

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



УКРАЇНСЬКИЙ ЄВГЕН ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 656.136:004(043.3)

**ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ
ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ N3**

Спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Житомир – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі автомобільного транспорту ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Грицук Ігор Валерійович
Херсонська державна морська академія,
професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Горобченко Олександр Миколайович
Державний університет інфраструктури та технологій,
професор кафедри тягового рухомого складу залізниць

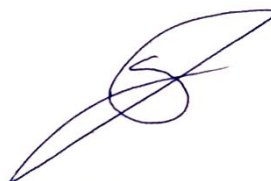
кандидат технічних наук, доцент,
Каменів Олександр Юрійович
Український державний університет залізничного транспорту, доцент кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів

Захист відбудеться «17» вересня 2021 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 14.052.02 Державного університету «Житомирська політехніка» за адресою: 10005, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103, аудиторія 248.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного університету «Житомирська політехніка» за адресою: 10005, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103, або за веб-адресою: https://ztu.edu.ua/ua/science/sp_academic_council-K1405202.php.

Автореферат розісланий “14” серпня 2021 р.

Учений секретар спеціалізованої
вченої ради К14.052.02
канд. техн. наук, доц.



О.А. Громовий

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Достатньо багато уваги в практиці експлуатації вантажних транспортних засобів в Україні приділяється визначенню і отриманню параметрів витрати палива, технічного стану та швидкості руху транспортних засобів (ТЗ). Однак, широко автоматизоване дистанційне поєднання оперативного контролю витрати палива і забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу в одночасній реалізації за умовами експлуатації, технічним станом, режимами роботи оператора, його фізичним станом тощо ще не здійснювалось. Без точної інформації про витрату палива та швидкість руху транспортного засобу важко проаналізувати зміну робочих параметрів транспортного засобу і здійснювати забезпечення паливної економічності транспортного засобу категорії N3. Як правило, технічні служби отримують вказану інформацію поступово, із значним запізненням. Тому транспортні компанії використовують лише окремі показники своєї роботи у поєднанні з відповідними параметрами транспортного засобу. Спостереження та аналіз показників паливної економічності і швидкісного режиму в реальних експлуатаційних умовах здійснюється вже після повернення транспортного засобу. Практика експлуатації транспортного засобу вимагає забезпечення раціональної витрати палива та параметрів стану транспортного засобу з урахуванням відповідних умов експлуатації, отриманих шляхом дистанційного оперативного контролю. Таким чином, тематика дисертації є актуальною та має вагоме значення для підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року, затвердженої наказом Міністерства транспорту і зв'язку України від 08.01.2008 р., відповідно до завдань Програми розвитку автомобільного транспорту та вдосконалення безпеки дорожнього руху м. Маріуполя на 2014 – 2019 рр., затвердженої рішенням Маріупольської міської ради від 28.03.2014 №6/38-4217; а також відповідно до планів НДР: ДР №0113U001330 з теми «Імплементация парадигми сітілогістичних рішень ефективної транспортної мережі в умовах раціонального природокористування» (2014 – 2015); ДР № 0120U104858 з теми «Формування інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану транспортного засобу і режимів праці і відпочинку водія в умовах експлуатації» (2020); ДР № 0120U104686 з теми «Дослідження режимів руху та параметрів експлуатації вантажних транспортних засобів засобами інфраструктури» (2020).

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є вирішення науково-прикладної задачі підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 шляхом використання оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем. Для досягнення мети в дисертації вирішуються такі завдання:

- виконати аналіз теоретичних і практичних розробок в частині застосування методів і технологій забезпечення паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації, а також особливостей моніторингу та дистанційного контролю параметрів їх технічного стану й визначення критеріїв покращення реалізації;

- розробити метод забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем (ITS);

- удосконалити метод визначення і розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації;

- провести експериментальні дослідження транспортних засобів категорії N3 в процесах транспортування вантажів у змінних умовах експлуатації засобами ITS;

- проаналізувати та узагальнити отримані результати дистанційного моніторингу в частині забезпечення паливної економічності вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації засобами ITS;

- розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у практику експлуатації засобів транспорту в умовах діючих підприємств.

Об'єктом дослідження є процеси зміни витрати палива транспортних засобів в умовах експлуатації.

Предметом дослідження є методи та засоби забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу в змінних умовах експлуатації за допомогою оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем.

Методи дослідження. Методичною основою роботи є використання положень системного підходу. При виконанні дисертаційної роботи використовувались методи і положення теорії автомобіля, теорії автомобільних двигунів, методи теоретичних досліджень динаміки автомобілів, розрахунку нормативної витрати палива, методи морфологічного аналізу, теорії множин, математичної статистики, теорії інформації. Комплекс експериментальних досліджень проводився із застосуванням методів планування експерименту і статистичної обробки отриманих результатів, що базуються на теорії похибок та невизначеності вимірювань, дорожніх випробувань ТЗ в умовах експлуатації. Адекватність математичних моделей реальних систем перевірялась методом параметричної ідентифікації і порівнянням розрахункових результатів з експериментальними даними.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Вперше в дисертації був запропонований підхід до забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 за коефіцієнтами паливовикористання, що враховують режими руху ТЗ в змінних умовах експлуатації за допомогою оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем, який базується на одночасному використанні даних експериментальних досліджень, результатів розрахунку на математичних моделях та реалізації системної взаємодії трьох взаємопов'язаних складових: процесної, інформаційної і аналітичної.

2. Удосконалено метод визначення і розрахунку витрати палива транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації, що були оснащені бортовим інформаційно-комунікаційним комплексом, який за допомогою розроблених алгоритмів, сформованої системи і технічних засобів моніторингу здатен забезпечувати визначення і поєднання інформації в частині витрати палива і середніх швидкостей на ділянках руху, які і є основними орієнтирами при визначенні раціональної витрати палива вантажними ТЗ.

3. Набули подальшого розвитку методи формування системи дистанційного моніторингу витрати палива і параметрів технічного стану транспортних засобів категорії N3, що базуються на одночасному використанні штатних засобів отримання інформації бортової частини ТЗ і додаткових датчиків, встановлених в системі живлення, бортовій системі моніторингу та інфраструктурі експлуатації ТЗ.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробленні рекомендацій щодо застосування методу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3, який у змінних умовах експлуатації дозволяє врахувати інформацію засобів оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем.

Основні результати досліджень прийняті до використання і впровадження у МПП «Азія», ТОВ «УкрАвтоІмпорт» та у навчальному процесі в ДВНЗ «ПДТУ» під час викладання дисциплін «Моделювання транспортних процесів», «Диспетчеризація автоперевезень і оптимізація маршрутів», «Організація міжнародних автомобільних перевезень», «Інформаційні технології при керуванні автотранспортом підприємств».

Особистий внесок здобувача. Усі основні положення, які виносяться на захист, та результати їх застосування отримані автором особисто і приведені в 14 наукових публікаціях. Роботи [2, 6, 8, 10-12, 14] виконані самостійно. У роботах, написаних у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає у наступному. В [1] проведено аналіз підходів формування раціональних маршрутів руху вантажних транспортних засобів в умовах інфраструктури транспорту. У [3] виконано дослідження особливостей взаємодії транспортних засобів з інфраструктурою в умовах ITS. В [4] визначено методи оперативного перерозподілу транспортних засобів в залежності від зміни транспортних умов їх експлуатації. В [5] представлена методика побудови і дослідження моделей контролю та управління технічним станом і режимами роботи транспортного засобу в умовах експлуатації. В [7] досліджено підходи до забезпечення дистанційного інтелектуального керування станом вантажних транспортних засобів. У [9] досліджено аналітичну складову частину інформаційно-аналітичної системи моніторингу засобів транспорту. В [13] узагальнено сучасні підходи забезпечення оперативного контролю дорожніх та транспортних умов експлуатації ТЗ засобами інтелектуальних транспортних систем.

Апробація результатів дисертації. Основні результати теоретичних і експериментальних досліджень дисертаційної роботи доповідались на наукових конференціях: International Scientific Conference «Transport Problems» (м. Catowice, 2013 р.); Міжнародна науково-технічна конференція «Університетська наука – 2015» (м. Маріуполь, 2015 р.); International Scientific and Practical Conference «TOPICAL PROBLEMS OF MODERN SCIENCE» (Warsaw, 2015); Міжнародна науково-практична конференція «Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика» (Херсон, 2020 р.); Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Автомобіль і електроніка. Сучасні технології» (м. Харків, 2020 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні тенденції розвитку автомобільного транспорту та галузевого машинобудування» (м. Харків, 2020 р.); Міжнародна науково-практична конференція Університетська наука – 2020 (м. Маріуполь, 2020 р.); Міжнародна науково-практична конференція Університетська наука – 2021 (м. Маріуполь, 2021 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 14 наукових працях: 7 публікацій у наукових фахових виданнях України та інших держав (включені до міжнародних наукометричних баз, у тому числі 1 публікація у НМБ Scopus (Q2)); 7 тез у збірниках доповідей наукових конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Обсяг основного тексту дисертаційної роботи становить 136 сторінок, 35 рисунків та 24 таблиці, 6 додатків на 19 сторінках, список використаних джерел включає 129 найменувань, розміщених на 18 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано вибір теми дисертаційної роботи, її актуальність, сформульовано мету і завдання досліджень, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Обґрунтовано актуальність теми, її наукову новизну й практичне значення. Наведено дані про методи досліджень, публікації, апробацію та структуру дисертації.

У першому розділі виконано аналіз теоретичних і практичних розробок щодо методів забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 та особливостей оперативного контролю витрати палива з урахуванням умов експлуатації ТЗ.

Особливостям підходів до забезпечення паливної економічності з урахуванням впливу різних факторів в змінних умовах експлуатації ТЗ присвячені роботи Говоруценка М.Я., Волкова В.П., Сахно В.П., Матейчика В.П., Фаробіна Я.Є., Чайникова Д.А. та інших авторів. Проведений аналіз вказує на те, що визначальними факторами, що впливають на витрату палива, є швидкість руху ТЗ, маса вантажу, нерівномірність руху, стан водія та інші, що визначаються окремими умовами експлуатації (дорожніми, транспортними, природно-кліматичними та культурою праці). Крім того важливе значення в процесі експлуатації вантажних ТЗ приділяється визначенню норм витрати палива на основі оперативної статистичної інформації. Однак комплексне оперативне врахування основних факторів формування паливної економічності, умов експлуатації ТЗ, коректних норм витрати палива та встановлення взаємозв'язків між ними можливе за допомогою застосування функціональних можливостей інтелектуальних транспортних систем (ITS).

Проведений аналіз засобів та технології забезпечення дистанційного оперативного контролю витрати палива та технічного стану ТЗ в умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою вказує на те, що дистанційний моніторинг є ефективним рішенням проблеми забезпечення паливної економічності, а також технічного стану ТЗ. Моніторинг паливовикористання, якості руху, технічного стану транспортних засобів відносно конкретних умов експлуатації дає можливість операторам служби експлуатації та технічної служби АТП отримувати інформацію про витрату палива, залишкову працездатність транспортних засобів і своєчасно здійснювати попереджувальні профілактичні дії на основі їх експлуатаційних параметрів. Аналіз стратегій і тактик забезпечення ефективності використання палива в умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою дозволив зробити висновок, що традиційна, сформована

протягом багатьох років система технічної експлуатації автомобілів, вже не відповідає в цілому сучасним вимогам, що підтверджує необхідність її вдосконалення.

Другий розділ присвячений формуванню методу забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 шляхом використання оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем. Для вирішення поставлених в роботі завдань в якості методологічної основи дослідження використовувався системний підхід. Відповідно до свого визначення, системність являє собою сукупність взаємопов'язаних елементів, що взаємодіють між собою для досягнення поставленої мети.

Цільовим функціоналом дослідження, а саме – процесу підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації ($Q(G_{III})$), є поєднання об'єктивних і суб'єктивних факторів експлуатації ТЗ, що забезпечують мінімальну витрату палива, які визначені, виходячи з аналізу виконаних раніше робіт. Об'єктивні фактори залежать від особливостей нормування витрати палива на маршруті (частині маршруту) (M_{i1}), повної маси (M_{i2}) ТЗ і умов експлуатації (M_{i3}) ТЗ зі складовими: дорожніми (M_{13}), транспортними (M_{23}), природно-кліматичними (M_{33}) і культурою праці (M_{43}). Суб'єктивні фактори залежать від технічного стану ТЗ (T_{ST3}) і режимів управління ТЗ (P_{DU}). Запропонований функціонал можливо представити у такому вигляді:

$$\begin{cases} Q(G_{III}) = F_t((M_{i1}, M_{i2}, M_{i3}(M_{13}, M_{23}, M_{33}, M_{43})); (T_{ST3}, P_{DU})) \rightarrow \max \\ G_{III} \rightarrow \min \end{cases} \quad (1)$$

Для реалізації представленого функціоналу у відповідності до структури методики наукового дослідження з використанням методу морфологічного аналізу виконана систематизація можливих схем варіантів підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3. Для цього були виділені основні функціональні елементи з їх складовими: оснащення ТЗ засобами для забезпечення оперативного контролю і забезпечення паливної економічності, та оснащення інфраструктури засобами для забезпечення оперативного контролю і забезпечення паливної економічності. Для основних морфологічних ознак функціональних елементів складено перелік конкретних варіантів (від 2 до 7) їх технічної реалізації, від яких залежить досягнення цілей дослідження в цілому.

Для вирішення поставлених завдань запропонована структурно-логічна схема системного вирішення задач забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3. Процеси вирішення поставлених задач базуються на реалізації системної взаємодії трьох взаємопов'язаних складових: процесної, інформаційної і аналітичної (рис. 1). Для підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 і функціонування процесної та аналітичної складових реалізується інформаційна, яка передбачає забезпечення ідентифікації двигуна і ТЗ, додаткових датчиків, засобів інфраструктури у процесах транспортування вантажів, моніторинг параметрів технічного стану і витрати палива транспортним двигуном і ТЗ у складі автопоїзда, збирання і зберігання отриманих результатів в умовах ITS.

Процес формування методу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем передбачає

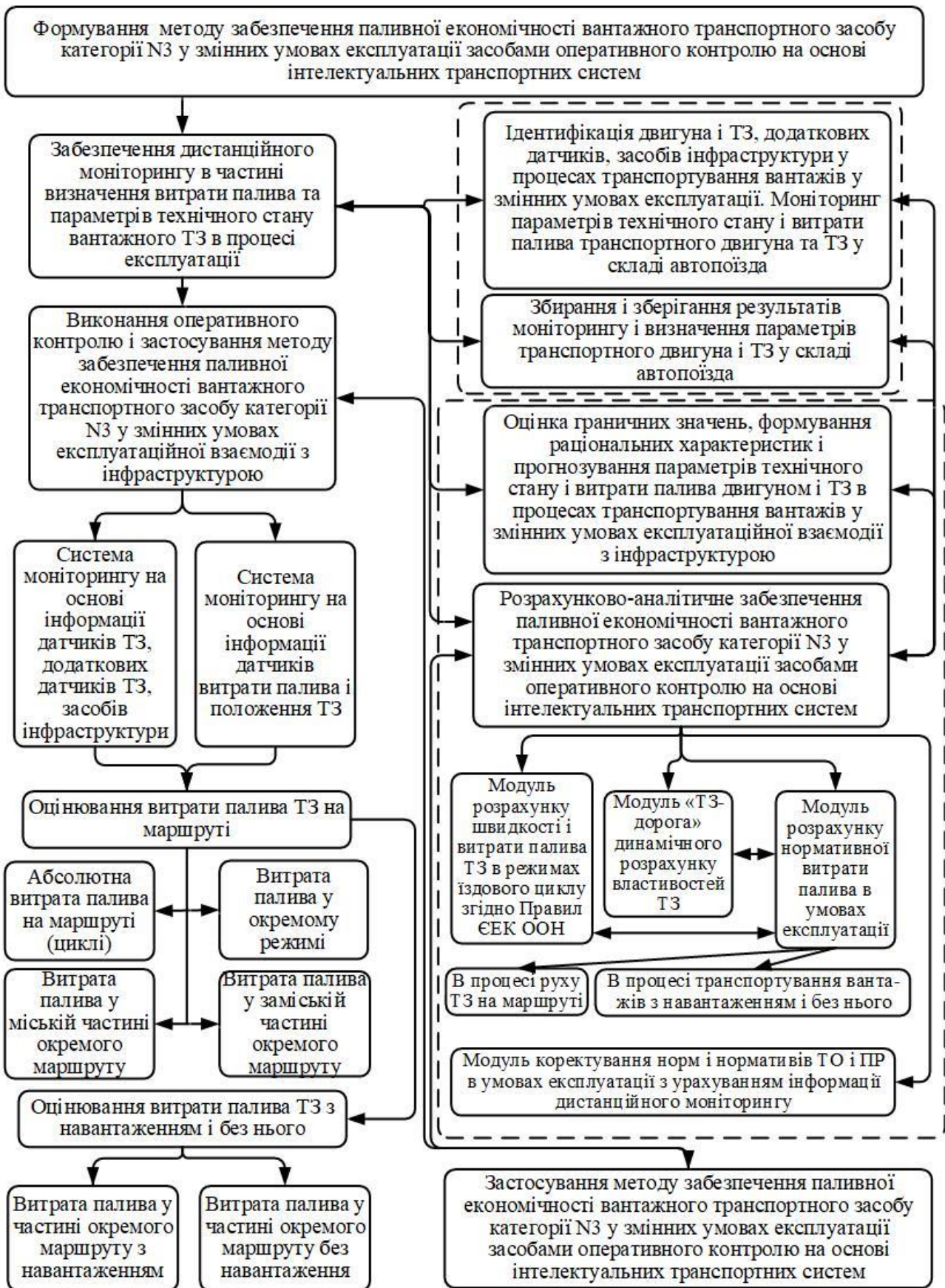


Рисунок 1 - Функціональна схема формування методу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем

уточнення інформації про витрату палива, фактичний технічний стан і методи й засоби їх реалізації. Вказану задачу на основі інформації про параметри витрати палива і технічного стану можливо виразити, як складну функцію в реалізації відповідних задач, показаних у відповідності до (1) у рівнянні (2):

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{G\pi}(\bar{H}_t, t, \Delta t, \bar{X}_i(t), \bar{X}_i(t - \Delta t), \dots, \bar{X}_i(t - n\Delta t), DK_{ii}) = S_{G\pi}; \\ S_{G\pi} = \Omega_l^{m_i}(e_Q, r)^j; \\ S_{G\pi} = F_{G\pi}(S_{T3S}; S_{T3L}; S_{T3M}); \\ S_{G\pi} = F_{G\pi}((M_{i1}, M_{i2}, M_{i3}); (T_{ST3}, P_{DU})); \\ M_{i1} = F_{i1i}(\bar{X}_{GMi}(t)); \\ M_{i2} = F_{i2i}(\bar{X}_{G2i}(t)); \\ M_{i3} = F_{i3i}((\bar{X}_{Mt13i}(t)); (\bar{X}_{Mt23i}(t)); (\bar{X}_{Mt33i}(t)); (\bar{X}_{Mt43i}(t))); \\ T_{ST3} = F_{ST3i}((\bar{X}_{GMi}(t)), DK_{ii}); \\ P_{DU} = F_{DUi}(\bar{X}_{DUi}(t)), \end{array} \right. \quad (2)$$

де $F_{G\pi}$ – інформація про параметри витрати палива і технічного стану вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації у взаємодії з інфраструктурою; \bar{H}_t – вектор органа(ів) керування двигуном і автопоїздом в часі t ; t – поточний час; Δt – інтервал між вимірюваннями; n – кількість інтервалів у минулому; $\bar{X}_i(t)$ при $i = 1, \dots, m$ – параметри витрати палива і характеристики технічного стану в процесах моніторингу у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів (швидкість ТЗ, завантаження вантажного автопоїзда тощо); m – кількість вимірюваних параметрів і характеристик; DK_{ii} – статус несправностей автопоїзда на основі результатів їх визначення; Ω – оператор відображення; $S_{G\pi}$ – система (багаторозмірний показник) забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем (у даному випадку система $S_{G\pi}$ являє собою відображення властивостей підоб’єктів e_Q і їх відношень r для m_i по J в l , підоб’єктів отримання інформації і підоб’єктів забезпечення паливної економічності у складових); m_i – кількість засобів отримання інформації про параметри стану ТЗ; l – зв’язки між засобами спостереження та об’єктами забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3; e_Q – множина підоб’єктів забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3; r – множина відношень між ними; J – завдання оперативного контролю і управління; S_{T3S} – складова функціоналу забезпечення $S_{G\pi}$ інформацією про експлуатацію ТЗ на основі серверних рішень виконання моніторингу; S_{T3L} – складова функціоналу забезпечення $S_{G\pi}$ інформацією про застосування за призначенням і експлуатацію автопоїзда на основі локального джерела інформації виконання моніторингу; S_{T3M} – складова функціоналу забезпечення $S_{G\pi}$ інформацією про експлуатацію ТЗ на основі мережевих баз даних виконання моніторингу; $F_{G\pi}$ – інформація про параметри процесу підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації (1), як поєднання об’єктивних і суб’єктивних факторів експлуатації ТЗ; F_{i1i} – інформація

про параметри нормування витрати палива на маршруті (частині маршруту) вантажного ТЗ категорії N3; F_{i2i} – інформація про параметри повної маси вантажного ТЗ; F_{i3i} – інформація про параметри умов експлуатації ТЗ з наступними складовими: дорожні, транспортні, природно-кліматичні і культури праці у змінних умовах експлуатації у взаємодії з інфраструктурою; F_{ST3i} – інформація про параметри технічного стану вантажного ТЗ; F_{DUi} – інформація про параметри режимів управління вантажного ТЗ; $\bar{X}_{GMi}(t)$ при $i = 1, \dots, m$ – параметри нормування витрати палива на маршруті (частині маршруту) вантажного ТЗ, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів; $\bar{X}_{G2i}(t)$ при $i = 1, \dots, m$ – параметри повної маси (M_{i2}) вантажного ТЗ категорії N3; $\bar{X}_{M13i}(t)$, $\bar{X}_{M123i}(t)$, $\bar{X}_{M133i}(t)$, $\bar{X}_{M143i}(t)$ при $i = 1, \dots, m$ – параметри умов експлуатації ТЗ з наступними складовими (відповідно): дорожні, транспортні, природно-кліматичні і культури праці у змінних умовах експлуатації у взаємодії з інфраструктурою, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів; $\bar{X}_{GMi}(t)$ - при $i = 1, \dots, m$ – параметри технічного стану вантажного ТЗ категорії N3 в процесах моніторингу, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів; $\bar{X}_{DUi}t(t)$ - при $i = 1, \dots, m$ – параметри режимів управління вантажним ТЗ категорії N3.

Процесна складова системи формує забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації на основі інформації оперативного контролю. Аналітична складова призначена для оцінки граничних значень, формування оптимальних характеристик і прогнозування параметрів технічного стану та витрати палива двигуном і ТЗ у процесах транспортування вантажів. Також аналітична складова виконує розрахунково-аналітичне формування відповідної складової виконання оперативного контролю і, в цілому, забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 в його окремих складових при відтворенні процесів забезпечення паливної економічності.

Вибір способу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою здійснювався на основі удосконаленого методу визначення і розрахунку витрати палива за рахунок відповідних розрахункових модулів (рис. 1), як вибір та використання того чи іншого способу коректування витрати палива за рахунок маси вантажу, що транспортується ТЗ, швидкісного режиму, нормативної витрати палива на маршруті, коректування нормативів ТО і ПР і режимів керування ТЗ в заданих умовах експлуатації тощо. Особливість представленого удосконаленого методу визначення і розрахунку витрати палива полягає у розрахунково-аналітичному супроводі процесів експлуатації ТЗ і для оцінювання паливної економічності ТЗ. У попередніх дослідженнях не використовувався такий підхід саме для вантажних ТЗ при одночасному використанні розрахункових модулів з удосконаленими методами застосування в них отриманих в результаті моніторингу значень залежностей зміни маси вантажу, що транспортується ТЗ, швидкісного режиму ТЗ, коректування нормативів ТО і ПР тощо. Причому, вказане вище, безперервне оцінювання відбувалось для процесів використання ТЗ з урахуванням змінних умов і специфіки експлуатації.

Для використання аналітичної складової виконано вибір та удосконалення математичних моделей розрахунку показників паливної економічності в умовах експлуатації. За результатами експериментальних досліджень, які проводились за планом факторного експерименту, визначені коефіцієнти поліноміальних залежностей і величини показників витрати палива ТЗ в заданих точках.

Для визначення паливної економічності ТЗ в умовах експлуатації при відтворенні процесів в розрахунково-аналітичному забезпеченні були обрані математичні моделі на основі диференціальних і алгебраїчних рівнянь, розроблених в НТУ, ХНАДУ і особисто автором, які були адаптовані з відповідними змінами в частині вихідних даних і алгебраїчних рівнянь автором для спільного їх використання в дослідженні (рис. 1). Застосування запропонованого методу при використанні розрахунково-аналітичного забезпечення системи з удосконаленими математичними моделями потрібно для дослідження паливної економічності транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації.

Розроблені моделі бази даних інформаційної системи забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем в умовах експлуатації з перспективами їх використання в подальшому. Модель предметної області $M_{зар}$ системи моніторингу параметрів витрати палива, технічного стану ТЗ разом з реєстраторами, трекером та засобами реєстрації фізичного стану оператора(ів) представлена у вигляді множини компонентів і складових інформаційної системи, а саме параметрів технічного стану (витрати палива) ТЗ $M_{ТЗ}$; режимів роботи оператора(ів) M_{tg} ; додаткових параметрів стану автопоїзда M_{tr} та фізичного стану оператора(ів) $M_{ФСОі}$. Формули представлені в загальному вигляді:

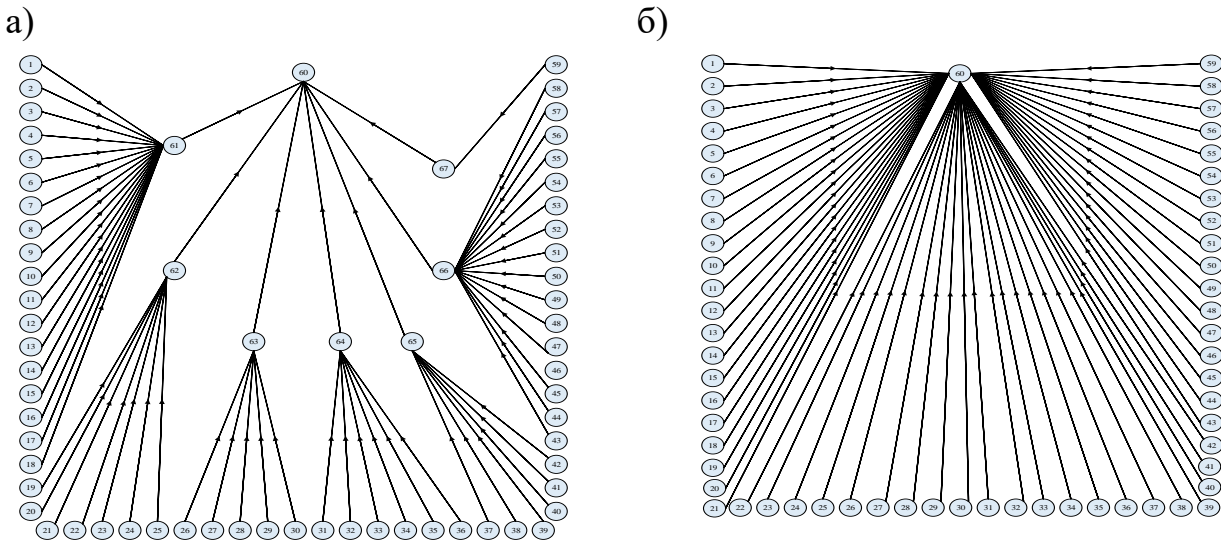
$$M_{зар} = \left\{ \begin{array}{l} M_{ТЗ} \\ M_{tg} \\ M_{tr} \\ M_{ФСОі} \end{array} \right\}_{ТЗ} = \left\{ \begin{array}{l} \langle O_{ТЗ}, V_{ТЗ \text{ вх.}}, V_{ТЗ \text{ вих.}}, F_{ТЗ}, H_{ТЗ}, P_{ТЗ}, R_{ТЗ} \rangle \\ \langle O_{tg}, V_{tg \text{ вх.}}, V_{tg \text{ вих.}}, F_{tg}, H_{tg}, P_{tg}, R_{tg} \rangle \\ \langle O_{tr}, V_{tr \text{ вх.}}, V_{tr \text{ вих.}}, F_{tr}, H_{tr}, P_{tr}, R_{tr} \rangle \\ \langle O_{ФСОі}, V_{ФСОі \text{ вх.}}, V_{ФСОі \text{ вих.}}, F_{ФСОі}, H_{ФСОі}, P_{ФСОі}, R_{ФСОі} \rangle \end{array} \right\}, \quad (3)$$

де (показано функціонал моделі предметної області (3) тільки для ТЗ): $V_{ТЗ \text{ вх}} = \{v_{ТЗ l} | l \in L_{ТЗ \text{ вх}}\}$ – множини вхідних інформаційних елементів; $V_{ТЗ \text{ вих}} = \{v_{ТЗ l} | l \in L_{ТЗ \text{ вих}}\}$ – множини вихідних інформаційних елементів; $V_{ТЗ} = V_{ТЗ \text{ вх}} \cup V_{ТЗ \text{ вих}}$ – множини інформаційних елементів; $F_{ТЗ} = \{f_{ТЗ i} | i_{ТЗ} = \overline{1, I_{ТЗ}}\}$ – множини функцій користування; $H_{ТЗ} = \{h_{ТЗ j} | j_{ТЗ g} = \overline{1, J_{ТЗ}}\}$ – множини завдань обробки даних системи моніторингу параметрів; $P_{ТЗ} = \{p_{ТЗ k} | k_{ТЗ} = \overline{1, K_{ТЗ}}\}$ – множини користувачів; $R_{ТЗ} = \{r_{ТЗ y} | y_{ТЗ} = \overline{1, Y_{ТЗ}}\}$ – множини відносин системи. За аналогією складові представлені для компонентів M_{tg} , M_{tr} , $M_{ФСОі}$.

Для предметної області інформаційної системи забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем визначили існуючий загальний інформаційний елемент для всіх інформаційних груп. Цей елемент «Час збирання інформації» – $d_{ТЗ60}$, d_{tg94} , d_{tr132} , $d_{ФСО159}$, які є ключовими з причини семантичної залежності даних моніторингу параметрів технічного стану ТЗ від часу збирання інформації. Тобто, з урахуванням особливостей системи, розроблена інформаційна система моніторингу параметрів стану ТЗ, має множини

ключів: $W_{1.1} = \{d_{60}\}$, $W_{2.1} = \{d_{94}\}$, $W_{3.1} = \{d_{132}\}$, $W_{4.1} = \{d_{159}\}$; i , відповідно, множина атрибутів системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, з встановленими компонентами: $W_{1.2} = \left\{\frac{d_i}{i} = 1, \dots, 59\right\}$, $W_{2.2} = \left\{\frac{d_i}{i} = 80, \dots, 93\right\}$, $W_{3.2} = \left\{\frac{d_i}{i} = 120, \dots, 131\right\}$, $W_{4.2} = \left\{\frac{d_i}{i} = 151, \dots, 158\right\}$.

В дисертації побудована реляційна модель системи моніторингу на основі канонічної структури бази даних, відповідно до множини допустимих значень основних параметрів технічного стану ТЗ. Таким чином, отриманої в результаті проведеного аналізу інформації достатньо для створення системи забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем, в тому числі і в компонентах системи моніторингу.



а) оргграф G інформаційної структури моделі системи у складі компонентів;
б) оргграф G канонічної структури моделі системи

Рисунок 2 – Оргграфи системи забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем

Для розрахунків в частині розрахунково-аналітичної системи, враховуючи змінний характер процесів приведена норма витрати палива на ділянці розраховувалась:

$$G_{\Pi ij}^{\text{норм}}(t) = \frac{((G_{\text{б.лін}}^{\text{норм}} + G_{\text{пр } j}^{\text{норм}}(t) \cdot m_{\text{пр } j}) \cdot S_{ij} + G_{\text{тр.роб } ij}^{\text{норм}}(t) \cdot m_{\text{вант } j} \cdot S_{\text{вант } ij}) \cdot (1 + 0,01 \cdot K_Z ij(t))}{100}, \quad (4)$$

де $G_{\Pi ij}^{\text{норм}}(t)$ – приведена норма витрати палива для i -ї ділянки j -ї поїздки ТЗ, л/100 км; $G_{\text{б.лін}}^{\text{норм}}$ – базова лінійна норма витрати палива ТЗ, л/100 км; $G_{\text{пр } j}^{\text{норм}}(t)$ – норма витрати палива на одну тону спорядженої маси напівпричепа для j -ї поїздки, л/100 т·км; $m_{\text{пр } j}$ – споряджена маса напівпричепа, т; S_{ij} – довжина ділянки i для j -ї поїздки, км; $G_{\text{тр.роб } ij}^{\text{норм}}(t)$ – норма на транспортну роботу, л/100 т·км; $m_{\text{вант } j}$ – маса вантажу, що транспортується ТЗ для j -ї поїздки, т; $S_{\text{вант } ij}$ – відстань поїздки з вантажем на ділянці i j -ї поїздки, км; $K_Z ij(t)$ – сумарний коригуючий коефіцієнт, що враховує умови експлуатації ТЗ для i -ї ділянки j -ї поїздки.

Враховуючи змінний характер процесів експлуатації ТЗ і, відповідно, витрати палива на ділянках, для оцінювання паливної економічності було запропоновано застосовувати коефіцієнт паливовикористання, що враховує режими руху ТЗ на ділянках маршруту $k_{пв\ ij}^{p.p.}(t)$ і коефіцієнт стійкої економії палива $k_{ек.пал.j}^{ст.}(t)$:

$$k_{пв\ ij}^{p.p.}(t) = 1 - \frac{G_{п\ ij}^{\phi}(t)}{G_{п\ ij}^{норм}(t)}; \quad (5)$$

$$k_{ек.пал.j}^{ст.}(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{-\frac{\delta G_{п\ ij}(t)}{G_{п\ ij}^{норм}(t)} \cdot 10}, \quad (6)$$

де $k_{пв\ ij}^{p.p.}(t)$ - коефіцієнт паливовикористання, що враховує режими руху ТЗ на i -й ділянці j -ї поїздки; $G_{п\ ij}^{\phi}(t)$ – фактична витрата палива на ділянці маршруту на i -й ділянці j -ї поїздки; $G_{п\ ij}^{норм}(t)$ – нормативна витрата палива на i -й ділянці j -ї поїздки; $k_{ек.пал.j}^{ст.}(t)$ – коефіцієнт стійкої економії використання палива для j -ї поїздки; n – кількість ділянок j -ї поїздки; $\delta G_{п\ ij}(t)$ – приведена економія палива для i -ї ділянки j -ї поїздки, л/100 км; $G_{п\ ij}^{норм}(t)$ – норма витрати палива для i -ї ділянки j -ї поїздки, л/100 км.

У третьому розділі викладено мету, програму, методику досліджень та особливості процесів моніторингу витрати палива транспортними засобами категорії N3 в процесах транспортування вантажів у змінних умовах експлуатації засобами ITS.

Об'єктами експериментальних досліджень є транспортні засоби категорії N3, а саме автопоїзди Mercedes-Benz Actros 1841 LS та DAF XF 105.460. Експериментальні дослідження проводились у два етапи. На *першому етапі* був проведений моніторинг параметрів витрати палива і технічного стану ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS, під час рейсу за маршрутом Варшава (Польща) – Маріуполь (Україна). Протягом руху ТЗ на відстані 1560 км проводився дистанційний моніторинг основних експлуатаційних параметрів стану ТЗ, реалізований методами спостереження в реальному часі. Для цього застосовувалась повна інформаційна модель.

На *другому етапі* експериментальних досліджень проводився моніторинг параметрів витрати палива і технічного стану ТЗ DAF XF 105.460, під час рейсу за маршрутом у межах Маріупольського промислового вузла (Україна): ПрАТ «МК «Азовсталь» – ДП «Маріупольський морський торговельний порт» – ПрАТ «МК «Азовсталь», при здійсненні перевезень вантажів. Протягом руху ТЗ на маршруті, відстань якого складає 127 км (6131 км/місяць), проводився дистанційний моніторинг основних експлуатаційних параметрів стану ТЗ, реалізований в реальному часі. Для цього застосовувалась друга (скорочена) інформаційна модель, на основі датчиків рівня палива.

Для вирішення поставленої мети досліджень в частині програми експериментів в умовах ITS була розроблена загальна методика побудови і моделювання системи моніторингу витрати палива та характеристик технічного стану ТЗ категорії N3 на маршруті з урахуванням маси вантажу та транспортних умов в процесі експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою. Для забезпечення дослідження використовувались можливості встановленого на транспортний засіб бортового комплексу у складі трекеру, штатних та додаткових датчиків. Розроблено схему інформаційного обміну між елементами бортового комплексу моніторингу витрати

палива та характеристик технічного стану ТЗ. Особливість запропонованої системи полягає в модульному принципі побудови, що дозволяє враховувати фактори впливу на витрату палива як в сукупності, так і окремо кожного з них.

Обмін інформацією в системі моніторингу здійснювався через мережі зв'язку, що дозволяє передавати як цифрові, так і аналогові дані. В процесах здійснення моніторингу технічного стану ТЗ категорії N3 отримана інформація проходила алгоритмічну обробку для формування повідомлень та масивів, які передавались на сервер та до автоматизованих робочих місць експлуатаційної та технічної служб.

Четвертий розділ присвячено обробці та аналізу результатів експериментальних досліджень і розрахункам на математичних моделях розрахунково-аналітичної частини.

Метою проведених в роботі експериментальних досліджень було визначення даних для перевірки адекватності та побудови математичних моделей щодо витрати палива транспортними засобами категорії N3 в процесах транспортування вантажів у змінних умовах експлуатації засобами ІТС.

У процесі експериментальних досліджень були отримані характеристики зміни витрати палива у відповідних умовах експлуатації. Отримані експериментальні характеристики, для прикладу, були описані поліноміальною залежністю:

$$G_{ТЗ} = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + \dots + a_n \cdot x^n \quad (7)$$

де a_0, \dots, a_n - поліноміальні коефіцієнти (табл. 1).

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів поліноміальних залежностей витрати палива транспортного засобу категорії N3

Параметр	Коефіцієнт поліноміальних залежностей						
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
ТЗ – DAF XF 105.460							
$G_{ТЗ}^{3.М.}$	112,64	-69,682	15,83	-1,3395	$3,77 \cdot 10^{-2}$	–	–
$G_{ТЗ}^{3.3.М.}$	55,9	-3,7924	0,2181	–	–	–	–
$G_{ТЗ}^{П.М.}$	691,17	-256,09	34,481	-1,9529	0,0396	–	–
ТЗ – Mercedes Actros 1841 LS							
$G_{ТЗ}^{3.М.}$	39,929	-5,2225	-0,6999	-0,0359	$8 \cdot 10^{-4}$	$-6 \cdot 10^{-6}$	–
$G_{ТЗ}^{3.3.М.}$	31,09	-0,3487	-0,04	$6,4 \cdot 10^{-3}$	$-3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-6}$	$-4 \cdot 10^{-8}$

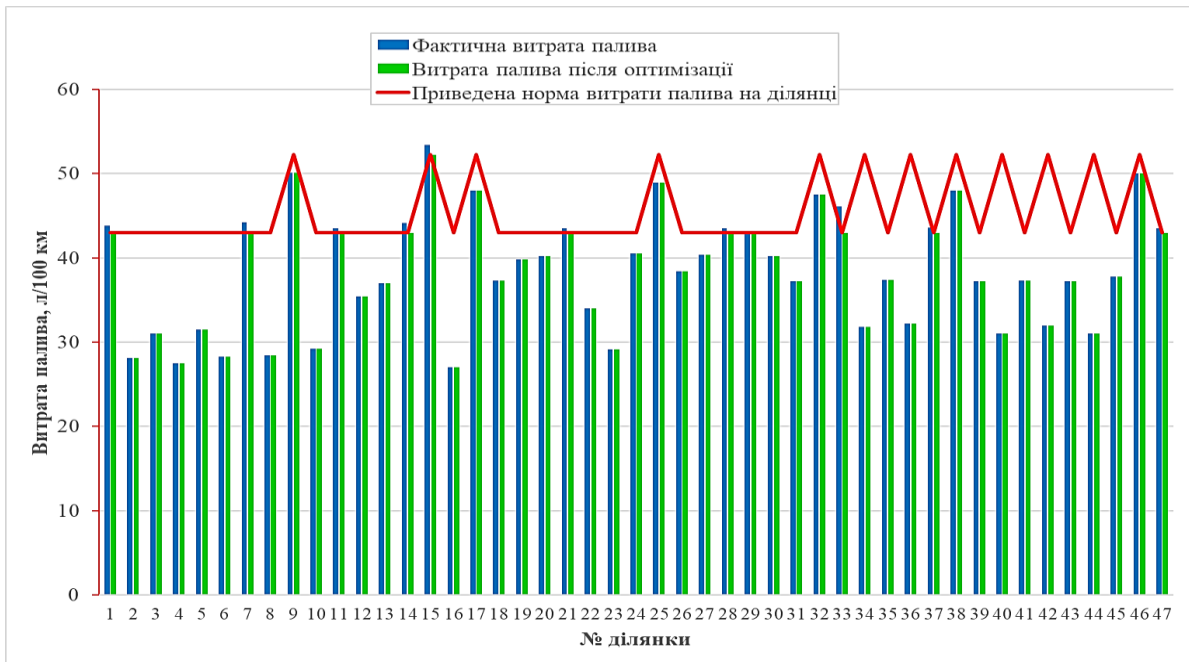
Перевірка адекватності отриманих математичних залежностей, які описують показники витрати палива вантажного ТЗ, проводилась з використанням критерію Фішера та середньоквадратичного відхилення і показала, що отримані залежності з достатньою точністю описують процес паливовикористання ТЗ категорії N3.

Для виконання аналізу можливостей застосування розробленого методу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 в змінних умовах експлуатації за допомогою оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем отримано масиви чисельних характеристик дослідних параметрів. При цьому досліджувались основні техніко-економічні показники вантажних ТЗ на протязі всього маршруту, який було розділено на ділянки.

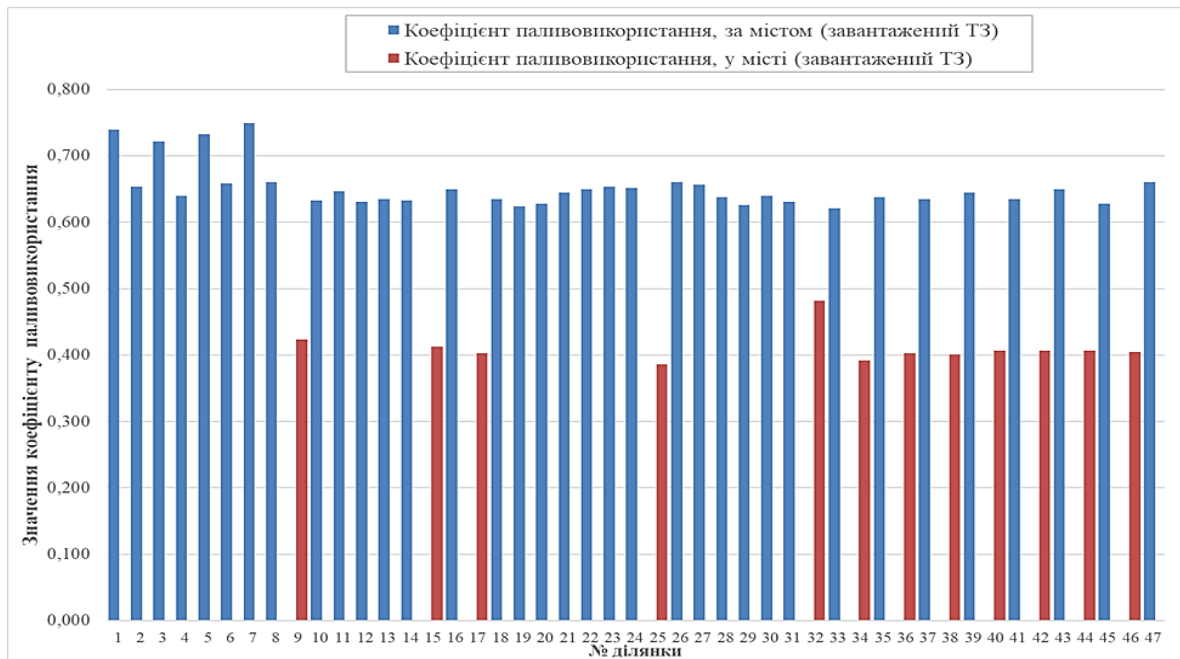
В процесі експериментальних досліджень моніторингу параметрів технічного стану і витрати палива ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS на міжнародному маршруті,

досягнуте зменшення фактичної витрати палива як в замському режимі руху, так і в місті шляхом нормування витрати палива (рис. 3).

а)



б)



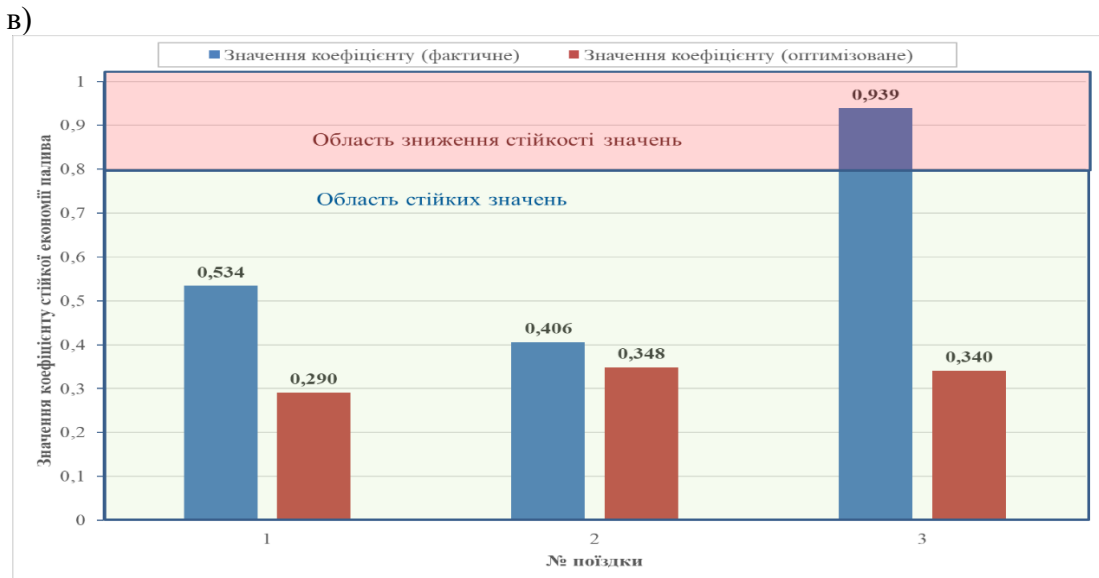
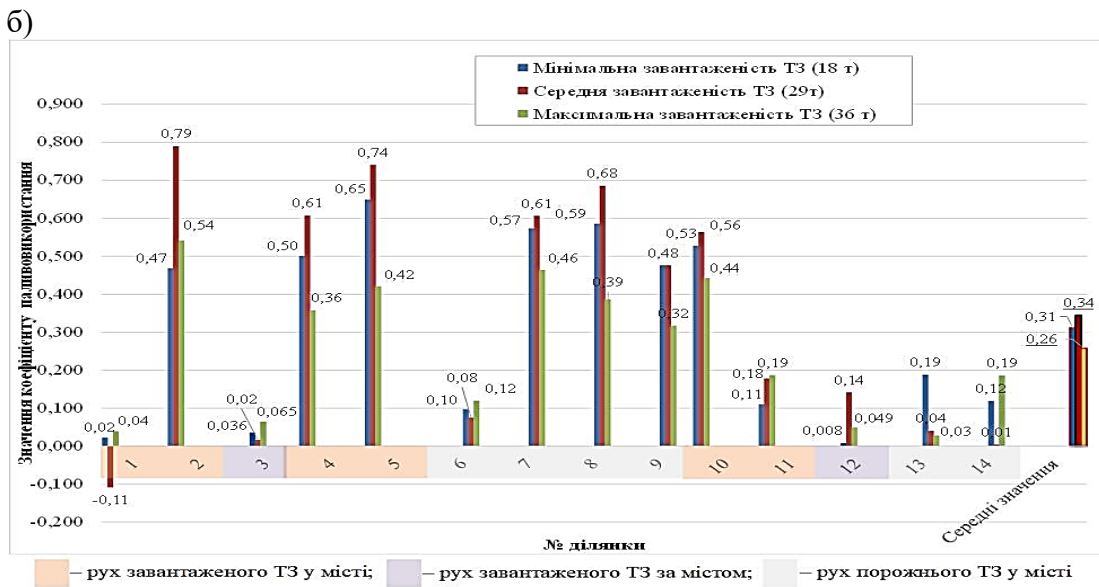
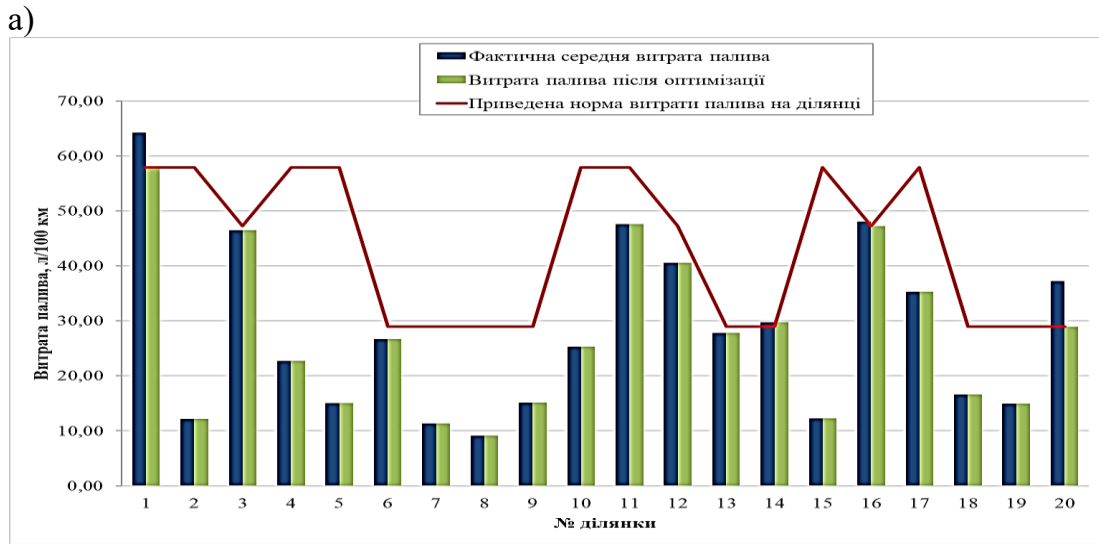
а) – нормування витрати палива;

б) – значення коефіцієнту паливовикористання, що враховує режим руху

Рисунок 3 – Результати зменшення фактичної витрати палива ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS

Дослідження результатів моніторингу параметрів технічного стану і витрати палива ТЗ DAF XF 105.460 враховувало особливість його експлуатації, а саме постійне комбінування міського та замського режимів. Досягнуте зменшення фактичної витрати палива в усіх режимах експлуатації автопоїзду (рис. 4).

В цілому в результаті реалізації розробленого методу забезпечення паливної економічності вантажних транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах



а) – нормування витрати палива; б) – значення коефіцієнту паливовикористання, що враховує режим руху; в) – коефіцієнт стійкої економії палива

Рисунок 4 – Результати зменшення фактичної витрати палива ТЗ DAF XF 105.460

експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем отримали наступні результати: для ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS середня витрата палива знизилась при експлуатації у місті завантаженого – з 34,1 л/100 км до 32,4 л/100 км, що складає 5 %, за містом завантаженого – з 28 л/100 км до 27,45 л/100 км, що складає 2 %, у середньому на 1 – 3 % (рис. 3); для ТЗ DAF XF 105.460 середня витрата палива знизилась при експлуатації у місті завантаженого – з 34,3 л/100 км до 31,1 л/100 км, що складає 10,3 %, за містом завантаженого – з 45 л/100 км до 43,1 л/100 км, що складає 4,3%, у місті порожнього – з 20,5 л/100 км до 18,4 л/100 км, що складає 10,4 %, у середньому на 5 – 6 % (рис. 4).

Коефіцієнт паливовикористання, що враховує режим руху змінюється в середньому в межах $k_{пв\ ij}^{p.p.}(t) = 0,38-0,74$ для ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS та в межах $k_{пв\ ij}^{p.p.}(t) = 0,26-0,34$ для ТЗ DAF XF 105.460. Крім того, коефіцієнт стійкої економії палива для ТЗ DAF XF 105.460 знизився за рахунок реалізації запропонованого методу з $k_{ек.пал.j}^{ст.}(t) = 0,406 - 0,939$ до $k_{ек.пал.j}^{ст.}(t) = 0,29 - 0,348$.

За результатами виконаних досліджень в частині визначення впливу умов експлуатації на особливості нормування витрати палива вантажними ТЗ були розроблені практичні рекомендації щодо взаємодії складових системи моніторингу витрати палива та характеристик технічного стану ТЗ, а також встановлення засобів моніторингу параметрів експлуатації ТЗ в практичній діяльності підприємств.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена важлива науково-прикладна задача підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 шляхом використання оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем. Результати проведених досліджень дозволили сформулювати основні теоретичні та науково-практичні висновки:

1. Аналіз теоретичних і практичних розробок в частині застосування методів і технологій забезпечення паливної економічності транспортних засобів в змінних умовах експлуатації показав, що вони мають низку недоліків і не гарантують вирішення загальних проблем в повному обсязі. Виконаний аналіз способів і методів моніторингу ТЗ, дистанційного оперативного контролю витрати палива, параметрів їх технічного стану і забезпечення паливної економічності підтвердив наявність значних невикористаних резервів підвищення паливної економічності ТЗ в умовах експлуатації.

2. Розроблено метод забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем, в основу якого покладено застосування коефіцієнтів паливовикористання та реалізацію системної взаємодії трьох взаємопов'язаних складових: процесної, інформаційної і аналітичної. Виконано систематизацію можливих схем варіантів підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 з використанням методу морфологічного аналізу.

3. Розроблено схему та інформаційну систему оперативного контролю витрати палива на основі бортового комплексу ITS і оцінювання результатів застосування методів і технологій забезпечення паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації. Розроблено моделі бази даних інформаційної системи дистанційного моніторингу витрати палива, параметрів ТЗ з двигуном і інших

складових. Особливість представленої системи полягає в тому, що підсистеми створюють спільне інформаційне поле моніторингу, але можуть діяти окремо одна від одної, виходячи з особливостей поставлених задач. Розроблено інформаційно-аналітичну систему для забезпечення оперативного контролю параметрів витрати палива, технічного стану ТЗ категорії N3, зміни параметрів системи моніторингу в умовах експлуатації засобами ITS. Аналітична частина системи за допомогою розроблених алгоритмів, сформованої системи і технічних засобів моніторингу здатна забезпечувати визначення і поєднання інформації в частині витрати палива і середніх швидкостей руху на дільницях руху, які є основними орієнтирами при визначенні раціональної витрати палива в умовах експлуатації ТЗ.

4. Удосконалено метод визначення і розрахунку витрати палива транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації. Для чого в частині розрахунково-аналітичного забезпечення застосовані модулі розрахунку швидкості і витрати палива ТЗ в режимах їздового циклу згідно Правил ЄЕК ООН, динамічного розрахунку властивостей ТЗ, розрахунку нормативної витрати палива в умовах експлуатації, коректування нормативів ТО і ПР в умовах експлуатації з урахуванням інформації дистанційного моніторингу. Удосконалена частина розрахунково-аналітичного забезпечення базується на визначенні режимів роботи двигуна ТЗ при умовному русі автомобіля за їздовим циклом, визначенні динамічних властивостей і паливної економічності вантажних транспортних засобів категорії N3, визначенні нормативної витрати палива в умовах експлуатації на елементах маршрутів, коректуванні нормативів технічних впливів в частині ТО і ПР в умовах експлуатації з урахуванням відповідних цим режимам експериментально виміряних показників витрати палива, швидкості руху, параметрів роботи двигуна ТЗ з наступним розрахунком за цими даними витрати палива і шкідливих викидів на окремих ділянках руху та в цілому.

5. Запропонована технологія і метод формування, обробки та дослідження результатів моніторингу параметрів витрати палива і технічного стану вантажного ТЗ категорії N3 і інших параметрів дослідної системи в умовах експлуатації, що дозволяє отримати значення середніх витрат палива і оцінювання ефективності паливовикористання вантажних ТЗ категорії N3 за окремими критеріями за допомогою розробленого бортового інформаційного комплексу.

6. В результаті проведення експериментальних досліджень на маршруті було виконано оперативне дистанційне визначення параметрів витрати палива і технічного стану транспортних засобів категорії N3. В результаті реалізації розробленого методу забезпечення паливної економічності вантажних транспортних засобів у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем отримали наступні результати: для ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS середня витрата палива знизилась при експлуатації у місті завантаженого – з 34,1 л/100 км до 32,4 л/100 км, що складає 5 %, за містом завантаженого – з 28 л/100 км до 27,45 л/100 км, що складає 2 %, у середньому на 1 – 3 %; для ТЗ DAF XF 105.460 середня витрата палива знизилась при експлуатації у місті завантаженого – з 34,3 л/100 км до 31,1 л /100 км, що складає 10,3 %, за містом завантаженого – з 45 л/100 км до 43,1 л/100 км, що складає 4,3 %, у місті порожнього – з 20,5 л/100 км до 18,4 л/100 км, що складає 10,4 %, у середньому на 5 – 6 %.

7. За результатами виконаного дослідження коефіцієнт паливовикористання, що враховує режим руху змінюється в середньому в межах $k_{пв\ ij}^{p.p.}(t) = 0,38 - 0,74$ для ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS, та $k_{пв\ ij}^{p.p.}(t) = 0,26-0,34$ для ТЗ DAF XF 105.460. Коефіцієнт стійкої економії палива для ТЗ DAF XF 105.460 знизився за рахунок реалізації запропонованого методу з $k_{ек.пал.j}^{ст.}(t) = 0,406-0,939$ до $k_{ек.пал.j}^{ст.}(t) = 0,29-0,348$.

8. Результати дисертаційної роботи прийняті до використання в МПП «Азія», ТОВ «УкрАвтоІмпорт» і в ДВНЗ «ПДТУ».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні результати дисертації

1. Український Є.О. Формування раціональних маршрутів руху транспортних засобів в умовах індустріального центру [Електронний ресурс] / Я.І. Нефьодова, А.О. Лямзін, М.С. Мнацаканян, Є.О. Український // *Наукові вісті Дніпровського університету*. – 2012. – №7. – Режим доступу: http://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/2012_7_18.pdf

2. Український Є.О. Механізм забезпечення ефективності управління конфліктними транспортними потоками в умовах міського середовища. *Вчені записки Таврійського Національного університету імені В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. – С. 146–150.

3. Volodarets M., Gritsuk I., Ukrainskyi Y. et al. Development of the analytical system for vehicle operating conditions management in the V2I information complex using simulation modeling. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2020. – N 5/3 (107). – P. 6–16.

4. Український Є.О. Перспективи розвитку методів оперативного управління транспортними потоками в умовах вулично-дорожньої мережі міста / Є.О. Український, Т.А. Українська, Д.І. Ганжеєв // *Вчені записки Таврійського Національного університету імені В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. – 2020. – Т. 31 (70), № 5 2020. – С. 234–238.

Публікації у наукових періодичних виданнях іноземних держав

5. Gritsuk I., Khudiakov I., Ukrainskyi Y. et al. Features of the subject area of the information model of the system of remote monitoring of the technical condition and modes of operation of the truck. *Deutsche Internationale Zeitschrift für zeitgenössische wissenschaft*. – 2021. – № 9/2021, V.1 (May). – P. 53–58.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. Украинский Е.А. Информационные системы управления коммерческими транспортными потоками. *Materials of the V International Scientific Conference «Transport Problems»*, Poland, Catowice – 2013, P. 455–460. ISBN 978-83-935232-1-4

7. Гришук І.В., Худяков І.В., Український Є.О. Особливості формування підходів до забезпечення дистанційного інтелектуального керування станом вантажних транспортних засобів і режимами праці та відпочинку водіїв в умовах експлуатації. *Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика: матеріали VII Міжнар. науково-практ. конф. (Херсон, 9 -12 вересня, 2020 р.)*. – Херсон, 2020. – С. 85–89.

8. Український Є.О. Формування методу дистанційного V2I моніторингу параметрів експлуатації транспортного засобу. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*. Матеріали VII міжнародної науково технічної інтернет-конференції (Харків, 23-24 листопада 2020 р.). Харків – 2020 – С. 91–93.

9. Володарець М.В., Грицук І.В., Український Є.О. Особливості використання імітаційного моделювання в аналітичній складовій частині інформаційно-аналітичної системи моніторингу засобів транспорту. *Сучасні тенденції розвитку автомобільного транспорту та галузевого машинобудування: наукові праці Міжнар. науково-практ. конф. (Харків, 16 -18 вересня, 2020 р.)*. – Харків, 2020. – С. 66–69.

10. Український Є.О. Особливості експлуатації вантажних транспортних засобів в умовах інфраструктури міста. *Університетська наука - 2021: тези доп. Міжнар. науково-техн. конф. (Маріуполь, 19–20 травня 2021 р.)* : в 4 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2021. – Т. 3. – С. 67–68.

Наукові праці, які додатково розкривають результати дисертації

11. Украинский Е.А. Механизм эффективного управления реверсивными транспортными потоками в условиях промышленного узла. *Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования*. 2015. – Том 2. Выпуск 2 (3). – С. 854–858. ISSN 2409-7829.

12. Украинский Е.А. Особенности распределения автотранспортных потоков в условиях промышленного района. Материалы международной научно – технической конференции «Университетская наука – 2015»: 19-20 мая 2015 г.: Сб. научн. тр. – Мариуполь: ПГТУ. – 2015. – Т. II. – С. 186–187.

13. Украинский Е.А. Механизм оценки транзитного потенциала узлов транспортной сети промышленного района / А.А. Лямзин, Е.А. Украинский, Т.А. Украинская // Materials of the II International Scientific and Practical Conference «TOPICAL PROBLEMS OF MODERN SCIENCE», Poland, Warsaw – 2017, v. 1, pp. 12–17.

14. Український Є.О. Особливості формування конфліктів в транспортних потоках в міському середовищі. *Університетська наука – 2020: тези доп. Міжнар. науково-техн. конф. (Маріуполь, 20–21 травня 2020 р.)* : в 4 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2020. – Т. 3. – С. 67–68.

АНОТАЦІЯ

Український Є.О. Підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» (27 – Транспорт). – Державний університет «Житомирська політехніка», Міністерство освіти і науки України, м. Житомир, 2021.

Дисертація присвячена підвищенню паливної економічності транспортних засобів категорії N3 шляхом використання оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем, а також засобів її реалізації. Для вирішення вказаної задачі досліджено і сформовано метод забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу в змінних умовах експлуатації за допомогою оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем. Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці рекомендацій щодо застосування методу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3, який у змінних умовах експлуатації дозволяє врахувати інформацію засобів оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Результати експериментальних досліджень оперативного контролю витрати палива, технічного стану ТЗ категорії N3

і інших параметрів дослідної системи в умовах експлуатації дозволяє оцінювати значення середніх витрат палива і підвищувати паливну економічність вантажних транспортних засобів за окремими критеріями на основі інформації, отриманої з бортового інформаційного комплексу.

Ключові слова: *паливна економічність, витрата палива, транспортний засіб категорії N3, умови експлуатації, моніторинг, інформаційна система, метод, норматив, бортовий інформаційний комплекс, оперативний контроль.*

АННОТАЦИЯ

Украинский Е.А. Повышение топливной экономичности транспортных средств категории N3. Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 «Эксплуатация и ремонт средств транспорта» (27 - Транспорт). - Государственный университет «Житомирская политехника», Министерство образования и науки Украины. Житомир, 2021.

Диссертация посвящена повышению топливной экономичности транспортных средств категории N3 путем использования оперативного контроля расхода топлива и средств интеллектуальных транспортных систем, а также средств ее реализации. Для решения указанной задачи исследованы и сформированы подходы и метод обеспечения топливной экономичности грузового транспортного средства в изменяющихся условиях эксплуатации с помощью оперативного контроля расхода топлива и средств интеллектуальных транспортных систем. Проведены расчетные и экспериментальные исследования автопоездов Mercedes-Benz Actros 1841 LS и DAF XF 105.460 для определения путей и методов повышения топливной экономичности транспортных средств категории N3 в условиях эксплуатации. Впервые в диссертации был предложен подход к определению топливной экономичности транспортных средств категории N3 по коэффициентам использования топлива в изменяющихся условиях эксплуатации с помощью оперативного контроля расхода топлива и средств интеллектуальных транспортных систем, основанный на одновременном использовании данных экспериментальных исследований и результатов расчета на математических моделях. Усовершенствован метод определения и расчета расхода топлива транспортных средств категории N3 в условиях эксплуатации, оснащенных бортовым информационным комплексом, который с помощью разработанных алгоритмов, сложившейся системы и технических средств мониторинга способен обеспечивать определение и сочетание информации в части расхода топлива и средних скоростей на участках движения, являющихся основными ориентирами при определении рационального расходования топлива на маршрутах движения ТС. Получили дальнейшее развитие методы формирования системы дистанционного мониторинга расхода топлива и параметров технического состояния транспортных средств категории N3, основанные на одновременном использовании штатных средств получения информации бортовой части ТС и дополнительных датчиков, установленных в системе питания, бортовой системе мониторинга и инфраструктуре эксплуатации ТС. Практическое значение полученных результатов заключается в разработке рекомендаций по применению метода обеспечения топливной экономичности грузовых транспортных средств категории N3, которые в изменяющихся условиях эксплуатации позволяют учесть информацию средств оперативного контроля на основе интеллектуальных транспортных систем.

Разработан и предложен подход к определению топливной экономичности транспортных средств категории N3 в условиях эксплуатации, основанный на одновременном использовании результатов экспериментальных исследований и полученных данных расчетного исследования на математических моделях. При этом результаты мониторинга параметров расхода топлива и технического состояния грузового транспортного средства и других параметров исследуемой системы в условиях эксплуатации позволяет оценивать значение средних расходов топлива и повышать топливную экономичность ТС категории N3 по отдельным критериям с помощью разработанного бортового информационного комплекса. Основные результаты исследований приняты к использованию и внедрению в МЧП «Азия», ООО «УкрАвтоИмпорт» и в учебном процессе в ГВУЗ «ПГТУ» при преподавании учебных дисциплин.

Ключевые слова: *топливная экономичность, расход топлива, транспортное средство категории N3, условия эксплуатации, мониторинг, информационная система, метод, норматив, бортовой информационный комплекс, оперативный контроль.*

ABSTRACT

Ukrainskyi Ye.O. Improving the fuel efficiency of vehicles of category N3. Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation is for obtaining degree by the candidate of technical sciences in specialty 05.22.20 "Operation and repair of transport means " (27 - Transport). - Zhytomyr Polytechnic State University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Zhytomyr, 2021.

The dissertation is devoted to increase the fuel economy of vehicles of category N3 by using operative control of the fuel consumption, means of intelligent transport systems and of its realization. To solve this problem, it was investigated and formed the method of ensuring the fuel efficiency of freight vehicle in variable operating conditions by means of operational control of the fuel consumption and intelligent transport systems. The practical significance of the obtained results is to develop recommendations for the application of the method of the fuel economy for vehicles of category N3, which in variable operating conditions allows to take into account the information of operational control on the basis of intelligent transport systems. The results of monitoring the parameters of fuel consumption and technical condition of cargo vehicles of category N3 and other parameters of the experimental system in operation allows to evaluate the value of average fuel consumption and increase the fuel efficiency of freight vehicles by individual criteria and by using the developed onboard information complex.

Key words: *fuel efficiency, fuel consumption, vehicle of category N3, operating conditions, monitoring, information system, method, standard, onboard information complex, operational control.*

Наукове видання

**ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
КАТЕГОРІЇ N3**

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Український Євген Олександрович

Підписано до друку 10.08.2021 р. Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Зам. № 98

Надруковано в поліграфічному центрі
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»
вул. Університетська, 7, м. Маріуполь, 87555
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК No 3729 від 15.03.2010 р.