для j -о сегменту ринку АМВ):

$$\Pi_{\partial} = \frac{LN}{LN_j} \rightarrow \max. \quad (4.3)$$

Π_{pn} – показник ресурсної неоднорідності конструкції АТЗ, який залежить від агрегатної структури транспортних засобів, нормативного пробігу агрегатів, а також їх цін (при відсутності даних, приймаємо $\Pi_{pn} = 1$):

$$P_{pn} = 1 + \sum_{i=1}^{n_a} C_{ai} \frac{L_a}{l_{ai}} \rightarrow \max; \quad (4.4)$$

де n_a – кількість агрегатів АМВ, що враховується;

C_{ai} – ціна i -го агрегату;

L_a та l_{ai} – нормативний пробіг АМВ та i -го агрегату при його заміні;

P_{me} – показник товарної економічності, який являє собою відношення середньої ціни АМВ C_j у даному сегменті ринку до ціни C конкретного АМВ:

$$P_{me} = \frac{C_j}{C} \rightarrow \max; \quad (4.5)$$

де P_{pe} – показник рівня екологічності АМВ, згідно стандартів Євро [134].

Добуток перших чотирьох показників $P_{ja} = P_e \cdot P_o \cdot P_{pn} \cdot P_{pe}$, характеризує споживчу якість АМВ, виходячи з трьох важливих вимог перевізників-покупців до АТЗ: енергоефективності, довговічності, умовної екологічності.

Зрозуміло, що чим більший показник P_{ca} , тим вища досконалість конструкції АМВ як науково-технічного товару. Якщо ж у формулу підставити спеціальний ступінь a , що враховує значущість концептуального показника енергетичної ефективності АТЗ P_e , то отримаємо натурально-вартісну модель для аналізу і прогнозування придатності АМВ як науково-технічного товару до КЕТЕ:

$$P_{ca}^a = P_e^a \cdot P_{ja}, \quad (4.6)$$

де a – показник степені, який характеризує значущість даного критерію ($0,4 < a < 0,6$).

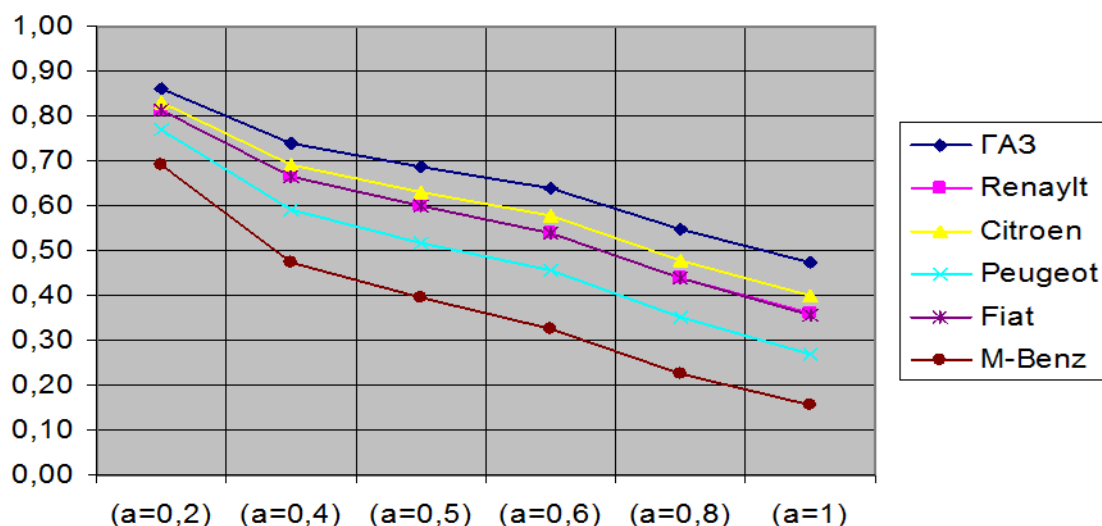


Рисунок 4.4 – Залежність критерію споживчої якості P_{ca} від зміни показника степені a

При цьому, якщо не ставиться задача аналізу придатності АМВ як товару до енерго і- ресурсозберігаючої технології перевезень, енергетичні коефіцієнти приймаються рівними одиниці (не враховуються) $P_{\partial} = P_{pn} = P_{pe} = 1$; якщо ж є необхідність рішення такої задачі, ці коефіцієнти враховуються. Такий спосіб дозволяє реалізувати більш загальний підхід до вирішення задачі обґрунтування АМВ як товару. Алгоритм моніторингу концептуально споживчих властивостей АМВ за їх транспортною енергоефективністю представлений на рисунку 4.5. В ньому представлена логіка і процедури переробки інформації і прийняття рішення.

Для забезпечення порівняльного аналізу споживчої якості та властивостей АТЗ в рамках сегменту ринку АМВ або їх типорозмірних рядів розроблено електронні таблиці за допомогою пакету програм EXCEL. Фрагмент розробленої електронної таблиці представлено на рисунку 4.6.

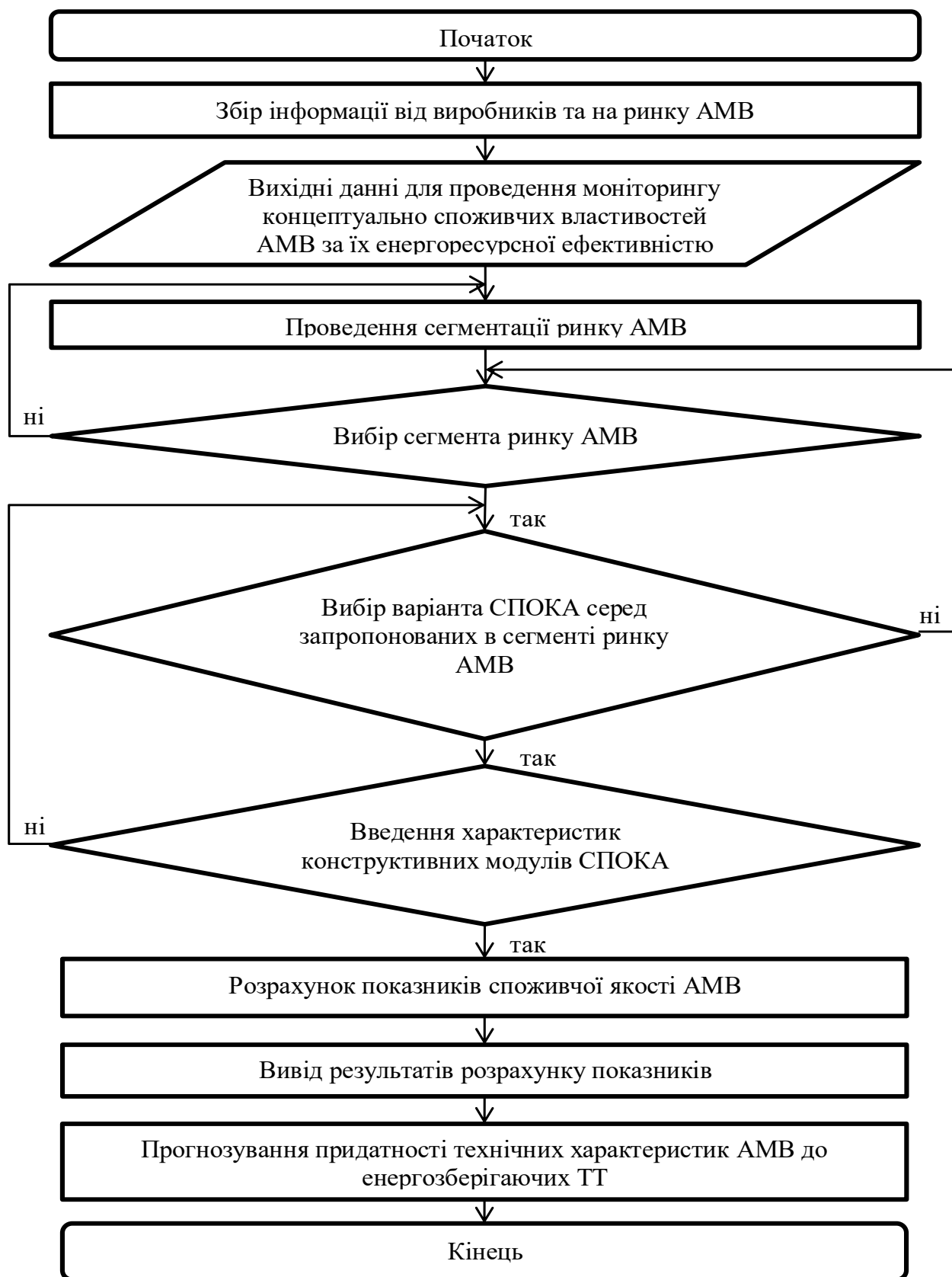


Рисунок 4.5 – Блок-схня алгоритму моніторингу концептуально споживчих властивостей АМВ за критерієм їх транспортної енергоефективності

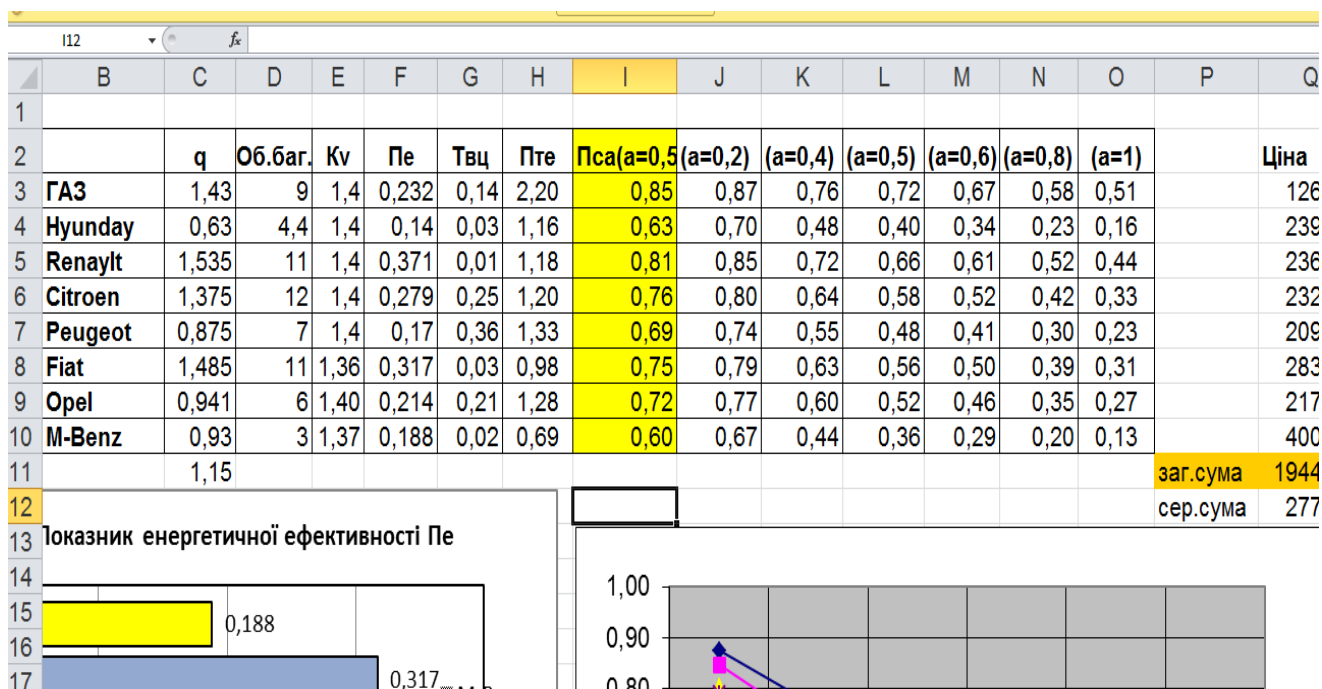


Рисунок 4.6 – Фрагмент розробленої електронної таблиці

Основне призначення цих електронних таблиць – збір, зберігання, автоматизовані розрахунки та систематизація детальних характеристик АТЗ, які використовуються при обґрунтуванні нових АМВ як науково-технічних товарів. Таке обґрунтування забезпечує вибір АМВ згідно концепції КЕТЕ. Простота заповнення таблиць та форма подання даних дозволяє легко слідкувати за динамічним світовим ринком АМВ. Уся інформація в електронній таблиці згрупована по марках АТЗ. Умовно таблиця поділяється на кілька частин, у яких представлено вихідні дані, проміжні автоматизовані розрахунки та показники транспортної енергоефективності АТЗ, за якими приймається рішення щодо вибору АМВ. Згідно умов $P_e \rightarrow \max$ і $P_{ca} \rightarrow \max$ здійснюється ранжирування АМВ за ступенем їх придатності до енергозберігаючих технологій. Крім того, на основі даних таблиці формуються вихідні дані для технологічного прогнозування, яке полягає у визначенні характеру впливу зміни найважливіших конструктивних параметрів на величину енергетичної ефективності АТЗ [15, 130-132].

4.3 Методика експлуатаційного аналізу АМВ з урахуванням умов транспортування за критерієм їх транспортної енергоефективності

Існуючі методики організації і економіки автомобільних перевезень [16, 65, 70] не забезпечують підвищення транспортної енергоефективності перевезень в процесі експлуатації згідно концепції КЕТЕ. Вони вирішують тільки задачі противитратної ефективності транспортно-організаційної і комерційної експлуатації [66, 73], так як не враховують технічні параметри АМВ і транспортної енергоефективності перевезень. Тому ці методики є нетехнічними, нетехнологічними, неенергетичними і нересурсними. Крім цього, в теорії транспортних процесів теоретично АТЗ розглядається як однопараметричний перевізний засіб (тобто як віртуально рухомий кузов), а не як складний носій технічних ресурсів [6, 7]. Існуюча спрощена схема дозволяє визначити показники продуктивності АТЗ та собівартість перевезень автомобілів без врахування їх конструктивно-технічних параметрів і технологічних процесів перетворення енергії. Крім того, задачі обґрунтування рівнів ТЕЕА і концептуальної споживчої властивості АМВ як товару не може бути вирішена. Також не вирішується важлива задача концептуально-орієнтованого оновлення РС на основі інформаційних механізмів ринкової економіки. Важливим принципом цього механізму є необхідність захисту споживчих прав перевізника-покупця нових АМВ шляхом забезпечення концептуально-орієнтованого інформаційного паритету покупця нових АМВ перед продавцями. На основі методик моніторингу сегментів ринку АМВ і експлуатаційного аналізу ТЕЕА сукупність перевізників-продуцентів автотранспортних послуг можуть здійснювати корпоративний тиск на продавців АМВ через механізм узгодженого попиту на технічні та цінові характеристики пропонованих АТЗ.

Покупці стоять перед вибором серед великого різноманіття нових моделей та модифікацій АМВ з різними варіантами СПОКА, які, не зважаючи на високий рівень технічних параметрів, не завжди відповідають

концептуальнім вимогам перевізників на рівень ТЕЕА. В існуючих методах вибору рухомого складу для певних умов експлуатації, що використовують транспортні підприємства не враховуються впливи таких важливих факторів як СПОКА, тип і стан дорожнього покриття та технологічні процедури транспортних операцій. У зв'язку з викладеним стає актуальним розробка та використання методики експлуатаційного аналізу АМВ з урахуванням умов транспортування за критерієм їх енергоефективності з урахуванням дорожніх умов, експлуатаційних властивостей та конструктивно-технічних параметрів.

Експлуатаційне обґрунтування вибору АМВ за критерієм їх енергоефективності є важливим елементом ринкових і експлуатаційних стратегій перевізників-продуцентів автотранспортних послуг при реалізації концепції транспортного енергозбереження в умовах експлуатації АМВ.

В запропонованій методиці вибір АМВ та оцінка їх транспортної енергоефективності відбувається за показниками енергетичної ефективності, результативності технологічних впливів та споживчих якостей для різних марок та моделей АМВ.

Для того, щоб оцінка АМВ мала уніфікований підхід, використовується модель автомобіля узагальненого типу, що враховує структурно-параметричну організацію конструкції автомобіля у вигляді 4 пристроїв та 14 конструктивних модулів. Така методика дає змогу провести аналіз і вибрати АМВ із ряду запропонованих, який найбільше відповідає вимогам енергоефективності в визначених умовах експлуатації.

Метою методики експлуатаційного аналізу АМВ є оцінка та вибір АТЗ характеристики якого будуть відповідати вимогам енерго- і ресурсозберігаючої експлуатації з урахуванням дорожніх умов, експлуатаційних властивостей та конструктивно-технічних параметрів АМВ.

Для розробки методики були вирішені наступні задачі:

- аналіз технічних характеристик АМВ;
- аналіз характеристик умов експлуатації АМВ;
- визначення особливостей функціонування АМВ при експлуатації;

- уточнення математичних моделей для експлуатаційного підвищення транспортної енергоефективності АМВ;
- розробка алгоритму реалізації методики експлуатаційного аналізу АМВ.

Математична постановка задачі експлуатаційного обґрунтування АМВ, має вигляд:

Задані:

- 1) тип АМВ за призначенням;
- 2) конкуруючі варіанти СПОКА;
- 3) технічні характеристики АМВ;
- 4) характеристики умов експлуатації (довжина маршруту; середня відстань безперервного руху автомобіля; характеристики дороги);
- 5) вимоги до рівня ТЕЕА АМВ;
- 6) вимоги до рівня показників продуктивності та собівартості.

Визначити варіанти СПОКА, які будуть відповідати вимогам енергоефективної експлуатації АМВ для заданих процесів автомобільних перевезень.

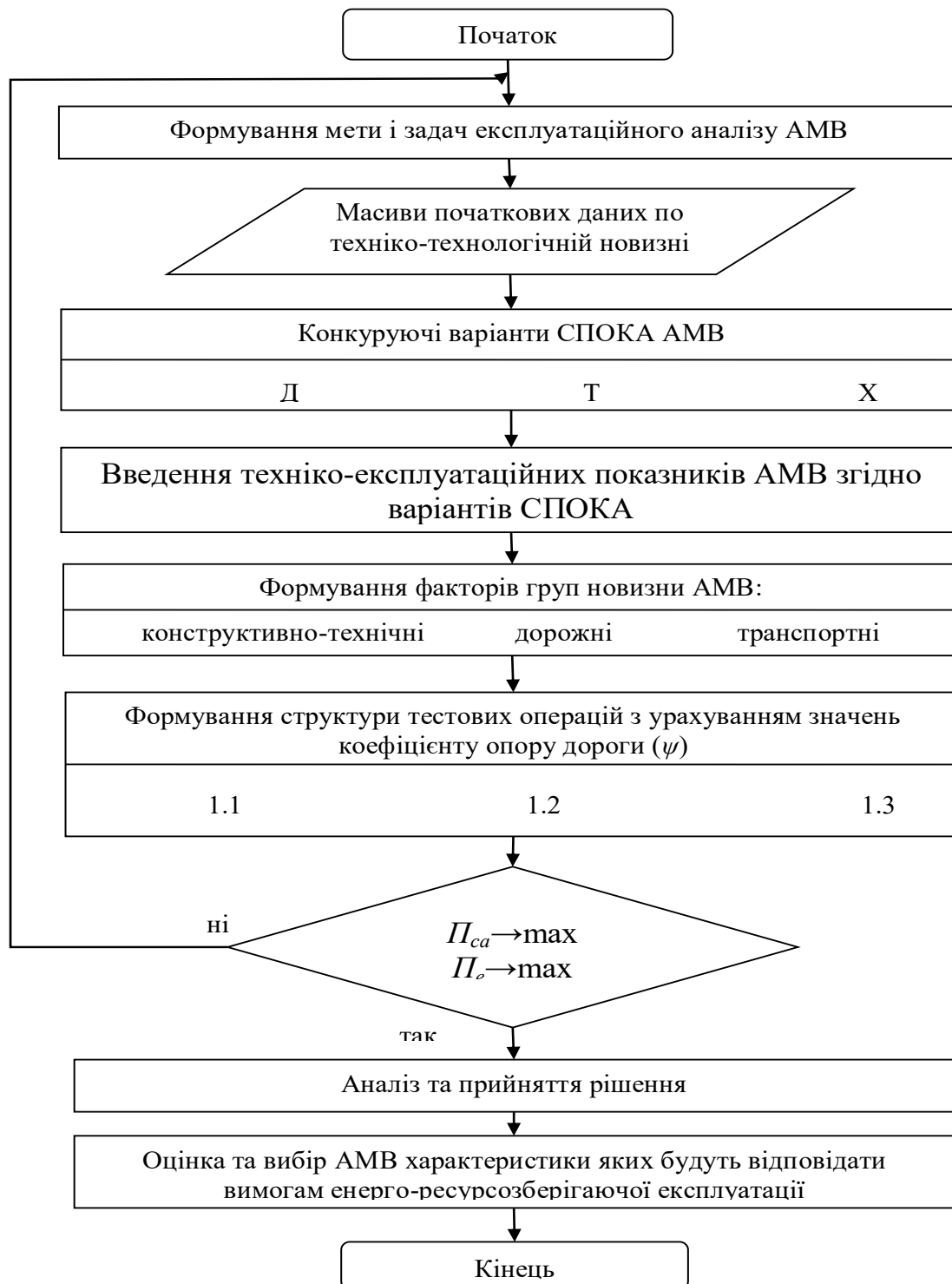
Алгоритм експлуатаційного аналізу АМВ представлений на рисунку 4.7. В ньому представлена послідовність процедур та реалізація методів для прийняття рішення, щодо підвищення рівня ТЕЕА АМВ.

Методом імітаційного параметричного моделювання функціонування АМВ з різними характеристиками конструктивних модулів і з урахуванням різних характеристик маршрутів та дорожніх умов отримані функціональні залежності.

За допомогою методів регресійного аналізу [6] встановлено функціональні залежності показника енергетичної ефективності Π_{ep} від конструктивних параметрів, умов перевезень та характеристик дороги (табл. 4.1) наступного виду:

$$y = k_1 x^2 + k_2 x + k_3, \quad (4.7)$$

де k_1, k_2, k_3 – коефіцієнти рівняння; x – змінний параметр.



Д – двигун; Т – трансмісія; Х – ходова частина; q – вантажопідйомність; G_a – повна маса АМВ; G_o – власна маса АМВ; H – габаритна висота АМВ; B – габаритна ширина АМВ; R_k – радіус колеса; N_m – частота обертання колінчастого валу; 1.1 – міський режим; 1.2 – магістральний режим; 1.3 – змішаний режим руху; ψ_1 – коефіцієнт опору дороги; Π_{ca} – показник споживчої якості АМВ.

Рисунок 4.7 – Блок-схема алгоритму експлуатаційного аналізу АМВ з урахуванням умов транспортування за критерієм їх транспортної енергоефективності

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнтів залежності показника енергетичної ефективності від конструктивних параметрів, умов перевезень та характеристик дороги

Залежність	Коефіцієнти рівняння			Коефіцієнт кореляції R^2
	k_1	k_2	k_3	
1. $P_{ep} = f(N_m)$	0,0046	-0,0536	0,3414	0,99
2. $P_{ep} = f(U_0)$	-0,0405	0,2455	-0,105	0,91
3. $P_{ep} = f(r)$	-0,0988	0,3084	0,0294	1
4. $P_{ep} = f(dV)$	-0,0155	0,055	0,2115	1
5. $P_{ep} = f(L_{nep})$	-0,0115	0,1088	0,0773	0,99
6. $P_{ep} = f(f_{ок})$	-0,0075	0,0219	0,2365	0,99

Також визначено функціональні залежності показника енергоеквівалентної собівартості S_{we} від конструктивних параметрів (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнтів залежності енергетичного показника собівартості S_{WE} від конструктивних параметрів

Залежність	Коефіцієнти рівняння			Коефіцієнт кореляції R^2
	k_1	k_2	k_3	
1. $S_{WE} = f(U_0)$	-0,4258	2,4477	-1,1168	0,78
2. $S_{WE} = f(N_m)$	0,025	-0,241	2,065	0,99
3. $S_{WE} = f(r)$	-0,396	1,364	0,536	1

Представлені залежності можуть бути використані для прогнозування зміни показника енергетичної ефективності при зміні конструктивних параметрів та характеристик дороги.

4.4 Методика післяексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх транспортною енергоефективністю

На сучасному етапі технічна політика світових виробників АМВ така, що буває складно оцінити порівняльні переваги того чи іншого варіанта конструкції за допомогою методів теорії автомобіля. В даній теорії не

використовуються методи техніко-економічного обґрунтування нових АТЗ, а методи, що існують, не враховують принципи ефективної економії енергії і ресурсів та підвищення рівня ТЕЕА конструкцій автомобіля в процесах автомобільних перевезень. Але в теорії автомобіля і не ставилась задача аналізу конструкцій проєктованих АТЗ з урахуванням вигідності і витратності варіантів конструкції для споживача.

Зважаючи на це, запропоновано нову методику, яка на відміну від існуючої, заснована на використанні техніко-економічного підходу обґрунтування нових АМВ і дає змогу науково-обґрунтовано вирішувати задачі технологічно-якісної експлуатації АТЗ як носія технічних ресурсів транспорту. Особливістю даної методики є використання математичного апарату теорії енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу розробленою проф. Хабутдіновим Р. А.

Чутливість математичних моделей енергетичної ефективності АТЗ дозволяє вирішити задачу, яка постає перед споживачем, при виборі АМВ. При цьому обґрунтовується важливий для експлуатації РС аспект – вплив зміни конструктивних параметрів на енерговіддачу проєкту перевезення [6, 7]. Практична задача аналізу виникає при виборі автомобіля з декількох варіантів однотипних конструкцій, які відрізняються одна від одної значенням тільки однієї їх характеристики структури або параметром. При параметричному аналізі може розглядатись група автомобілів одного типу, які відрізняються значеннями тільки одного параметра при інших рівних умовах.

На початковому етапі, згідно принципу споживчої орієнтованості, формуються вимоги на якість первинного попиту – рівень енерго- і ресурсозберігаючу якість автомобільних послуг (ЕРЯАП). Потім формується бажаний напрям (план) розвитку транспортного фактору, із якого витікають вимоги до технічної достатності фактору структурно-параметричної організації конструкції АМВ. Далі, з урахуванням фактичного рівня фактора СПОКА і економічних обмежень, формуються рівні транспортного, трудового і економічного факторів відтворення АП. При аналізі варіантів розвитку

факторів вибирають ті рішення, які забезпечують кумулятивне збереження енергії і ресурсів, тобто накопичення економії в кінцевому результаті процесу відтворення АП.

В умовах ринкової економіки розвиток автотранспортної системи визначається взаємодією попиту та пропозицій на ЕРЯАП і ресурсного товару (автомобіля). Причому стадії розробки, створення і продажу-купівлі АМВ є етапами формування конструктивно-технічного фактору процесу відтворення автотранспортних послуг (АП). Для реалізації кумулятивного збереження енергії та ресурсів необхідно виконати дві умови. По-перше, попит на АМВ повинен формуватися на основі оцінки покупцем рівня показника його концептуальної споживчої якості (4.6). По-друге, на фінальному етапі експлуатації необхідно, таким чином, враховувати досвід експлуатації попереднього АМВ, щоб, використовуючи запропоновані математичні моделі та методики, забезпечувати формування таких вимог до комплексу конструктивно-технічних, транспортних, трудових та економічних факторів перевезень, які дозволяють комплексно максимізувати на етапі аналізу перспективного попиту на нові АМВ показники енергетичної та економічної ефективності автомобільних перевезень. Метою методики є формування експлуатаційних вимог до СПОКА нових АМВ, до основних технічних параметрів з урахуванням запланованих умов майбутньої експлуатації (транспортних, дорожніх).

Для розробки методики післяексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ були вирішені наступні задачі:

- аналіз споживчої орієнтованості на проекти АМВ;
- аналіз вимог на якість первинного попиту для проекту АМВ;
- аналіз технічних характеристик АМВ;
- аналіз умов експлуатації АМВ;
- уточнення математичних моделей для післяексплуатаційного обґрунтування АМВ;

- розробка алгоритму та методики післяексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ.

Математична постановка задачі формування вимог до СПОКА нових АМВ формується наступним чином:

Задані:

- 1) споживча орієнтованість на АМВ;
- 2) базова модель АМВ;
- 3) вимоги до технічної достатності СПОКА АМВ;
- 4) економічні обмеження;
- 5) рівні транспортного, трудового і економічного факторів відтворення АП.

Сформувати:

- 1) експлуатаційні вимоги до СПОКА нових АМВ.
- 2) експлуатаційні вимоги до СПОКА для нових проектів перевезень АМВ.

Провівши аналіз із ряду АМВ в заданому сегменті ринку за показниками транспортно-технологічної і організаційної ефективності (табл. 4.3), було визначено більш експлуатаційно-придатний ТЗ для використання при заданих параметрах, який в подальшому можна запропонувати як базовий АТЗ, на основі якого провести параметрично математичне імітаційне моделювання для формування вимог до нового АМВ, що буде експлуатуватися в конкретно визначених умовах.

Таблиця 4.3 – Показники транспортно-технологічної і організаційної ефективності

Марка автомобіля	Для вантажів при $\gamma_{cm}=1$				
	$C_{зм}$, грн/ткм	C_{noc} , грн/год	$S_{ткм}$, грн/ткм	$S_{ткм\epsilon}$, грн/ткм	K_s
ГАЗ 2705	3,30	15,59	6,04	9,64	1,6
Renault	2,94	15,59	7,45	7,84	1,05
Citroen	3,19	15,59	8,45	11,17	1,32

Кінець таблиці 4.3

Peugeot	3,19	15,59	12,5	21,69	1,73
Fiat	3,07	15,59	8,75	10,27	1,17
M-Benz	3,31	15,59	17,92	26,57	1,48
Hyundai	2,97	15,59	7,1	10,3	1,45
Opel	2,83	15,59	11,44	16,77	1,47

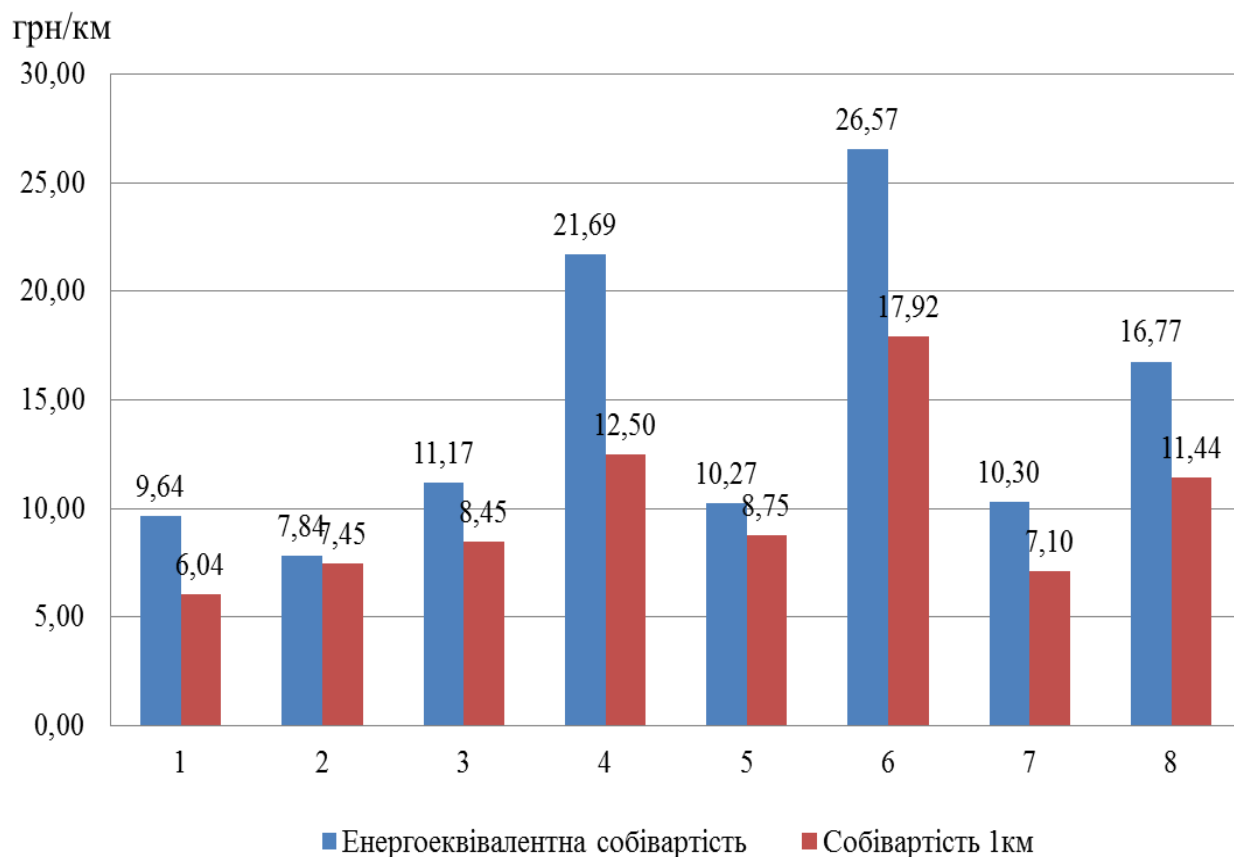


Рисунок 4.8 – Зміна собівартості з врахуванням значення енергетичного коефіцієнту собівартості

Алгоритм післяексплуатаційного обґрунтування АМВ представлений на рисунку 4.9. В ньому представлена логіка і процедури переробки інформації і прийняття рішення.

Таким чином, виконання процедур та методів наведених у блок-схемі алгоритму по формуванню експлуатаційних вимог до нових АМВ дозволить вирішити поставлені задачі та досягти мети.

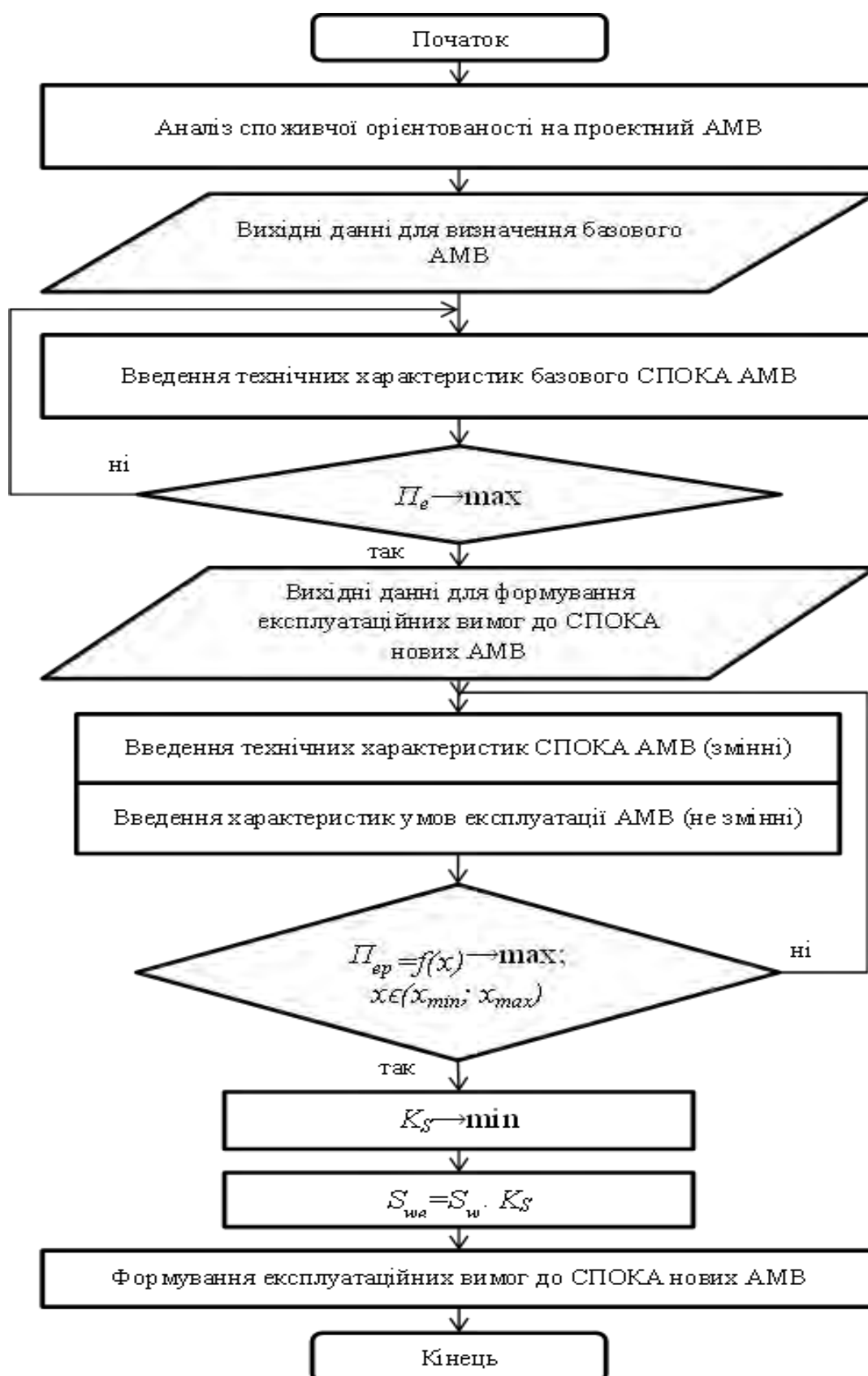


Рисунок 4.9 – Алгоритм післяексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх енергоефективністю

4.5 Висновки до розділу 4

1. Встановлено, що існуючі розрахункові схеми теорії транспортних процесів не можуть бути використанні для вирішення задач обґрунтування АМВ з точки зору довгострокової мети перевізника-покупця нового АМВ, а саме - формування вимог до майбутніх проектів АМВ, так як вони не враховують конструктивно-технічні, транспортно-експлуатаційні та дорожні фактори, що впливають на ефективність функціонування АТЗ. Дана проблема може бути вирішена за допомогою методів, обумовлених теорією енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу.

2. Встановлено, що використовуючи комплекс методик аналізу ТЕЕА, можна комплексно вирішувати задачі формування вимог для майбутніх проектів АМВ та процесів перевезень вантажів з урахуванням конструктивно-технічних, транспортно-експлуатаційних та дорожніх факторів, що визначені при дослідженні нових проектів.

3. Розроблено методику моніторингу концептуально споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності за критерієм їх транспортної енергоефективності, яка дозволяє сегментувати ринок АМВ за певними ознаками, реалізувати процес збору технічної інформації про нові АТЗ у кожному сегменті ринку, визначити показники їх енергетичної ефективності і споживчої властивості, а також співставлення їх у групах конкуруючих зразків.

4. Розроблено методику експлуатаційного аналізу АМВ з урахуванням умов транспортування за критерієм їх транспортної енергоефективності, яка дозволяє провести науково-обґрунтований аналіз АМВ на етапі експлуатації життєвого циклу автомобіля, як носія технічних ресурсів транспорту.

5. Розроблено методику післяексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх транспортною енергоефективністю, яка дозволяє на основі аналізу експлуатаційних спостережень і споживчих переваг сформувати бажаний напрям розвитку транспортного фактору, із якого витікають вимоги до технічної достатності АМВ.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота містить отримані автором результати, які в сукупності вирішують науково-технічну задачу підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів в рамках життєвого циклу автомобіля за принципами технічних інновацій та експлуатаційно-технологічного енергозбереження на автотранспорті, починаючи з ранніх етапів життєвого циклу АМВ (ЖЦА). При цьому також враховуються інноваційні та експлуатаційно-технологічні преференції, а також комплексно-функціональна роль перевізника на різних етапах ЖЦА при вирішенні задач інноваційного розвитку технічної та ресурсно-технологічної бази процесів автомобільних перевезень в умовах ринкової економіки. Проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Аналіз існуючих методів вибору, оцінки та підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів виявив їх невідповідність концепції інноваційного і експлуатаційно-технологічного енергозбереження на автотранспорті за принципами ЖЦА. Такий висновок обумовлений тим, що існуючі критерії обґрунтування нового рухомого складу і аналізу проектів організації автомобільних перевезень базуються на спрощених схемах формалізації віртуальних транспортних операцій та представлення АМВ, як віртуально-рухомого кузову, у якого відсутні конструктивно-технічні, транспортно-технологічні та виробничі властивості.

2. Уточнено математичну модель визначення енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів в рамках життєвого циклу автомобіля щодо врахування конструктивно-технічних і товарно-споживчих властивостей нових АМВ, а також особливостей процесів перевезень вантажів з використанням АМВ зі змінними параметрами, в результаті запропонована розрахункова схема імітаційного моделювання технологічного функціонування АМВ в тестових операціях, що дає можливість кількісної оцінки впливу конструктивно-

технічних, експлуатаційних і дорожніх факторів на показники транспортної енергоефективності АМВ і технологічних проектів перевезень.

3. Встановлено, що розроблені моделі і метод підвищення транспортної енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів на різних етапах ЖЦА дозволяють вирішувати нові науково-практичні задачі: оцінювати, співставляти (щодо конкуруючих варіантів нових АМВ і проектів перевезень), а також аналізувати інноваційно-стратегічні преференції перевізників-покупців АМВ на світовому ринку АТЗ (за критерієм їх концептуальної споживчої властивості), крім того, на етапах транспортної експлуатації АМВ дають змогу перевізникам формувати технологічно-якісні пропозиції на ринках автотранспортних послуг, згідно концепції експлуатаційно-технологічного енергозбереження на автотранспорті.

4. Визначено закономірності впливу комплексу конструктивно-технічних, дорожніх, транспортно-експлуатаційних факторів на зміну показників енергоефективності АМВ та перевезень дрібних партій вантажів.

На основі методики тестово-імітаційного моделювання і результатів багатоваріантних розрахунків отримані характеристики кількісної оцінки впливу технічних, дорожніх та інших факторів на показники транспортної енергоефективності АМВ в технологічних проектах автомобільних перевезень; наприклад, отримані функціональні залежності для аналізу цих показників при змінах: максимальної потужності двигуна, передаточного числа головної передачі АМВ, радіусу колеса, довжини тестової операції та ін.; так, на основі одно-параметричного варіювання максимальної потужності двигуна АМВ Mercedes-Benz Viano в діапазоні від 90 кВт до 150 кВт встановлено, що доцільно зменшити величину його базової потужності (120 кВт) на 25%, при цьому показник енергетичної ефективності збільшиться майже на 22%, а значення енергетичних коефіцієнтів швидкості K_v і пробігу K_e зростуть (змінюючи K_v і K_e , ми можемо вносити корективи в технічну швидкість та норму витрати палива). Такі дані приводять до висновку про доцільність

купівлі нового АМВ з меншою потужністю двигуна, що в підсумку зменшить його ринкову вартість для перевізника.

Проаналізовано також вплив зміни величини коефіцієнту опору кочення коліс f АМВ Mercedes-Benz Viano, який є однією із основних характеристик поверхні дороги, та встановлено, що оптимальне значення показника паливної ефективності знаходиться в межах 0,018...0,021, що відповідає дорозі у задовільному стані.

5. Розроблено комплекс методик підвищення транспортної енергоефективності майбутніх проектів перевезень дрібних партій вантажів з урахуванням техніко-технологічних факторів, починаючи з ранніх етапів життєвого циклу АМВ: «Моніторингу концептуальних споживчих властивостей АМВ, за критерієм їх транспортної енергоефективності»; «Експлуатаційного аналізу транспортної енергоефективності АМВ і процесу перевезень з урахуванням технічних, дорожніх і експлуатаційно-технологічних умов транспортування»; «Післяексплуатаційного обґрунтування вимог до нових АМВ за умовою підвищення транспортної енергоефективності майбутніх перевезень».

На відміну від існуючих, ці методики дозволяють обґрунтовувати заходи щодо експлуатаційного підвищення енергоефективності перевезень та врахувати їх при плануванні оновлення парку рухомого складу АМВ на підприємствах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Розвиток транспорту з метою відновлення і зростання української економіки : наукова доповідь / за ред. О.І. Никифрук. НАН України, ДУ Ін-т екон. та прогнозів. НАН України. Київ, 2018. 200 с.
2. Ukrstat.org – публікація документів Державної служби статистики України. Архів: Вантажні перевезення. 2016. URL: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2016/tr/vp/vp_u/vp0316_u.htm (дата звернення: 19.03.2020).
3. Гальона І. І. Енергоефективність транспортного сектору в Україні // Вісник Національного транспортного університету. 2010. №. 21. Ч. 2. С. 102-105.
4. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Метод анализа концептуальных предпочтений перевозчика-покупателя автомобилей малой грузоподъемности по принципу жизненного цикла // Евразийский союз ученых. 2015. №3 (12). Ч. 4. С. 54-57.
5. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Мотиваційний аналіз концептуальних переваг перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу // Вісник Національного транспортного університету. 2015. № 31(1). С. 525 – 529.
6. Хабутдинов Р. А. Системное формирование технологий автомобильных перевозок по критериям энерго- и ресурсоотдачи : дис. докт. техн. наук: 05.22.01. Киев, 2003. 332 с.
7. Хабутдінов Р. А., Коцюк О. Я. Енергоресурсна ефективність автомобіля. К. : УТУ, 1997. 137 с.
8. Галёна И. И. Метод маркетингового анализа автомобилей малой грузоподъемности по энергетическим критериям // Вестник БУТ: Наука и транспорт. 2019. №2 (39). С. 22-23.
9. Halona I. Selection of the light-duty trucks considering their design parameters modifications // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. 2020. Volume 8, No. 1. ISSN 1338-9432. P. 70-73.

10. Галёна І. І. Методика моніторингу енергетичної ефективності автомобілів малої вантажопідйомності // Вісник СХУ ім. В. Даля. 2019. № 2(250). С. 24-28.

11. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Підвищення споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності, як складних науково-технічних товарів // Вісник Національного транспортного університету. 2011. № 24. Ч. 2. С. 240-243.

12. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Методика анализа влияния основных конструктивно-технических параметров АМГ на его транспортную энергоэффективность // Инновационный транспорт. Российская академия транспорта. 2014. Вып.1(11). С. 58-61.

13. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика аналізу впливу технічних параметрів та машинно-технічних процедур на енергоефективність автомобілів малої вантажопідйомності // Вісник Національного транспортного університету. 2012. № 26. Ч. 2. С. 300-303.

14. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика моніторингу енергетичної ефективності автомобілів малої вантажопідйомності // Управління проектами, системний аналіз і логістика. 2012. № 10. С. 263-267.

15. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика передексплуатаційного обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності // Наукові нотатки Луцький національний технічний університет. 2012. № 36. С. 268-271.

16. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. К. : Вища школа, 1986. 447 с.

17. Хабутдінов Р. А. Концептуальна характеристика транспортної системи та її інтегративної властивості // Управління проектами, системний аналіз і логістика. 2006. № 3. С. 153 – 157.

18. Хабутдінов Р. А. Методологія концептуально-новаційного управління технологічним розвитком автотранспорту // Вісник Національного транспортного університету. 2014. № 29. С. 409-414.

19. Хабутдінов Р. А. Інтегровані бази знань для вирішення задач ресурсозбереження і екології в автотранспортній системі. *Тези доповідей IV міжнародної конференції про роль університетів у майбутньому інформаційному суспільстві "RUFIS-2000"*. Київ, 2000. С. 24-25.

20. Хабутдинов Р. А. Управление энергоресурсной эффективностью автомобиля в его жизненном цикле. *Материалы международной научно-технической конференции "Проблемы транспорта и пути их решения"*. Киев, 1997. С. 56-57.

21. Теория маркетинга. Под ред. Бейкера М.. СПб. : Питер, 2002. 464 с.

22. Балабанова Л.В. Комерційна діяльність. Маркетинг і логістика. Навч. пос. К. : ВД "Професіонал", 2004. 268 с.

23. Бєлявцев М.І. Маркетинг. Навч. пос. К. : ЦНЛ, 2005. 328 с.

24. Вачевський М. Маркетинг у сфері послуг. Навч. пос. К. : ЦНЛ, 2004. 232 с.

25. ssc.sk - Slovenská správa ciest. 2020. URL: <http://www.ssc.sk/en/about-us.ssc> (дата звернення: 19.03.2020).

26. Про затвердження переліку автомобільних доріг загального користування державного значення : Постанова Кабінету Міністрів України від 16.09.2015 р. №712 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/55-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення: 19.03.2020).

27. Безуглий А. О., Ілляш С. І., Зеленовський В. А., Печончик Т. І., Стасюк Б. О. Вдосконалення системи експлуатаційного утримання мережі автомобільних доріг загального користування в Україні // Дороги і мости. 2017. Вип. 17. С. 14-26.

28. Вознюк А. Б. Мережа доріг України та сучасні транспортні потоки // Дороги і мости. 2014. Вип. 14. С. 111-124.

29. Державна служба статистики України. URL: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2018/tr/opv/arh_opv_u.htm (дата звернення: 19.03.2020).

30. oica.net - OICA is based in Paris. 2020. URL: <http://www.oica.net/category/production-statistics> (дата звернення: 19.03.2020).
31. Державна служба статистики України. URL: <https://ukrstat.org/uk> (дата звернення: 19.03.2020).
32. Світовий банк: ВВП України за ПКС URL: <https://tradingeconomics.com/ukraine/gdp-ppp-us-dollar-wb-data.html> (дата звернення: 19.03.2020).
33. Колосок В. М., Ходова Я. О. Економіка транспортних підприємств. Навч. посіб. Маріуполь : ПДТУ, 2017. 187 с.
34. Босняк М. Г. Вантажні автомобільні перевезення. Навч. посіб. К. : Видавничий Дім «Слово», 2010. 408 с.
35. Гаєвський Б. А. Основи науки управління. Навч. посіб. К. : МАУП, 1997. 112 с.
36. business.ua – Бізнес. 2020. URL: <http://www.business.ua/uk/taxonomy/term/473> (дата звернення: 19.03.2020).
37. logist.fm – Логистика. 2020. URL: <https://logist.fm/theme/85> (дата звернення: 19.03.2020).
38. ukrlogistica.com.ua – Дистрибуція и логістика. 2020. URL: <https://ukrlogistica.com.ua/news.php> (дата звернення: 19.03.2020).
39. Гальона І. І. Аналіз концептуальних переваг перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу. *LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2019. С. 252.
40. Гальона І. І. Метод маркетингового аналізу автомобілів малої вантажопідйомності (АМВ) за енергетичним критерієм. *Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств* : тези 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції (28-29 листопада 2019р.) ДНУЗТ. Дніпро, 2019. С. 36-38.

41. Селифонов В. В., Хусаинов А. Ш., Ломакин В. В. Теория автомобиля. Учеб. пособ. М. : МГТУ "МАМИ", 2007. 102 с.
42. Дьяков И. Ф. Теория Автомобиля. Элементы расчета технико-эксплуатационных свойств автомобилей. Учеб. пособ. Ульяновск : УлГТУ, 2002. 99 с.
43. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем. Учеб. пособ. М. : Издательство Юрайт, 2018. 182 с.
44. Горбачев П.Ф., Дмитриев И.А. Основы теории транспортных систем. Учеб. пособ. Харьков : Изд-во ХНАДУ, 2002. 202 с.
45. Хабутдінов Р. А., Хабутдінов А. Р. Концептуальна схема структурно-параметричної організації транспортної системи і технологічна ресурсосінергія в ній // Вісник Національного транспортного університету. 2008. № 17. С 134-142.
46. Гальона І. І. Аналіз методів вибору нових автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням енергоресурсозберігаючих стратегій. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2017. С. 243.
47. Умняшкин В. А., Филькин Н. М., Музафаров Р. С. Теория автомобиля. Учеб. пособ. Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2006. 272 с.
48. Селифонов В. В., Хусаинов А. Ш., Ломакин В. В. Теория автомобиля. Учеб. пособ. М. : МГТУ «МАМИ», 2007. 102 с.
49. Гальона І. І. Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни їх конструктивних параметрів. Матеріали VIII-ї міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту» : збірник наукових праць (14-15 квітня 2020 року) ВНТУ. Вінниця, 2020. С. 106-107.
50. Хабутдінов А. Р. Ризико-регулятивне водіння як процедурний чинник безпеки та енергоефективності автомобільного руху // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. 2011. № 8. С. 204-207.

51. Тарасик В. П., Бренч М. П. Теория автомобилей и двигателей. Учеб. пособ. 2-е изд., Минск : ИНФРА-М, 2012. 448 с.
52. Яковенко И. Ф. Основы теории автомобиля. Учеб. пособ. Астана : КазАТУ, 2014. 149 с.
53. Тверсков Б. М. Теория автомобиля. Учеб. пособ. Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2010. 214 с.
54. Витвицкий Е. Е. Теория транспортных процессов и систем. Учеб. пособ. Омск : СиБАДИ, 2014. 214 с.
55. Вельможин А. В., Гудков В. А., Миротин Л. Б., Куликов А. В. Грузовые автомобильные перевозки. Учеб. пособ. М. : Горячая линия – Телеком, 2007. 560 с.
56. Вахламов В. К. Автомобили: Эксплуатационные свойства. Учеб. пособ. М. : Изд. ц. «Академия», 2007. 240 с.
57. Хусаинов А. Ш. Эксплуатационные свойства автомобиля. Учеб. пособ. Ульяновск : УлГТУ, 2011. 116 с.
58. Солтус А. П. Теория эксплуатационных свойств автомобиля. Учеб. пособ. Кременчуг : КГПУ, 2003. 152 с.
59. Корецька С. О., Якимчук А. К., Карпан Т. С. Економіка автомобільного транспорту. Навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2013. 309 с.
60. Дмитрієв І. А., Іванілов О. С., Шевченко І. Ю., Кирчата І. М. Економіка підприємств автомобільного транспорту : навч. посіб. Х. : ФОП Бровін О.В., 2018. 308 с.
61. Темченко А. Г., Максимов С. В. Економіка підприємств автомобільного транспорту. Навч. посіб. Кривий Ріг : Вид. ц. КТУ, 2008. 405 с.
62. Хабутдінов Р.А. Транстехнологічна парадигма і методологія новаційного управління автомобільними перевезеннями. –К.: Вісник НТУ.– вип.24.–2011.–част.2.–С 237-240.
63. Хабутдінов Р.А. Транстехнологічна парадигма теорії управління на транспорті та методи системного експлуатаційно-технологічного

ресурсозбереження. / Р.А.Хабутдінов // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2013. – Вип. 28.

64. Хабутдінов Р. А. Концептуальна характеристика транспортної системи та її інтегративної властивості // Управління проектами, системний аналіз і логістика. 2006. № 3. С. 153 – 157.

65. Бычков В. П. Экономика автотранспортного предприятия: учебник. М. : ИНФРА-М, 2006. 384 с.

66. Вельможин А. В. Теория организации и управления автомобильными перевозками: логистический аспект формирования перевозочных процессов: монография. Волгоград : РПК "Политехник", 2001. 177 с.

67. Дмитриченко М.Ф., Лановий О.Т., Поліщук В.П. Системологія на транспорті. Основи теорії систем і управління (Книга 1) Київ: Знання України, 2005. 344 с.

68. Лашеніх О.А., Кузькін О.Ф. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем: навч. посібн. Запоріжжя: ЗНТУ, 2006. 435 с.

69. Александров Л. А., Козлов Р. К. Организация управления на автомобильном транспорте. М. : Транспорт, 1985. 264 с.

70. Ефанов А. В., Зырянова Н. И. Экономика автотранспортного предприятия: учебное пособие для вузов. Екатеринбург : РГППУ, 2006. 218 с.

71. Автотранспортные предприятия: нормативное регулирование деятельности. М. : Современная экономика и право, 2000. 215 с

72. Лавриков И. Н., Пеньшин Н. В. Экономика автомобильного транспорта. Учеб. пособ. Тамбов : ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. 116 с.

73. Витвицкий Е. Е. Теория транспортных процессов и систем (Грузовые автомобильные перевозки). Омск : СибАДИ, 2010. 207 с.

74. Горев А.Э. Основы теории транспортных систем. Учеб. пособ. СПб. : СПбГАСУ, 2010. 214 с.

75. Воскресенская Т.П., Воскресенский И.В. Организация грузовых автомобильных перевозок. Учеб. пособ. Новокузнецк : СибГИУ, 2016. 178 с.

76. Хабутдінов Р.А. Системна проблема інноваційного розвитку автотранспорту в умовах теоретичного заперечення транспортних технологій і виробництва / Р.А. Хабутдінов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. К. : НТУ, 2016. Вип. 1 (34).

77. Хабутдінов Р.А. Методологія концептуально-новаційного управління технологічним розвитком автотранспорту. К. : Вісник НТУ. вип.29. 2014. С 409-414.

78. Хабутдінов Р.А. Методологічні основи транспортно-технологічної енергології // Зб. наук. праць “Проблемі транспорту”.К. : НТУ. 2006. Вип.3. С 164–168.

79. Волков Е. В. Теория движения автомобиля : монография. Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. 204 с.

80. Тарасик В. П. Теория движения автомобиля. СПб. : BHV, 2006. 480 с.

81. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств. Пер. с англ. М. : Машиностроение, 1982. 284 с.

82. Хабутдинов Р. А. Управление энергоресурсной эффективностью автомобиля в его жизненном цикле. *Материалы международной научно-технической конференции “Проблемы транспорта и пути их решения”*. Киев, 1997. С. 56-57.

83. Илларионов В. А. Эксплуатационные свойства автомобиля. М. : Машиностроение, 1966. 260 с.

84. Литвинов А. С., Фаробин Я. Е. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. М. : Машиностроение, 1989. 240 с.

85. Вахламов В. К. Конструкция, расчёт и эксплуатационные свойства автомобилей. М. : Академия, 2007. 560 с.

86. Хабутдінов Р. А. Енергоресурсний аналіз технічного розвитку рухомого складу автотранспорту // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів: зб. наук. пр. К. : НТУ, ТАУ, 2001. Вип.11. С.157-160.

87. Хабутдінов Р. А. Методи параметричного аналізу автомобілів для ресурсозбереження // Автошляховик України // Вісник ЦНЦ ТАУ. 2000.-№ 3. С. 33-34.
88. Великанов Д. П. Эффективность автомобиля. М. : Транспорт, 1969. 284 с.
89. Хабутдинов Р. А. Транспортная эффективность автомобиля в процессе дорожного движения // Респ. межвед. научн.-техн. сб. Автомобильный транспорт. К. : Техника, 1989. № 26. С. 18-22.
90. Хабутдинов Р. А. Теория автомобильного подвижного состава для энергосберегающих технологий систем перевозок // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів: зб. наук. пр. К. : НТУ, ТАУ. 2002. № 13. С. 19-22.
91. Гащук П. Н Оптимизация топливно-скоростных свойств автомобиля. Львов : Вища шк., 1987. 168 с.
92. Токарев А. А. Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля. М. : Машиностроение, 1982. 222 с.
93. Хабутдінов Р. А., Ткаченко С. П., Піщик М. Г. Концептуально-орієнтований метод підвищення технологічної енергоефективності автобусів // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Сєверодонецьк. 2011. № 5 (1). С. 208-212.
94. Хабутдінов Р. А., Піщик М. Г., Ткаченко С. П. Кількісна оцінка машинних процедур транспортних технологій автобусних перевезень // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. 2011. № 8. С. 207 – 209.
95. Шеремет А. Д., Хорин А. Н. Теория экономического анализа: учебник. 4-е изд., доп. М. : ИНФРА-М, 2019. 389 с.
96. Свідерський Є. І. Бухгалтерський облік у галузях економіки: навч. посібник. К. : КНЕУ, 2004. 233 с.
97. Ковалев В.А. Организация грузовых автомобильных перевозок. Учеб. пособ. Красноярск : КГТУ, 2000. 200 с.

98. Ларин О.Н. Организация грузовых перевозок. Учеб. пособ. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. 99 с.

99. Хабутдінов Р.А. Інженерно-економічна методологія інноваційно-технологічного та ресурсозберігаючого відтворення автотранспортних послуг // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. К. : НТУ, 2017. Вип. 1 (37).

100. Хабутдінов Р. А., Піщик М. Г. Обґрунтування вибору автобусів з використанням моделі енергетичного показника собівартості // Вісник Національного транспортного університету. 2009. № 19(2). С. 111-114.

101. Хабутдінов Р. А. Методологічні основи транспортно-технологічної енергології // Зб. наук. праць “Проблемі транспорту”. К. : НТУ, 2006. Вип.3. С 164–168.

102. Хабутдінов Р. А. Методологія концептуально-новаційного управління технологічним розвитком автотранспорту // Вісник Національного транспортного університету. 2014. № 29 С 409-414.

103. Кавець В. Н. Проектирование автомобиля. Нижний Новгород : 1992. 230 с.

104. Островцев А. Н. Основы проектирования автомобилей. М. : Машиностроение, 1968. 204 с.

105. Хабутдинов Р. А. Комплексные методы реализации энерго- и ресурсосберегающих технологий перевозок в логистических системах. *Збірник доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції «Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики»*. К. : Автоекспо. 2005. С. 141-144.

106. Хабутдинов Р. А. О системном анализе путей энергоресурсосбережения при проектировании и эксплуатации автомобиля // Автошляховик України. 1993. № 3. С. 33-35.

107. Кравченко О. П. Технічна експлуатація автомобілів. Теоретичні основи : навчальний посібник. Луганськ : СНУ, 2005. 104 с

108. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія : підручник. К.: Вища шк., 2007. 527с.
109. Коваленко Н. А., Лобах В. П., Веприцев Н. В. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб. пособие. Минск : Новое знание, 2008. 352 с.
110. Хабутдінов Р.А. Інтегровані бази знань для вирішення задач ресурсозбереження і екології в автотранспортній системі. *Тези доповідей IV міжнародної конференції про роль університетів у майбутньому інформаційному суспільстві "RUFIS-2000"*. Київ, 2000. С. 24-25.
111. Хабутдінов Р. А. Теорія ресурсно-екологічної прогресивності транспортних зв'язків // Вісник: зб. наук. пр. НТУ та ТАУ. 2000. № 4. С.61-63.
112. Зимелев Г. В. Теория автомобиля. М. : Машгиз, 1959. 312 с.
113. Фалькевич Б. С. Теория автомобиля: учебник для вузов. М. : Машгиз, 1963. 239 с.
114. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория: учебник для вузов. Мн. Выш. шк., 1986. 208 с.
115. Гальона І. І. Методика обґрунтування вибору автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням енергоресурсозберігаючих стратегій. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей*. Київ, 2018. С. 247.
116. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Методика анализа влияния основных конструктивно- технических параметров автомобилей малой грузоподъёмности на его транспортную энергоэффективность. *Инновации и исследования в транспортном комплексе : Материалы первой международной научно-практической конференции*. Курган, 2014. С.30-32.
117. Карпов И. А. Устройство, обслуживание, ремонт и эксплуатация автомобилей Mercedes-Benz Viano с 2003 г./2010 г. Учеб. пособ. СПб. : Изд. «РОКО», 2013. 392 с.
118. Великанов Д. П. Развитие автомобильных транспортных средств. М. : Транспорт, 1984. 120 с.

119. Лурье М. И., Токарев А. А. Скоростные качества и топливная экономичность автомобиля. М. :Машиностроение, 1967 163 с.
120. Галабурда В. Г., Бубнова Г. В., Иванова Е.А. Транспортный маркетинг: учебник М. : ФГОУ, 2011. 452 с.
121. Галабурда В.Г. Маркетинг на транспорте. М. : МИИТ, 1992. 106 с.
122. Гришкевич А. И., Бусел Б. У., Бутусов Г. Ф. и др. Проектирование трансмиссий автомобилей. Справочник. М. : Машиностроение, 1984. 272 с.
123. Бачурин А. А. Маркетинг на автомобильном транспорте : учеб. пособ. М. : изд. Юрайт, 2018. 199 с.
124. Громов Н. Н., Персианов В. А., Усков Н. С. Менеджмент на транспорте: Учеб. Пособие. М. : Изд. центр «Академия», 2003. 528 с.
125. Котлер Ф. Основы маркетинга. Пер. с англ. М. : Вильяме, 2002. 646 с.
126. Голубков Е. П. Основы маркетинга: Учебник. М. : Дело и Сервис, 2003. 527 с
127. Беляев В. М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения. М. : МАДИ, 2014. 204 с.
128. Дегтяренко В. Н., Зимин В. В., Костенко А. И. Организация перевозок грузов. М. : Изд-во «Приор», 1997. 448 с.
129. Бачурин А. А. Маркетинг на автомобильном транспорте: Учеб. пособ. М. : Изд. центр «Академия», 2005. 208 с.
130. Гальона І. І. Розробка методики передексплуатаційного обґрунтування вибору автомобілів малої вантажопідйомності за їх енергоефективністю. *LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2015. С. 247.
131. Гальона І. І. Методика передексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх енергоефективністю. Матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Напрями розвитку технологічних систем і

логістики в АПВ» (на честь 90 річчя ХНТУСГ) ХНТУСГ. Харків, 2020. С. 69-71.

132. Гальона І. І., Придибайло В. М. Аналіз техніко-експлуатаційних характеристик автомобілів малої вантажопідйомності. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2018. С. 252.

133. Новікова А. М., Мироненко В. П., Коськовецький В. М. Особливості транспортного законодавства ЄС у сфері регулювання допуску перевізників до ринку транспортних послуг // *Автошляховик України*. 2007. №6. С. 2-5.

134. Галёна И. И., Пицык М. Г. Метод эксплуатационного управления транспортной энергоэффективностью автомобиля малой грузоподъемности // *World Science*. 2021. № 1 (62). Р. 55-58. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30012021/7407

ДОДАТОК А
АКТИ, ДОВІДКИ ВПРАВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ
ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ «Еліткомфортбуд»



Щербаков А.А.
2021 р.

АКТ

про впровадження матеріалів дисертаційної роботи
на тему «Підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій
вантажів в рамках життєвого циклу автомобіля»
здобувача Гальони Інеси Іванівни, представлені на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.22.01 – транспортні системи

Даним актом підтверджується, що результати дисертаційної роботи Гальони І.І. використовуються в ТОВ «Еліткомфортбуд» в процесі впровадження підвищення енергоефективності при здійсненні організації доставки вантажів на малі і середні відстані автомобілями малої вантажопідйомності.

Особливу цінність в дисертаційній роботі представляють методики, які дають змогу, вирішувати комплексні задачі організації і технології перевезень на етапі підготовки нових проектів доставки вантажів на малі і середні відстані автомобілями малої вантажопідйомності, зокрема:

- проводити оцінку рухомого складу, що використовує підприємство і яке планує придбати для оновлення застарілого парку, який здійснює дрібнопартійні перевезення за критерієм енергоефективності;
- проводити експлуатаційно-технологічний аналіз енергоефективності автомобілів малої вантажопідйомності для визначених умов роботи автомобілів з урахуванням показників експлуатації та дорожніми характеристиками;
- формувати вимоги до майбутніх транспортних засобів для запланованого оновлення парку з урахуванням особливостей попередніх умов експлуатації на реальних маршрутах.

Начальник транспортного відділу

Сотніков С.І.

Начальник гаража автотранспорту

Бондаренко С.Б.

Начальник аналітичного відділу

Щеретелі Л.



Довідка

**про використання результатів дисертаційної роботи Гальони І.І.
на тему «Підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій
вантажів в рамках життєвого циклу автомобіля»**

Дисертаційна робота Гальони Інеси Іванівни на тему «Підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів в рамках життєвого циклу автомобіля» присвячена вирішенню актуального науково-практичного завдання зниження енерго- і ресурсоемності перевезень вантажів шляхом впровадження методів підвищення транспортної енергоефективності автомобілів малої вантажопідйомності (АМВ) і перевезень за рахунок комплексного вирішення технічних, організаційних і технологічних задач перевезень на всіх етапах життєвого циклу (ЖЦ): вибору нових АМВ на ринку автомобілів, здійснення перевезень вантажів при різних техніко-експлуатаційних, дорожніх та транспортних умовах, а також при формуванні перспективних організаційно-технологічних і транспортних вимог до нових АМВ. Завдяки технологічно-інноваційному підходу, методики забезпечують економію паливно-енергетичних, технічних і трудових ресурсів.

Отримані в дисертаційній роботі результати – комплекс методик підвищення транспортної енергоефективності та проектів перевезень дрібних партій вантажів автомобілями малої вантажопідйомності, за принципами їх життєвого циклу, з урахуванням їх технічної новизни, мають інноваційне та практичне значення і тому прийняті до використання при обґрунтуванні організаційних та технологічно-інноваційних проектів перевезень поштових вантажів на підприємстві.

Керівник представництва ТОВ «Нова Пошта»

Гаврелюк М.В.

10 лютого 2021 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Національного транспортного



к.т.н., проф. О.К. Гришук

2021 р.

про впровадження у навчальний процес результатів дисертаційної роботи
Гальони Інеси Іванівни
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
на тему «Підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів в рамках
життєвого циклу автомобіля»

Результати, представлені в дисертаційній роботі Гальони І.І., використовуються в навчальному процесі для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», зокрема з питань виявлення закономірностей впливу на транспортну енергоефективність автомобілів малої вантажопідйомності таких факторів, як конструктивно-технічні характеристики автотранспортних засобів, експлуатаційні фактори та характеристики дороги. Знання цих закономірностей на автотранспорті дозволить перевізникам-покупцям таких автомобілів (це 20, 25% загального попиту на нові автотранспортні засоби в Україні), з одного боку, підвищити рівень концептуальних споживчих якостей нового рухомого складу при високо енергоємних і дрібнопартійних перевезеннях побутових, торгових і продовольчих вантажів в містах і в міжміському сполученні. З іншого боку, отримані закономірності дозволять перевізникам реалізувати у сфері практичної експлуатації автомобілів малої вантажопідйомності концепцію транспортно-технологічного енергозбереження на автотранспорті, починаючи з ранніх етапів планування техніко-реноваційних інвестицій.

Крім того, результати використовуються у лекціях, лабораторних та практичних заняттях з дисциплін «Основи транспортних технологій», «Ресурсозберігаючі технології на автомобільному транспорті» та «Сучасні транспортні технології», а також при виконанні бакалаврських та магістерських кваліфікаційних робіт.

Завідувач кафедри транспортних
технологій,
д.т.н., професор

Р.А. Хабутдінов

ДОДАТОК Б
ОТРИМАНІ СВІДОЦТВА ПРО РЕЄСТРАЦІЮ
АВТОРСЬКОГО ПРАВА НА ТВІР







ДОДАТОК В
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ
ТА ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукових баз:

1. Halona I. Selection of the light-duty trucks considering their design parameters modifications 2020. Volume 8, No. 1. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*.

2. Галёна И. И., Пицык М. Г. Метод эксплуатационного управления транспортной энергоэффективностью автомобиля малой грузоподъемности. 2021. № 1 (62) (2021). *World Science* DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30012021/7407

Статті у фахових виданнях України:

3. Гальона І. І. Енергоефективність транспортного сектору в Україні. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. Вип. 21. Ч.2. С. 102-105.

4. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Підвищення споживчих властивостей автомобілів малої вантажопідйомності, як складних науково-технічних товарів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2011. Вип. 24. Ч.2. С. 240-243.

5. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика аналізу впливу технічних параметрів та машинно-технічних процедур на енергоефективність автомобілів малої вантажопідйомності. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. Вип.26. Ч.2. С. 300-303.

6. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика моніторингу енергетичної ефективності автомобілів малої вантажопідйомності. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2012. Вип. 10. С. 263-267.

7. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Методика передексплуатаційного обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності. *Наукові нотатки Луцький національний технічний університет*. 2012. Вип. 36. С. 268-271.

8. Гальона І. І., Хабутдінов Р. А. Мотиваційний аналіз концептуальних переваг перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу. *Вісник Національного транспортного університету*. 2015. Вип. 31(1). С. 525-529.

9. Гальона І. І. Методика моніторингу енергетичної ефективності автомобілів малої вантажопідйомності. *Вісник СХУ ім. В. Даля*. 2019. Вип. 2(250). С. 24-28.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

10. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Методика анализа влияния основных конструктивно-технических параметров АМГ на его транспортную энергоэффективность. *Инновационный транспорт. Российская академия транспорта*. 2014. Вып. 1(11). С. 58-61.

11. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Методика анализа влияния основных конструктивно-технических параметров автомобилей малой грузоподъёмности на его транспортную энергоэффективность. *Инновации и исследования в транспортном комплексе* : Материалы первой международной научно-практической конференции. Курган, 2014. С.30-32.

12. Галёна И. И., Хабутдинов Р. А. Метод анализа концептуальных предпочтений перевозчика-покупателя автомобилей малой грузоподъёмности по принципу жизненного цикла. *Евразийский союз ученых*. 2015. Вып.3(12). Ч.4. С.54-57.

13. Гальона І. І. Розробка методики перед експлуатаційного обґрунтування вибору автомобілів малої вантажопідйомності за їх енергоефективністю. *LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2015. С. 247.

14. Гальона І. І. Методика перед експлуатаційного обґрунтування автомобілів малої вантажопідйомності за їх енергоефективністю. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2016. С. 230.

15. Гальона І. І. Аналіз методів вибору нових автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням енергоресурсозберігаючих стратегій. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2017. С. 243.

16. Гальона І. І. Методика обґрунтування вибору автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням енергоресурсозберігаючих стратегій. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2018. С. 247.

17. Гальона І. І. Аналіз концептуальних переваг перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу. *LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. Київ, 2019. С. 252.

18. Галёна И. И. Метод маркетингового анализа автомобилей малой грузоподъемности по энергетическим критериям. *Вестник БУТ: Наука и транспорт*. 2019. №2 (39). С. 22-23.

19. Гальона І. І. Метод маркетингового аналізу автомобілів малої вантажопідйомності (АМВ) за енергетичним критерієм. *Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств* : тези 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції (28-29 листопада 2019р.) ДНУЗТ. Дніпро, 2019. С. 36-38.

20. Гальона І. І. Методика передексплуатаційного обґрунтування вибору АМВ за їх енергоефективністю. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ» (на честь 90 річчя ХНТУСГ) ХНТУСГ*. Харків, 2020. С. 69-71.

21. Гальона І. І. Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни їх конструктивних параметрів. *Матеріали VIII-ї міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і*

перспективи розвитку автомобільного транспорту» : збірник наукових праць (14-15 квітня 2020 року) ВНТУ. Вінниця, 2020. С. 106-107.

Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір:

22. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 99040 Україна. Науковий твір «Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни конструктивних параметрів» І. І. Гальона (Україна). № 99040; заявл. 07.08.2020; зареєстр. 13.08.2020.

23. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 99041 Україна. Науковий твір «Алгоритм формування методології мотиваційного аналізу концептуальних переваг перевізника-покупця АМВ за принципом життєвого циклу» І. І. Гальона (Україна). № 99041; заявл. 07.08.2020; зареєстр. 13.08.2020.

24. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 99041 Україна. Науковий твір «Методика та алгоритм передексплуатаційного обґрунтування переваг перевізника-покупця при виборі автомобілів малої вантажопідйомності (АМВ) за їх енергоефективністю» І. І. Гальона (Україна). № 99042; заявл. 07.08.2020; за реєстр. 13.08.2020.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

25. Гальона І. І., Придибайло В. М. Аналіз техніко-експлуатаційних характеристик автомобілів малої вантажопідйомності. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей.* Київ, 2018. С. 252.