

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
Кафедра механічної інженерії та автомобільного транспорту**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня магістр

Галузь знань 27 - «Транспорт»
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

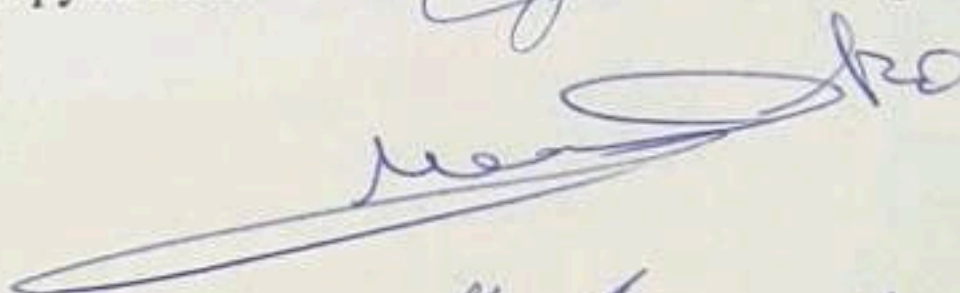
**на тему: ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАРШРУТНИХ
АВТОБУСІВ ПО КРИТЕРІЮ ВИТРАТИ ПАЛИВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Виконав: студент групи ААГ - 22м



Ярослав БЕЗВЕРХИЙ

Керівник



Сергій ЧУЙКО

В.о. завідувача кафедри



Олександр МЕЛЬНИК

Рецензент



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

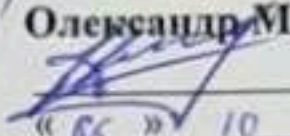
Кафедра: механічної інженерії та автомобільного транспорту

Освітній ступінь: «магістр»

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 - Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

в.о. завідувача кафедри МІ та АТ
Олександр МЕЛЬНИК

« 06 » 10 2025 р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня магістр

Безверхого Ярослава Романовича

1.Тема роботи: «Підвищення працездатності маршрутних автобусів по критерію витрати палива із застосуванням інформаційних технологій»

затверджена наказом вищого навчального закладу від «06» жовтня 2025р. №569-с

Керівник роботи: докт. філософ. Сергій ЧУЙКО

2. Строк подання студентом завершеної роботи: 15.12.2025р.

3. Вихідні дані до роботи: нормативні документи, статистичні дані.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вступ, стан питання і завдання досліджень, теоретичне обґрунтування методів контролю витрати палива, стан і розвиток інформаційних технологій на автомобільному транспорті, результати проведених досліджень і представлення рекомендацій по підвищенню працездатності автобусів по критерію витрати палива, список використаних джерел.

5. Пояснювально - роздавальний матеріал (презентація) – 16 слайдів.

Дата видачі завдання «06» жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

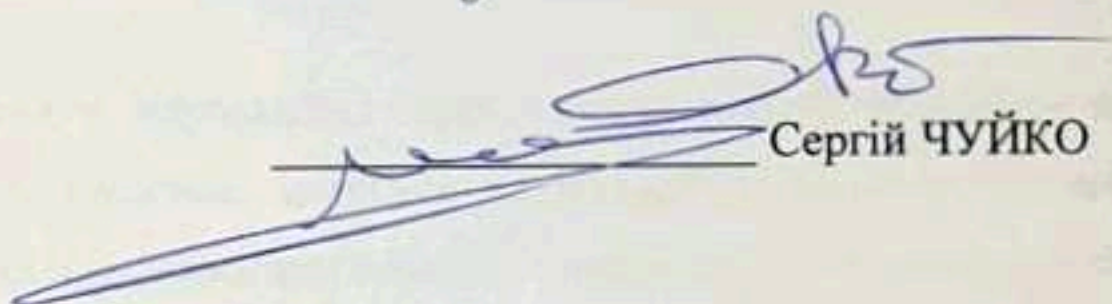
№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Аналіз стану питання і завдання досліджень	24.09.2025	
2.	Теоретична передумова і метод дослідження	17.10.2025	
3.	Результати проведення дослідження і рекомендації по коригуванню витрати палива	22.11.2025	
4.	Оформлення роботи	08.12.2025	
5.	Рецензування	10.12.2025	
6.	Попередній захист	12.12.2025	
7.	Захист роботи	з 17.12.2025	

Студент



Ярослав БЕЗВЕРХИЙ

Керівник роботи



Сергій ЧУЙКО

АНОТАЦІЯ

Безверхий Я.Р. Підвищення працездатності маршрутних автобусів по критерію витрати палива із застосуванням інформаційних технологій –
Рукопис.

Магістерська кваліфікаційна робота представлена на здобуття ступеня вищої освіти «магістр», галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». – Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, 2025 р.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Основний текст магістерської роботи викладений на 81 сторінках, повний обсяг роботи становить 85 сторінок, включаючи 21 рисунок та 7 таблиць, додатків 3. Список використаних джерел нараховує 33 найменувань.

Метою роботи є підвищення ефективності роботи рухомого складу підприємств, що експлуатують автобуси на міських маршрутах, за рахунок оперативного управління режимами технічних впливів автомобілів за критерієм витрати палива на основі застосування нових інформаційних технологій. Реалізація мети дозволить розробити рекомендації щодо нормування витрати палив міських автобусів.

Велику кількість даних, зібраних пристроями сучасних інформаційних технологій, можна аналізувати для виявлення тенденцій, прогнозування ризиків відмови складових автомобілів, з метою підвищення ефективності, зниження витрати палива та безпеки.

Об'єктом дослідження є рухомий склад підприємств автомобільного пасажирського транспорту комплексного типу, які виконують роботи технічного обслуговування та поточного ремонту згідно з планово-запобіжною системою.

В роботі запропоновано методичні підходи до управління режимами технічного обслуговування автобусів з діагностуванням за економічно обґрунтованим граничним значенням відносної витрати палива. Запропоновано подальше використання можливостей нових інформаційних технологій для

оперативного управління працездатністю автомобілів за витратою палива з урахуванням технічних несправностей.

Ключові слова: міський автобус, витрата палива, технічна несправність, інформаційні технології.

ABSTRACT

Bezverkhyi Ya.R. Improving the efficiency of route buses by the criterion of fuel consumption with the use of information technologies – Manuscript.

Master's qualification work presented for the degree of higher education "Master", field of knowledge 27 "Transport" specialty 274 "Automobile transport". – State University "Zhytomyr Polytechnic", Zhytomyr, 2025.

The work consists of an introduction, three sections, general conclusions, a list of sources used. The main text of the master's work is set out on 81 pages, the full volume of the work is 85 pages, including 21 figures and 7 tables, annexes-3. The list of sources used has 33 names.

The purpose of the work is to increase the efficiency of the rolling stock of enterprises operating buses on city routes, through operational management of the modes of technical influences of vehicles by the criterion of fuel consumption based on the use of new information technologies. The implementation of the goal will allow developing recommendations for regulating fuel consumption of city buses.

A large amount of data collected by modern information technology devices can be analyzed to identify trends, predict the risks of failure of vehicle components, in order to increase efficiency, reduce fuel consumption and safety.

The object of the study is the rolling stock of integrated passenger transport enterprises that perform maintenance and current repairs according to the planned preventive system.

The paper proposes methodological approaches to managing bus maintenance modes with diagnostics based on an economically justified limit value of relative fuel consumption. It is proposed to further use the capabilities of new information

technologies for operational management of vehicle performance based on fuel consumption, taking into account technical malfunctions.

Keywords: city bus, fuel consumption, technical malfunction, information technologies.

Наукові публікації апробаційного характеру за темою кваліфікаційної роботи:

1. Чуйко С. П., Кравченко О., **Безверхий Я.Р.** Аналіз процесів управління працездатністю автомобілів із застосуванням інформаційних технологій. Матеріали XVIII Міжн. наук.-практ. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту». 20–22 жовт. 2025 р. Вінниця: ВНТУ, 2025. С. 500–502.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	9
ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ.....	12
1.1. Етапи розвитку інформаційних технологій в техніці	12
1.2 Аналіз методів контролю витрати палива та паливної економичності.....	15
1.3 Інформаційні технології на автомобільному транспорті.....	18
1.4 Існуюча планово-попереджувальна система забезпечення працездатного стану рухомого складу	21
Висновки до першого розділу	28
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНА ПЕРЕДУМОВА І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	30
2.1 Сучасні процеси управління працездатністю автомобілів із застосуванням інформаційних технологій.....	30
2.2. Швидкість руху автомобіля як фактор впливу на витрати палива.....	32
2.3. Методичний підхід розрахунків витрати палива міських автобусів.....	35
2.4. Чинники, що впливають на інтенсивність зміни технічного стану автомобіля та ефективність технічної експлуатації.....	38
2.5. Методи визначення витрат палива на автомобілях.....	42
2.6. Програма та об'єкт експериментального дослідження.....	46
Висновки до другого розділу.....	50
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО КОРИГУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА	51
3.1. Результати і аналіз швидкісних режимів автобуса МАЗ-206 на маршруті за допомогою бази даних системи «ДОЗОР Україна».....	51
3.2. Результати узагальнення даних по витраті палива і відмовам основних складників рухомого складу.....	55
3.3 Розрахунок плану матеріально-технічного постачання.....	60
3.3.1 Витрати на мастильні і інші експлуатаційні матеріали.....	62
3.4 Результати збору даних про відмови основних складників автобусів та їх зв'язок з витратою палива.....	67

3.5 Рекомендації по коригуванню норми витрати палива в технологічному режимі експлуатації автобусів на міських маршрутах.....	72
Висновки до третього розділу.....	74
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78
ДОДАТКИ.....	82

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

GPS	<i>Global Position System</i> (Система глобального позиціонування)
КТЗ	Колісний транспортний засіб
АТП	Автотранспортне підприємство
ІТ.....	Інформаційні технології
НІТ	Нові інформаційні технології
ТО і Р	Технічне обслуговування і ремонт автомобілів
ОЦ	Обчислювальний центр
ДВЗ	Двигун внутрішнього згорання
АСУ.....	Автоматичні системи управління
ККД	Коефіцієнт корисної дії
АІСОП	Автоматизована інформаційна система оплати проїзду
АСОПП	Автоматизована система обліку перевезених пасажирів
ПАТП	Пасажирське автотранспортне підприємство
ІТС	<i>Intelligent Transport System</i> – Інтелектуальна Транспортна Система

ВСТУП

Автомобільний транспорт в сучасних умовах є однією з головних галузей практичної діяльності людей і зазнає значних організаційних змін. Поряд із розукрупненням автотранспортних підприємств, зміною структури парків та обсягів перевезень зростає відповідальність кожного підприємства за кінцеві фінансово-економічні показники своєї діяльності.

В умовах ринкових відносин у суспільстві важливою необхідністю стали оперативні дані про виконану транспортну роботу (вантажобіг, пасажиропотік), доходи (збитки) та рентабельність перевезень. Для автотранспортних підприємств (АТП) усіх форм власності стало очевидним, що без аналізу такої інформації працювати за умов ринкової економіки неможливо.

Обробка шляхової документації у обчислювальних центрах перестала задовольняти підприємства, нарізла нагальна потреба у створенні на самому підприємстві умов для обробки шляхової документації та отримання оперативної інформації для аналізу та прийняття рішень. На автопідприємства стали надходити західноєвропейські автомобілі, які вже оснащені певними інформаційними і інтелектуальними системами. І це стає нормою в досконалості автомобільної галузі.

Таким чином, можна говорити про поширення в галузі автомобільного транспорту нових інформаційних технологій (ІТ), під якими маються на увазі сучасні види інформаційного обслуговування, накопичення інформації в інтернеті через хмарні середовища де дані зберігаються на віддалених серверах і доступні з будь-якого пристрою, та локальні пристрої через завантаження файлів. Для роботи з цими даними використовують пошукові системи для знаходження контенту, а для керування ним — спеціальні програми та додатки, що забезпечують синхронізацію та спільний доступ до файлів.

Розвиток засобів зв'язку, що забезпечують доставку інформації, дало змогу об'єднувати персональні комп'ютери в локальні обчислювальні мережі аж до підключення до міжнародної мережі INTERNET.

Технічний стан автомобіля нероздільний з основним параметром - його пробігом. Від пробігу автомобіля побудовано і існуючу планово-попереджувальну систему підтримки працездатності автомобіля. Тому логічно припустити взаємозв'язок витрати палива автомобілем (основне нормування якого виконується лінійною пробігом) з режимами технічних впливів з метою вироблення системи управління останніми за критерієм ефективності використання палива. Поєднання досягнень нових інформаційних технологій на автомобільному транспорті з існуючою планово -попереджувальною системою підтримки працездатності автомобілів дозволяє зробити вдосконалення останньої у напрямку проведення регламентних робіт обслуговування автомобілів не за конкретно передбаченим певним пробігом, а залежно від їх фактичного технічного стану («за станом»).

Метою роботи є підвищення ефективності роботи рухомого складу АТП за рахунок оперативного керування режимами технічних впливів автомобілів за критерієм витрати палива на основі застосування нових інформаційних технологій.

Об'єктом дослідження є рухомий склад підприємства автомобільного транспорту комплексного типу, які виконують роботи технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) згідно вимог планово-попереджувальної системи.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

1.1. Етапи розвитку інформаційних технологій в техніці

Розвиток інформаційних технологій (ІТ) можна узагальнено розділити на чотири фази: домеханічний, механічний, електромеханічний та електронний. Ці фази визначаються домінуючими технологіями зберігання та обробки даних відповідних періодів. Зовсім недавно з'явилося поняття «ІКТ» (інформаційно-комунікаційні технології), яке охоплює ширший спектр технологій та їх застосувань.

Розвиток країн, зміцнення міжнародних відносин, активізація процесів глобалізації підвищують значення транспорту як фактор економічного та соціального розвитку [1].

Багато видів діяльності в галузі дорожньо-транспортної інфраструктури немислимі та неможливі без сучасних інформаційних систем та технологій. Ці технології дозволяють кожному добре розвинутому місту мати відеокамери, системи передачі даних, обробки даних та автоматизованого керування. Мешканці можуть легко дізнатись про затори, аварії чи час прибуття чергового маршрутного автобуса на певну зупинку. Сучасні ІТ допомагають боротися з дефектами доріг, дозволяючи легко повідомляти про новоутворені ями, розбитий асфальт або пошкодженні дорожні знаки [2].

Інформаційна технологія - поняття системне. Це потрібно враховувати при автоматизації організаційних структур управління, що склалися. З усіх видів технологій інформаційна технологія сфери управління пред'являє найвищі вимоги до "людського фактору", надає принциповий вплив на кваліфікацію працівника, зміст його праці, фізичне та розумове навантаження, професійні перспективи, рівень соціальних відносин.

Перший досвід створення та впровадження АСУ був продиктований територіальним принципом. Основною метою АСУ було накопичення інтегрованої інформації про природні та трудові ресурси, характеристики виробничої та соціальної інфраструктури регіонів. Технічне забезпечення територіальних АСУ було зорієнтовано створення потужних обчислювальних

центрів (ВЦ) з розвинутою мережею телеобробки даних, створюваних на серійному абонентському устаткуванні. Розширення мережі АСУ та підвищення потужності ОЦ було обумовлено великими масивами первинних даних, реалізації в основному облікових функцій управлінь (довідкових, статистичних, що стежать). В інших компонентах інформаційної технології управління нарощування потужності АСУ не дало відчутного ефекту [3, 4].

Особливе місце в організації нових інформаційних технологій займає комп'ютер, його різні модифікації та методи спільного із засобами зв'язку використання (автоматизовані робочі місця, обчислювальні та розподілені комп'ютерні мережі). Комп'ютер дозволив перетворити інформацію на ресурс, від стану якого залежить розвиток економіки будь-якої галузі та автомобільного транспорту зокрема.

Експерти у сфері паливної ефективності транспортних засобів Державного підприємства «ДержавтотрансНДІпроект» у роботі Редзюка А.М., Клименка О.А. [5] дійшли висновку, що Україна повинна знайти власне рішення, виходячи з національних інтересів, економіки та національних можливостей у скороченні викидів CO₂ та споживання палива. Вони дійшли висновку, що в Україні можна розробити та впровадити глобальну програму проведення додаткових випробувань для визначення потужності комбінованого циклу, яка була б наближена до реальних умов експлуатації.

Економісти (Никифрук О.І., Ляшенко О.Ф., Плюта І.Ю. [6]) визначили важливість впровадження заходів енергозбереження та енергоефективності в транспортному секторі України. Вони вважають, що одним із найважливіших способів підвищення енергоефективності транспортних засобів є модернізація старих транспортних засобів. Стверджують, що шляхом заміни старого автомобіля на новий, споживання палива зменшується на 25-30%. Особливе значення має необхідність подальшого розвитку та впровадження для ефективного використання енергоефективних транспортних засобів, які не конкурують зі звичайними транспортними засобами з точки зору енергоефективності, надійності та безпеки.

Важливі завдання в економії палива виконуються шляхом оптимізації економії палива та тарифів для різних змін дорожніх умов, руху, температури та тиску в транспортному засобі. Нemoжливiсть розрізняти одиночні види використання та методи їх розрахунку, відсутність розробки адекватних математичних моделей та, як наслідок, відсутність наукового консенсусу щодо визначення відносної (індивідуальної) та групової (диференціальної) витрати палива означає, що модель все ще має точність у межах -20-40% (Говорущенка М.Я.).

Новий підхід був використаний на практиці дослідниками Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (Харківський національний автомобільно-дорожній університет) [7], які представили запропонований метод для використання в експлуатації транспортних засобів у центрі обробки даних, що дозволяє отримати доступ до інформації про стан транспортного засобу в ІТС (Інтелектуальній транспортній системі). Ці механізми моніторингу продовжують тестуватися та повинні бути доповнені заходами паливної ефективності та моніторингом процесів.

Новий підхід до витрати палива автобусів на міських маршрутах був запропонований у роботі [8]. У статті представлені рекомендації щодо програмного забезпечення, експлуатаційна інформація та навігаційна інформація. Водночас він наголосив на важливості автобусних маршрутів у містах з мільйонним населенням, які є основним засобом транспорту, що призводить до заторів та переповненості транспорту і, таким чином, до збільшення споживання палива.

Обговорення у літературі проблем використання інформаційних ресурсів призводить до висновків:

- розглядаючи інформацію як ресурс нарівні з іншими ресурсами суспільства, слід раціонально її використовувати на основі широкого впровадження сучасних інформаційних технологій;

- ІТ можуть виявитися гнучким інструментом формування людського мислення, здійснити перехід у розумовій праці від рутинної обліково-

статистичної роботи до творчої аналітичної на вибір оптимальних варіантів розвитку систем;

- ІТ відкривають додаткові можливості застосування на практиці ЕОМ для цілей оперативного управління процесами в нижній ланці будь-якого виробництва;

- ІТ дозволяють значно скоротити просторово-часовий розрив між функціями управління: облік, аналіз та прийняття рішень;

- ІТ дають можливість просторово-часового зближення інформаційних ресурсів, розміщених на машинних носіях засобів, із споживачами інформації.

При цьому спостерігаються два аспекти розгляду ефективності ІТ: скорочення часу доступу до вихідної (підсумкової) інформації обліку; використання швидкодії засобів ОЦ дозволяє застосовувати методи кореляційно-регресійного аналізу та статистичних досліджень для оперативного управління процесами виробництва.

1.2 Аналіз методів контролю витрати палива та паливної економічності

Поняття паливної економічності автомобіля і експлуатаційної витрати палива становить основу економічної ефективності і конструктивної досконалості автомобіля. Паливна економічність – це властивість виконувати транспортну роботу в регламентованих умовах з мінімально можливими витратами палива. Основною одиницею вимірювання паливної економічності автомобіля в нашій країні і більшості європейських країн є витрата палива в літрах на 100 км пройденого шляху (шляхова витрата) Q_s л/100 км [9].

В теперішній час паливну економічність автомобіля прийнято оцінювати витратою палива на одиницю пройденого автомобілем шляху (шляхова витрата палива). Разом з тим, шляхова витрата палива не може в повній мірі характеризувати економічність автомобіля. Це визвано тим, що витрата палива залежить не лише від довжини пройденого шляху але і від величини

навантаження, яке створюється дорожніми умовами і навколишнім середовищем а також від якості палива, відповідно теплотворної особливості і щільності.

Сахно В.П., Мурований І.С. та колеги у роботах [10] доводять, що в якості узагальнюючих (інтегральних) показників, при оцінці паливної економічності автомобіля, використовують середню витрату палива на шляху та питому витрату палива.

Паливна економічність залежить від конструкції автомобіля і від умов експлуатації та визначається ступенем досконалості процесів, що протікають в двигуні автомобіля та складових трансмісії. Такий фактор може бути оцінений їхніми коефіцієнтами корисної дії, до яких відносяться досконалість обтічних форм автомобіля, що характеризуються витратами на подолання сил опору повітря, раціональністю використання маси автомобіля, яка характеризується коефіцієнтом вантажопідйомності (пасажиромісткості).

У процесі проведення лабораторно-дорожніх випробувань паливну економічність оцінюють питомою витратою палива в літрах на 100 км пробігу за формулою

$$Q_{\pi} = 100 \frac{Q_s}{S_M}, \quad (1.1)$$

де Q_s - кількість палива, витрачене на мірній ділянці, л;

S_M – довжина мірної ділянки, м

Контрольна витрата палива не є нормою експлуатаційної витрати палива. Паливна економічність в експлуатації визначається рівнем відхилення фактичної витрати пального від нормативного. За визначенням, паливна економічність передбачає мінімально можливі витрати палива. Виходячи з цього, необхідно встановити максимально «жорсткі» лінійні норми витрати пального та «вписати» в них фактичну експлуатаційну витрату. Баланс між жорсткою нормою та відповідної їй фактичної витрати палива лежить в основі двох взаємопов'язаних напрямків досліджень.

Втрати і непродуктивні витрати потужності двигуна складаються з втрат і витрат в двигуні (теплові і механічні втрати, втрати, обумовлені погіршенням робочого процесу на режимі розгону, витрати на привід додаткових агрегатів) втрати в трансмісії, підшипниках коліс і в шинах.

В загальному вигляді рух автомобіля визначає коефіцієнт втрати потужності

$$\eta_N = \frac{N_K}{N_e} = \eta_e \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{ш}, \quad (1.2)$$

де N_K – потужність на провідних колесах, кВт;

N_e – ефективна потужність двигуна, кВт;

η_e - коефіцієнт, який враховує експлуатаційні витрати потужності двигуна, включаючи витрати на привід додаткових агрегатів і вузлів;

$\eta_{тр}$ – коефіцієнт, який враховує втрати потужності в трансмісії (ККД трансмісії);

$\eta_{ш}$ - коефіцієнт, який враховує втрати потужності в шинах.

Коефіцієнт обліку затрат потужності на привід додаткових агрегатів і вузлів (вентилятор, генератор компресор кондиціонера і т.і.) можна визначати відношенням потужності на валу двигуна $\bar{N}_e$, який обладнаний цими агрегатами, до ефективної потужності двигуна N_e з обладнання, згідно технічних вимог

$$\eta_{np} = \frac{\bar{N}_e}{N_e}, \quad (1.3)$$

В сучасних умовах економічної самостійності пасажирських підприємств і вільної конкуренції в секторі міських пасажирських перевезень, необхідно виконувати оцінку параметрів маршрутних мереж з метою підвищення ефективності експлуатації рухомого складу, так як за цим слідує резерв підвищення паливної економічності, екологічних показників і зниження собівартості перевезень для перевізника.

Природньо – кліматичні умови запропоновано враховувати у роботі Біліченка В.В і колег [10] через коефіцієнт коригування. Експериментально

підтверджено і описано поліномом другого ступеня зміну витрати палива від температури навколишнього середовища, і ними доведено, що це досить вагомий фактор. Відповідно, якщо проводити коригування витрати палива, встановленою паспортною нормою, за критерієм температури навколишнього середовища, тоді температурний коефіцієнт має описуватись виразом

$$k_t = a_1 t^2 + b_1 t + c_1, \quad (1.4)$$

де t – температура навколишнього середовища, °C;

a_1, b_1, c_1 – коефіцієнти полінома.

1.3 Інформаційні технології на автомобільному транспорті

Інформаційні технології (ІТ) відіграють життєво важливу роль у сучасному автомобільному транспорті, це, підвищення ефективності, безпеки та сталого розвитку. Системи на базі ІТ трансформують те, як ми плануємо, керуємо та експлуатуємо автомобільний транспорт, впливаючи на все – від окремих транспортних засобів до цілих транспортних мереж.

Ключові сфери функціонування:

1. Інтелектуальні транспортні системи (ITS):

- Управління дорожнім рухом:

ITS використовує дані з датчиків, камер та GPS для моніторингу потоку транспорту, виявлення заторів та оптимізації часу сигналізації, що призводить до безперебійного руху та зменшення затримок.

Відповідно даних програмного забезпечення «Дозор України» Житомирського регіону до моніторингу роботи на лінії громадського транспорту під'єднано 12 тролейбусних, 14 автобусних маршрутів і один маршрут трамваю (рис.1.1).

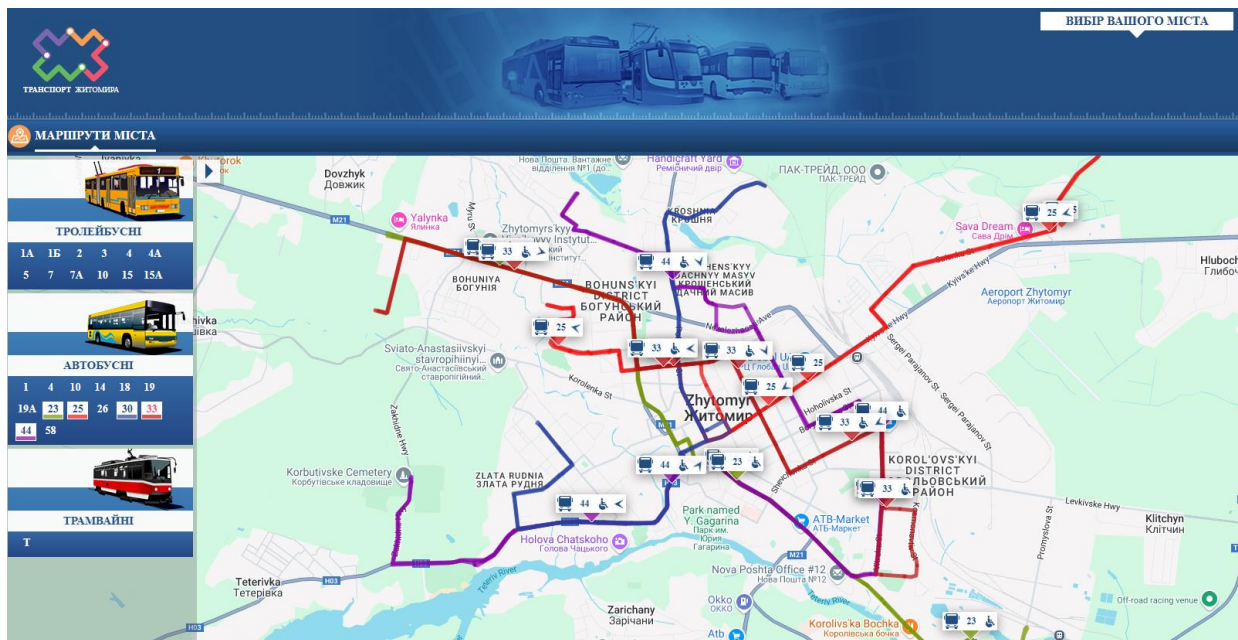


Рисунок 1.1 – Скріншот програми «Дозор України-Житомир»

- Управління автопарком:

ІТ дозволяють відстежувати місцезнаходження транспортних засобів в режимі реального часу, що дозволяє оптимізувати маршрути, контролювати поведінку водіїв та покращувати логістику та підвищити ефективність перевезень.

- Безпека дорожнього руху:

ITS включає такі технології, як системи запобігання зіткненням, попередження про виїзд зі смуги руху та адаптивний круїз-контроль, що допомагають запобігти аваріям та підвищити загальну безпеку дорожнього руху.

- Громадський транспорт:

Мобільні додатки та онлайн-платформи надають інформацію в режимі реального часу про розклад руху автобусів і поїздів, їх місцезнаходження та орієнтовний час прибуття, покращуючи враження пасажирів.

2. Інтернет речей у транспорті:

- Підключені транспортні засоби:

Транспортні засоби, оснащені датчиками та комунікаційними пристроями, можуть обмінюватися даними один з одним та з інфраструктурою, що дозволяє

використовувати такі функції, як рух у колоні (рух у тісному строю) та вдосконалені системи допомоги водієві.

- Розумна інфраструктура:

Придорожні датчики, камери та підключені пристрої надають дані про дорожні умови, небезпеки на дорогах та погоду в режимі реального часу, що дозволяє продуктивно керувати транспортною мережею.

- Аналіз даних:

Величезну кількість даних, що генеруються пристроями Інтернету речей, можна проаналізувати для виявлення тенденцій, прогнозування потенційних проблем та оптимізації транспортних систем для підвищення ефективності та безпеки.

3. IT в автомобільних транспортних операціях:

- Автоматизовані запити клієнтів:

IT-системи можуть автоматизувати багато запитів клієнтів, пов'язаних з транспортними послугами, заощаджуючи час і ресурси.

- Покращена документація:

Електронні системи документації та управління даними оптимізують процеси та зменшують обсяг паперової роботи.

- Покращена координація:

IT сприяє кращій координації між різними зацікавленими сторонами в транспортному ланцюжку, включаючи водіїв, диспетчерів та постачальників логістичних послуг.

- Зниження витрат:

Завдяки оптимізації маршрутів, підвищенню паливної ефективності та зменшенню кількості аварій, IT допомагають знизити експлуатаційні витрати транспортних компаній.

- Екологічна стійкість:

Зменшуючи споживання палива, оптимізуючи транспортний потік та сприяючи використанню громадського транспорту, IT можуть сприяти більш сталому розвитку транспортної системи.

Отже, інформаційні технології революціонізують автомобільний транспорт, пропонуючи широкий спектр переваг для окремих осіб, бізнесу та навколишнього середовища. Використовуючи ІТ, ми можемо створити безпечніші, ефективніші та більш стійкі транспортні системи майбутнього.

1.4 Існуюча планово-попереджувальна система забезпечення працездатного стану рухомого складу

Основою технічної політики на автомобільному транспорті в даний час є реалізація положень планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту, що передбачено нормативним документом «Положення про технічне обслуговування та ремонт рухомого складу автомобільного транспорту» [11].

Система технічного обслуговування автомобіля включає поєднання планових позапланових діагностичних перевірок, планового технічного обслуговування та вирішення потенційних проблем для забезпечення оптимальної продуктивності, довговічності та безпеки автомобіля. Це включає передбачуваний перелік робіт, які мають проводитись на рухомому складі автомобільного транспорту.

Використання системи технічного обслуговування транспортних засобів може допомогти підприємствам знизити витрати на технічне обслуговування, підвищити ефективність, покращити безпеку та продовжити термін служби своїх транспортних засобів.

Технічні обслуговування за періодичністю, переліком та трудомісткістю виконуваних робіт поділяються на такі види: ЩО, ТО-1, ТО-2, СО. Планово-попереджувальна система (ППС) ТО та Р передбачає проведення ремонтних робіт як у разі настання відмов, і примусового характеру - планово-попереджувальний ремонт. ППС базується на змішаній стратегії технічних впливів з переважанням у ній нині стратегії щодо появи відмови. Стратегія з

напрацювання (планова) та стратегія за станом (діагностична) не перевищують у ній і 30% [12].

Інструментом, що дозволяє регулювати обсяги фактично необхідних робіт, що виконуються при ТО, служить процес контролю, що встановлений «Положенням...» [11]. На перших етапах впровадження діагностування в 70-ті роки в працях вчених Г.В. Крамаренко, Л.В. Мірошникова та ін. були визначені основні напрямки щодо раціональної організації управління ТО з діагностуванням:

- об'єктивне призначення режимів діагностування та нормативів та їх оптимальне коригування;
- правильний вибір діагностичних параметрів та засобів діагностування;
- оптимальна ув'язка технологічних процесів діагностування та технічного обслуговування.

На діагностування покладалися завдання як на інструмент підвищення ефективності функціонування технічної експлуатації автомобілів за рахунок технологічних факторів. У початковій стадії діагностування "прилаштовувалося" до існуючої планово-попереджувальної системи і основне завдання ставилося у рознесенні контрольно-діагностичних робіт за видами ТО. Наукові теоретичні дослідження та практичні розробки багатьох вчених в галузі технічної експлуатації автомобілів, серед яких Говорущенко М.Я., Канарчук В.Є., Гутаревич Ю.Ф., Лудченко О.А., Сахно В.П., Біліченко В.В., Кравченко О.П.

Діагностування поєднується за періодичністю з ТО-1 або ТО-2 відповідно Д-1 та Д-2, є технологічним елементом ТО. При ремонті діагностування спрямоване на виявлення причин виникнення несправного стану та встановлення найефективнішого способу усунення відмови. "Положення..." рекомендує застосування діагностування і при оцінці якості виконання робіт ТО і ремонту. Місце діагностування в технологічному процесі ТО і ТР визначається завданнями.

Діагностуванням забезпечується контроль у процесі виконання ремонтно-обслуговуючих робіт, оцінюється якість технічного обслуговування і ремонту

автомобілів за їхнім дійсним технічним станом. Результати кожного діагностування автомобіля заносять до діагностичної і накопичувальної карт [13].

У АТП розрізняють такі види діагностування рухомого складу: загальне діагностування Д-1 з періодичністю ТО-1 (як частину його обсягу), призначене головним чином для механізмів, які гарантують безпеку руху; поглиблене діагностування Д-2, яке роблять за один-два дні до ТО-2 для виявлення потреби в ремонті агрегатів автомобіля та причин зниження потужності двигуна й економічних показників. Комплексне вирішення технологічних процесів ТО-1, ТО-2 і ПР із діагностикою Д-1 і Д-2 показано на рис. 1.2.

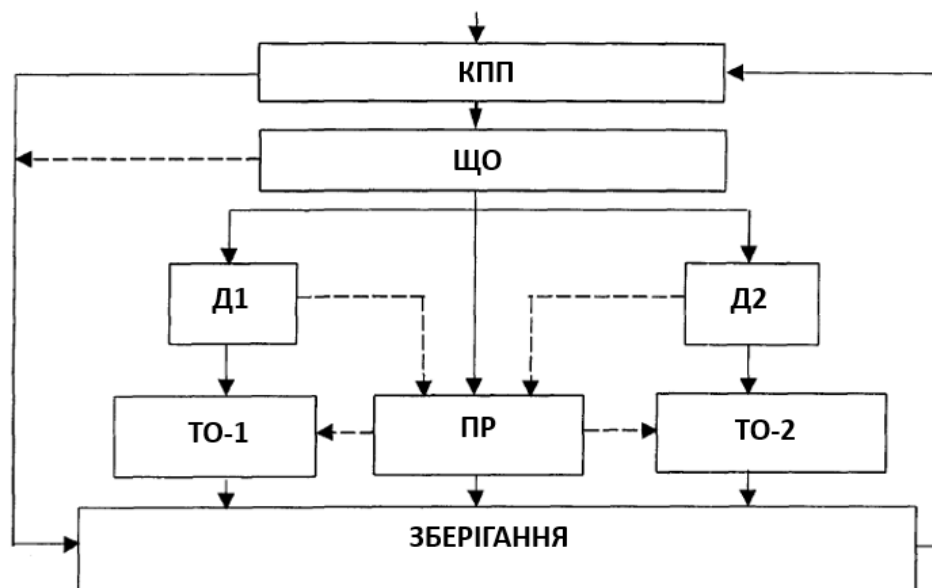


Рисунок 1.2. Схема загального технологічного процесу автотранспортних підприємств при роздільному розміщенні Д-1

Відповідно до нормативної документації основними завданнями діагностування в умовах АТП є:

- 1) виявлення перед ТО-2 несправностей, для усунення яких потрібні трудомісткі ремонтні або регулювальні роботи на ділянці поточного ремонту;
- 2) уточнення виявлених у процесі експлуатації прихованих несправностей;

- 3) визначення характеру, причин та обсягів робіт з усунення несправностей;
- 4) виявлення автомобілів з технічним станом, який не відповідає вимогам безпеки руху та охорони навколишнього середовища;
- 5) видача інформації для планування, підготовки та оперативного управління виробництвом ТО та ПР автомобілів;
- 6) збирання даних для прогнозування безвідмовної роботи автомобілів у міжконтрольний період;
- 7) заключний та вибірковий контроль якості виконаних при ТО та ПР робіт;
- 8) вимірювання діагностичних параметрів при супутніх регулювальних роботах при ТО та ПР.

За схемою (рис.1.2) визнаною типовою, нині працює більшість автотранспортних підприємств та АТП, які здійснюють ТО та ПР рухомого складу.

Рекомендації щодо впровадження модернізованих методів ТО та ремонту засновані на маршрутизації робіт по групах агрегатів за результатами вхідної діагностики з відповідної організації процесів ТО автомобілів за певними типами спеціалізованих постів. Враховуючи розукрупнення АТП і найчастіше їх невисокий фінансово-економічний рівень у реальних умовах, подальше впровадження модернізованих методів у систему ТО і ПР поки що не знайшло широкої практичної реалізації.

Це насамперед стосовно автопідприємств з невеликою кількістю рухомого складу або здійснення господарської діяльності за окремими договорами на технічне обслуговування і зберігання.

Разом з тим, у існуючих умовах виконання регламентних ТО використовують стаціонарні діагностичні засоби, можливості яких реалізуються лише на 30 - 40%. Існує проблема правильної взаємодії між діагностуванням та ТО. Діагностування "приспосовується" до існуючої системи ТО та ремонту, а діагностична інформація слабо використовується для оперативного управління технологічними процесами ТО та ремонту автомобілів.

Одним із методів подальшого вдосконалення планово-попереджувальної системи ТО та ремонту став метод єдиного (одноступеневого) ТО на базі повнокомплектного діагностування. При цьому регламентне діагностування є визначальним елементом управління, на основі якого здійснюється як індивідуальне коригування технологічного процесу обслуговування за станом, так і оперативне планування постановки автомобілів у ТО та ПР з відповідною підготовкою виробництва.

В даний час у напрямку спрощення системи ТО і ПР передбачається можливість застосування бортових засобів технічної діагностики для магістральних автомобілів, автобусів на міських і міжміських маршрутах. У цьому випадку проведення оперативного або єдиного ТО (ЄТО) замість ТО-1 та ТО-2 з попереджувальним ПР після повернення з рейсу достатньо бортових засобів технічної діагностики та стаціонарних комплексів діагностики. Однак, при цьому виникає вимога до автомобільної промисловості щодо вдосконалення конструкції автотранспортних засобів у плані пристосованості їх до виконання ЄТО. Етапність впровадження ЄТО із торканням інтересів підприємств автомобільної промисловості може виразитися в наступній послідовності:

- збільшення недіагностованих (необслуговуваних) елементів у конструкції автомобілів;
- обладнання автомобілів системами вбудованих датчиків та контрольних точок;
- Обладнання автомобілів мікропроцесорними бортовими системами технічної діагностики у поєднанні з бортовими комп'ютерами;
- розробка нормованих метрологічних характеристик вимірювальних каналів бортових систем технічної діагностики та надання їм статусу засобів вимірювання.

Враховуючи складність практичного впровадження засобів бортових систем технічної діагностики з погляду економічного, надійного, метрологічного опрацювання для масових автомобілів (можлива реалізація для легкових

автомобілів вищого класу, магістральних вантажівок та міжміських автобусів) удосконалення методу ЄТО поки що стосується не всіх марок автомобілів.

Одним із напрямків удосконалення планово-попереджувальної системи ТО і ремонту можна відзначити і раціоналізувати організаційну сторону виробничих процесів ТО та ПР із застосуванням діагностування. Запропонований окремими науковцями варіант схеми раціонального включення діагностування в технологічний процес виробництва представлений на рис. 1.3.

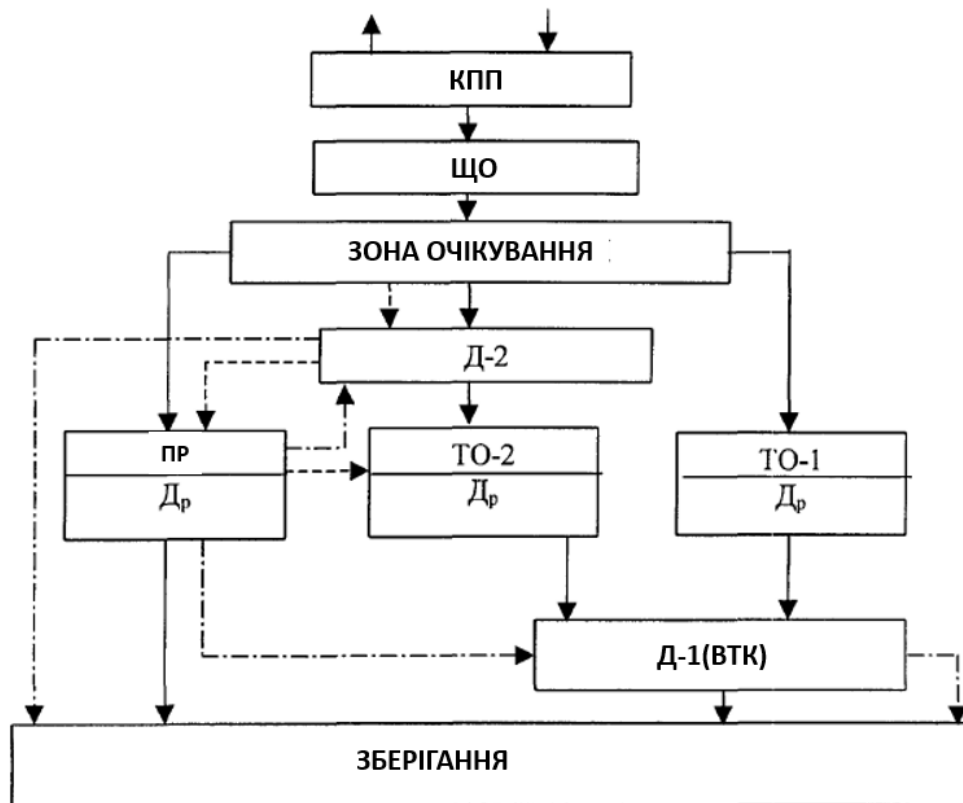


Рисунок 1.3 - Схема раціонального включення діагностування технологічний процес

Відмінною особливістю даної схеми є винесення робіт Д-1 у заключну операцію для всіх видів технічних впливів та адміністративне підпорядкування Д-1 відділу технічного контролю підприємства.

Така послідовність робіт дозволяє:

- підвищити пропускну спроможність ділянки Д-1 на 30 – 40 % за рахунок виконання підготовчих операцій на ділянці ТО-1;

- виключити зриви змінної програми ТО-1 через несвоєчасне усунення несправностей за результатами діагностування;
- скоротити кількість перегонів автомобілів між ділянками Д-1, ПР та ТО-1
- спростити документообіг, тому що не потрібна діагностична картка Д-1;
- поєднати з діагностуванням систем загальної діагностики (стан вузлів і агрегатів, які відповідають за безпеку дорожнього руху) (Д-1) контроль якості робіт.

З іншого боку, при розробці алгоритмів діагностування [12] на першому рівні стоїть процес визначення загального технічного стану автомобіля як об'єкта в цілому на предмет встановлення відповідності його технічних характеристик нормативно-технічної документації.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок про те, що загальне діагностування має важливе значення як елемент забезпечення технологічних процесів ТО та ТР (Д-1) у плані визначення параметрів технічного стану елементів, що забезпечують безпеку дорожнього руху; так і в ланцюзі виробітку необхідного набору діагностичних параметрів при розробці алгоритму процесу діагностування.

За обсягом і характером переданої інформації діагностичні параметри класифікуються на часткові, загальні та взаємозалежні. Загальні діагностичні параметри характеризують технічний стан діагностичного об'єкта в цілому.

Планово-попереджувальна система ТО і ремонту базується на змішаній стратегії технічних впливів з переважанням у ній в даний час стратегії щодо прояву відмови. Інші її складові - стратегія з напрацювання (планова) та стратегія за станом (діагностична) не перевищує в ній і 30 %.

Стратегія за станом передбачає ухвалення рішень про види технічних впливів на кожний автомобіль за фактичним технічним станом, тобто. за результатами діагностування та контролю. Застосування стратегії технічних впливів напрацювання передбачає виконання регламентних профілактичних робіт за планом, тобто, з напрацювання в кілометрах. Такий середньостатистичний підхід, що не враховує технічний стан кожного

автомобіля, може бути виправданий лише вимогами безпеки дорожнього руху, тому що при цьому невикористання ресурсу ряду агрегатів може становити 50—100 %, що неекономічно.

Ще більш неекономічна стратегія впливів щодо прояву відмови. Частка робіт з їх усуненню у автомобілів, що перебувають в експлуатації, дуже велика (на це відволікається до 90% робітників). Випадковий характер трудомісткості ремонту, що само проявляється, порушує ритм виробництва, ускладнює оперативне управління ним, використання засобів діагностування.

Тому в перспективі головним напрямом удосконалення планово-попереджувальної системи визнається [13] збільшення у змішаній стратегії частки стратегії за станом. Це є досить актуальним з запровадженням інформаційних технологій на автомобільному транспорті (наприклад, моніторинг транспорту за допомогою GPS навігації). Перехідним етапом можуть бути розробки відповідних технологій повнокомплектного діагностування, що включають нормативні значення діагностичних та контрольних параметрів та процедури прийняття об'єктивних рішень на їх основі про впливи фактичного стану або фактору перевитрати палива.

Висновки до першого розділу

На підставі наведеного аналізу технічної літератури та наукових публікацій можна зробити такі висновки:

1) Інтенсивний розвиток інформаційних технологій у сучасних умовах впливає на виробничі процеси в автотранспортній галузі. Комп'ютеризація, розвиток засобів зв'язку в поєднанні з господарською самостійністю АТП дозволили інтенсифікувати автоматизацію інформаційного забезпечення транспортного процесу при відставанні створення систем обробки інформації в технічній службі АТП.

2) Впровадження нових інформаційних технологій на автомобільному транспорті проводиться в основному для отримання своєчасних статистичних

даних і слабо використовуються можливості нових інформаційних технологій для реалізації функції управління: аналізу та прийняття рішень.

3) Є великий науковий доробок у галузі вдосконалення існуючої планово-попереджувальної системи забезпечення працездатності автомобілів у напрямку стратегії виконання технічних впливів за фактичним технічним станом. Проте, фактичний технічний стан визначається у вигляді необхідного обсягу робіт у момент виконання технічного впливу, а не відстежується поточний стан колісного транспортного засобу у функції пробігу з метою призначення самого моменту технічного впливу.

4) Існуюча класифікація видів діагностування (загальне - Д1, поглиблене - Д2) у період вдосконалення інформаційних систем за умов застосування нових інформаційних технологій може бути доповнено статистичним діагностуванням.

5) Існуючі методи та засоби оцінки паливної економічності КТЗ не знайшли масового практичного застосування ні у вигляді вбудованих бортових засобів, ні у вигляді стаціонарних на постах діагностики.

Формується проблема пошуку альтернативних шляхів оцінки паливної економічності КТЗ в експлуатації.

6) Трудомісткість діагностування показників паливної економічності для різних марок АТС становить від 20 до 35 % загального обсягу поглибленого діагностування. Тому проведення позапланових вибірових робіт діагностування елементів автомобіля, що впливають на витрату палива, без належного обґрунтування малоефективне.

Виходячи з виконаного аналізу, метою даного дослідження є підвищення ефективності роботи рухомого складу КТЗ за рахунок оперативного управління режимами технічних впливів за критерієм витрати палива на основі застосування нових інформаційних технологій.

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНА ПЕРЕДУМОВА І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Сучасні процеси управління працездатністю автомобілів із застосуванням інформаційних технологій

В умовах сучасних інформаційних технологій зростає попит на передові технології діагностики несправностей, щоб зменшити незаплановані простої транспортних засобів, які спричинені непередбаченими поломками. Такий підхід вбачає підвищення безпеки і надійності рухомого складу в період експлуатації.

Для інтелектуальної транспортної системи, яка використовується на сьогодні, характерними є такі види елементів, які можна розділити на дві частини (рис.2.1):

- в автомобілі – компоненти, які розміщені в автомобілі і функціонують лише тоді, коли автомобіль з працюючим двигуном. Вони зчитують та обробляють всю інформацію, фактично це весь прототип, який пропонується до впровадження.

- зовні автомобіля – компоненти, які використовуються для передачі всіх оброблених та виявлених технічних проблем в автомобілі після запуску двигуна або під час руху.

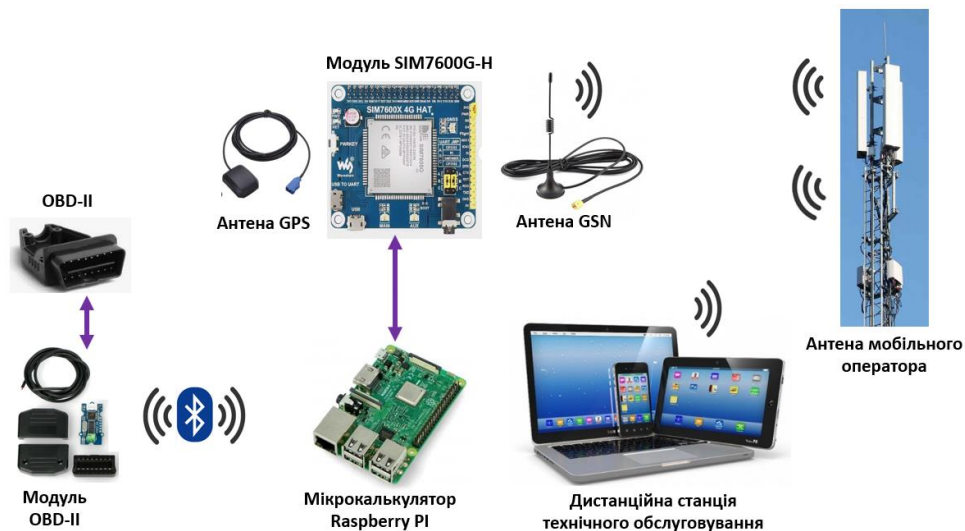


Рисунок 2.1 – Запропонована система пристрою дистанційної діагностики автомобіля

Діагностичний модуль OBD-II CAN-BUS є набором для розробки Arduino, Raspberry, Beaglebone та інших міні-комп'ютерів, за допомогою якого можливо підключити комп'ютер до інтерфейсу OBD-II автомобіля і проводити діагностику. OBD надає доступ до даних про стан окремих систем автомобіля та значення помилок [14].

Алгоритм цієї моделі побудовано наступним чином. Двигун запускається та живить мікрокомп'ютер та модуль OBD-II. Початковий запуск займає кілька хвилин, оскільки потрібно завантажити програмне забезпечення, яке оброблятиме дані та перенаправлятиме їх на віддалений пристрій. Одночасно відбувається Bluetooth-з'єднання між Raspberry PI та OBD-II. Після цього на мікрокомп'ютері починають працювати скрипти, які надсилатимуть запит на отримання даних та їх обробку. Ця процедура повторюється, доки не буде виявлено помилку.

Проблеми можна розділити на три категорії: термінове рішення, незначна помилка, попередження. Залежно від типу проблеми, повідомлення надходитимуть з різними позначеннями, щоб було легше зрозуміти масштаб проблеми. Коли проблема виявлена, мікрокомп'ютер надсилає повідомлення на станцію технічного обслуговування при фірмовому обслуговуванні. Для цього модуль SIM7600G-H підключається до Raspberry, який передає дані, підключаючись до найближчої антени провайдера. Дані вказують на проблему та, за допомогою GPS-антени, на місцезнаходження автомобіля.

Вирішуючи ці проблеми, можна знизити витрати на технічне обслуговування, покращити продуктивність та забезпечити довговічність автомобіля, підвищити надійність автомобіля шляхом оптимізації графіка профілактичного технічного обслуговування. Безперервний моніторинг параметрів технічного стану транспортного засобу в сучасних умовах при його експлуатації забезпечують різноманітні електронні системи управління і контролю робочих процесів агрегатів і вузлів. Вони виконують функцію самодіагностики і діагностики, яка управляє процесами і інформує водія, службу

технічного контролю автопідприємства про відхилення значень контрольованих величин параметрів керованих процесів, які виникли на транспортному засобі.

Моніторинг технічного стану та робочих режимів і процесів автомобіля дає можливість контролювати зміну параметрів вузлів, агрегатів і систем автомобіля, а також дистанційно отримувати необхідну інформацію про параметри для керування роботою систем автомобіля. Важливою складовою моніторингу технічного стану є екологічний контроль, вплив режимів роботи двигуна на ресурс моторної оливи та витрати пального.

2.2. Швидкість руху автомобіля як фактор впливу на витрати палива

Визначення окремих показників при дорожніх випробуваннях автомобіля дозволяє оцінити та порівняти очікувані техніко-економічні та експлуатаційні показники використання автомобіля для різних дорожніх умов, що особливо має значення при міському дорожньому русі.

Важливим фактором при цьому є прогнозування швидкості руху автобуса при відповідних дорожніх умовах, витрата палива, інтенсивність розгону, тривалості руху на окремих передачах, тривалості простою на технологічних зупинках, середнього відсотку використання потужності і інших показників.

Швидкість руху автомобіля є тим експлуатаційним параметром, який суттєво змінюється в залежності від умов експлуатації і здійснює особливий вплив на витрату палива. Оптимізуючи і змінюючи у відповідних межах швидкість, можна вибрати найвигідніші режими руху і досягти значної економії палива.

На різкий і швидкий розгін до високої швидкості руху автомобіля витрачається більше палива чим на плавний розгін з досягненням меншої кінцевої швидкості. Витрати потужності, які необхідні при розгоні автомобіля визначаються добутком величини повної маси, прискоренням і швидкості поступального руху автомобіля. При цьому додатково враховуються ті витрати механічної енергії, які необхідні для передачі окремим обертовим складовим автомобіля (маховик, вали і шестерні агрегатів трансмісії, колеса, вентилятор,

компресор кондиціонера тощо). При швидкому розгоні це кутове прискорення повинно бути більше чим при плавному, через це і необхідні відповідні додаткові витрати потужності [15,16].

Рушання автомобіля з місця і його рух в умовах міста проходить на низьких передачах з недостатнім використанням потужності двигуна і збільшеним значенням питомої витрати палива g_e . Чим вище передаточне число трансмісії, тим загалом більша кутова швидкість обертання колінчатого валу двигуна і менше ступінь використання його потужності. Очевидно, що при русі автомобіля на нижчих передачах супроводжується збільшенням витрати палива [17].

В залежності від призначення пасажирських перевезень, довжини маршруту, відстаней між зупинками, їх кількості, дорожній, кліматичних і інших умов, питома значення тих чи інших швидкісних режимів змінюється в значних межах.

Саме призначення автомобіля в більшій мірі визначає його робочі (швидкісні) режими. Ці режими враховуються уже при розробці технічних вимог на проектування автомобіля і враховуються саме ті режими роботи автомобіля, які будуть переважати при його експлуатації [16].

Досконалість конструкції автобусів оцінюється комплексом експлуатаційних властивостей, серед яких є паливна економічність, покращення якої при роботі на маршруті є частиною загальної задачі підвищення ефективності використання автомобільного транспорту.

Розглядом умов та характеру руху міського автобусу по маршруту дозволяє вибрати велику групу параметрів, які характеризують складну систему «автобус-дорога-водій». Визначені параметри доцільно розділити на три групи.

До першої групи відносяться *конструктивні параметри* автомобіля і вихідні характеристики робочих процесів в агрегатах та вузлах, які забезпечують результуючі показники руху автомобіля та перевізний процес.

Конструктивні параметри (пасажиромісткість, параметри силового агрегату та трансмісії, система вентиляції та кондиціонування, фактор обтікання та площа прозорих і непрозорих елементів кузову, тип склопакетів,

конструктивні особливості для мало мобільних груп населення тощо). В групу конструктивних параметрів входить і питома потужність автомобіля, кВт/т, від якої у відповідній мірі залежить питома витрата палива двигуна в процесі руху [17].

В зв'язку з тим, що рух автобусу в умовах міського маршрутного процесу здійснюється на швидкостях, які не перевищують 25 - 30 км / год., фактором опору повітряного середовища з енергетичного балансу автомобіля слід знехтувати.

Другу групу становлять *дорожні параметри*, які об'єктивно характеризують конкретно створено дорожню обстановку для автомобіля і умови взаємодії його коліс з опорною поверхнею кочення. Дорожні параметри характеризують елементи плану маршруту руху, інтенсивність транспортного потоку на вулично-дорожній мережі, кількість полос руху, мікропрофіль нерівностей покриття і його зчеплення з колесами автомобіля, міцність основи і ін. [18]. До цієї групи декілька умовно віднесені параметри взаємодії коліс автомобіля з дорогою-коефіцієнт опору кочення і коефіцієнт зчеплення. Умовність полягає в тому, що їх значення залежать не тільки від якості поверхні руху але і від конструктивних характеристик шин, режимів кочення і інших факторів [19].

В третю групу включено один із основних шляхів скорочення паливних витрат - *економічне управління* автобусом. До цих параметрів відносяться: характеристики режимів використання ефективної потужності автомобільного двигуна, нормування обмеження швидкості руху на спусках, на горизонтальних кривих плану і при звуженнях дороги; інтенсивність транспортного потоку; раціональне використання приладів енергозабезпечення та системи кондиціонування, рівномірність проходження по маршруту при змінних пасажиропотоках, доцільність тривалості стоянки на технологічних зупинках, запровадження еко водіння і т.і.

2.3 Методичний підхід розрахунків витрати палива міських автобусів

Витрата палива автобуса під час поїздки визначається не лише фізичною конструкцією, але й роботою різних компонентів і експлуатаційних факторів.

Цей підхід називається експлуатаційною витратою палива. Один і той самий автобус може змінювати витрату палива залежно від умов експлуатації. Значний вплив на поведінку цих систем становлять існуючі методи проектування доріг, засоби та методи організації руху, характеристики дорожнього потоку тощо. Не мало важливий є і людський фактор.

Узагальнюючи, можна вважати, що основні фактори, що впливають на витрату палива автобусів на міських маршрутах поділяються на такі групи:

- конструктивні,
- транспортні,
- погодно-кліматичні,
- культура управління водієм.

Технології сезонної експлуатації автобуса з системою кондиціонування повітря або опалювач салону також відіграють значну роль у витраті палива автобуса [20]. Аналізуючи сезонні умови експлуатації, слід відмітити, що є непоодинокі випадки щодо недотримання належного мікроклімату в салоні автобуса. При цьому погіршується найважливіший фактор, це якісне надання транспортних послуг. Покращення витрати палива транспортного засобу протягом експлуатаційного сезону має велике значення через наявність багатьох факторів які сприяють додатковому підвищенню витрати.

Законодавчо передбачено лише одну технологію регулювання витрати палива автомобілями. Вона викладена в нормативному документі на паливо: «Правила використання палива та мастила на дорозі. Частина 3». Документ був затверджений Міністерством інфраструктури України [21]. Цей документ призначений для регулювання фінансової діяльності підприємств, організацій та установ (юридичних осіб), що працюють в Україні, та використовують транспортні засоби.

У цьому документі правила дорожнього руху використовуються як основа для визначення витрати палива різних типів автобусів та їх модифікацій. Тому витрата палива для міських автобусів розраховується за підходом [21]:

$$Q_H = 0,01 \cdot H_S \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_\Sigma), \quad (2.1)$$

де Q_H – нормативна витрата палива, літри, (м^3);

H_S – базова лінійна норма витрати палива, л/100 км, ($\text{м}^3/100 \text{ км}$);

S – пробіг автомобіля за певний період, км;

K_Σ – сумарний коригуючий коефіцієнт.

Коефіцієнт K_Σ представляє собою загальний відсоток надбавки до визначеної норми витрати палива в залежності від умов експлуатації автобуса.

Витрата палива залежить від конструктивних особливостей автобуса, наявним додатковим обладнання та комплектації. Водночас, вартість також залежить від типу палива, що споживається двигуном, ваги автобуса, маршруту його руху, включаючи швидкість та обмеження швидкості згідно з правилами дорожнього руху.

З розвитком законодавства в галузі нормування витрат палива починаючи з 1993 року на автомобільному транспорті стали використовуватися такі види норм витрати: лінійні норми витрати палива, що враховують процес руху автомобілів, норми витрати палива, пов'язані з роботою встановленого на автомобілях спеціального обладнання, а також питомі норми витрати палива на одиницю виконаної транспортної роботи.

При нормуванні витрати палив автобусами стали враховувати роботу кондиціонера і опалювачів у салоні, що актуально й досі:

$$Q_H = 0,01 \cdot (H_S \cdot S) \cdot (1 \pm 0,01 \cdot D) + H_{от} \cdot T, \quad (2.2)$$

де Q_H – потрібна (нормована) кількість палива, л;

H_S – норма на 100 км. пробігу автобуса, л/100 км.;

S - загальний пробіг, км;

D – поправочний коефіцієнт, %;

H_{om} – норма витрати палива на роботу опалювача або опалювачів, л/год;

T – час роботи автомобіля з увімкненим кондиціонером, обігрівачем, год.

На даний момент, з урахуванням останніх «БАЗОВІ НОРМИ ВИТРАТ доповнення до Методичних рекомендацій з нормування витрат палива, електричної енергії, мастильних, інших експлуатаційних матеріалів автомобілями та технікою. Редакція 1 від 17.11.2023».

система нормування зазнала наступних змін [21]:

- оновлено та доповнено перелік марок, моделей та модифікацій автотранспортних засобів, базових норм витрати палива яких раніше не вводилося;

- змінено формулювання та значення деяких діючих коефіцієнтів та додано нові;

- знижено лінійні норми витрати автомобільного бензину, дизельного палива, зрідженого газу та стиснутого природного газу на 100 км пробігу для окремих моделей та модифікацій автобусів;

- змінено методику нормування витрати палива легковими автомобілями.

Проведені дослідження дозволили розробити та впровадити маршрутні норми витрати палива в деяких регіонах для міських та приміських автобусних маршрутів. При цьому є складності використання в практичних цілях запропонованих регресійних математичних моделей витрат палива через неясність фізичного та математичного сенсу апроксимуючих коефіцієнтів та їх значень.

Разом з тим, як показують раніше проведені дослідження, розрахунок витрати палива не може і не повинен бути простим через вплив множини випадкових факторів на процес витрачання палива автомобілями.

2.4 Чинники, що впливають на інтенсивність зміни технічного стану автомобіля та ефективність технічної експлуатації

Відомо, що основні функціональні характеристики та якісні показники автомобіля початково закладаються на стадії проєктування (П) і післяобкаточної доводки (Д), втілюються в майбутній проєкт при виготовленні та складанні (И) а також при введенні в експлуатацію (В) та реалізуються в процесі складних умов експлуатації (Е), то надійність і ресурс автомобіля в часі визначаються комплексом фактичного стану якості (К) за підходом [22]:

$$K = F(П, Д, Т, В, Е) \pm F \quad (2.3)$$

Відповідно, з цього слідує, що підвищення надійності та ресурсу можливе шляхом удосконалення якості *П* і методі контролю (збереження) заданої проєктної якості на стадіях *И*, *Д* та *Е*. Але фактично кожна складова якості автомобілів має *n* невідомих структурних параметрів стану нестабільності діючих процесів і похибок їх визначення (*F*). Достовірність знань про статистичні структурні параметри і характеристики ресурсів великої кількості елементів автомобілів уже на стадії *П* не може бути повною через недостатні знання, рекомендації стандартів, розрахункові методики навіть допусків на виготовлення, наявність компромісних конструктивних рішень і велику ймовірність пропуску помилки при оптимізації функціональних характеристик, робочих процесів і динамічних характеристик окремих агрегатів і комплектних автомобілів. Але навіть задані конструктором параметри, як правило, не можуть бути з достатньою точністю відтворені при виготовленні та складанні.

У процесі експлуатації автомобіля його технічний стан ще більше стає індивідуальним. На зміну технічного стану істотно впливають умови експлуатації автомобіля.

Таким чином, властивості структури механізмів автомобілів на стадіях *П*, *Д*, *Т*, *В* можуть бути охарактеризовані великим набором конструктивних, технологічних і функціональних параметрів стану. Причина кожного дефекту й

несправності автомобіля зумовлена об'єктивними або суб'єктивними чинниками (рис.2.2).

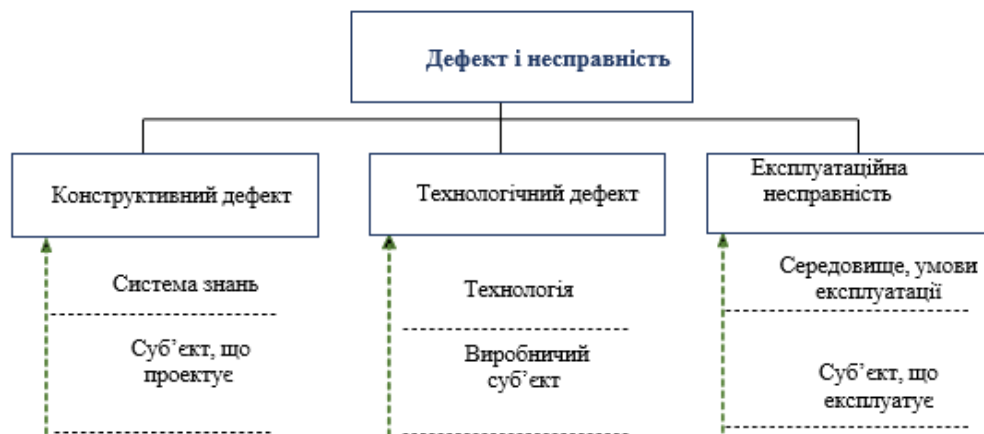


Рисунок 2.2 Класифікація дефектів і несправностей рухомого складу

При різних умовах експлуатації показники надійності транспортного засобу будуть відрізнятися. Нижче наведено фактори, що впливають на інтенсивність зміни технічних характеристик автомобілів (рисунок 2.2): конструктивні, проектування, експлуатації та технічне обслуговування (технологічні).

Технічні вимоги до інтелектуалізації автомобіля транспортного засобу наведено на рисунку 2.3.

Виробничі чинники -фактори, що впливають на характеристики транспортного засобу, включають: конструкцію транспортного засобу; спільність (позначається розподілом терміну служби одного й того ж продукту); надійність.

Умови експлуатації включають дорожній рух, рух та інтенсивність, природно-кліматичні, сезонні умови, агресивність довкілля.

Експлуатаційно-виробничі чинники визначають реальний вплив конструкції і технічного стану транспортного засобу та механічних компонентів, що підтримують експлуатаційні характеристики транспортного засобу, на зміни характеристик його елементів. Експлуатаційні та виробничі відмови включають термін експлуатації та стан транспортного засобу, якість палива (масло і інші технічні рідини),

роботу водія, а також точність компонентів.

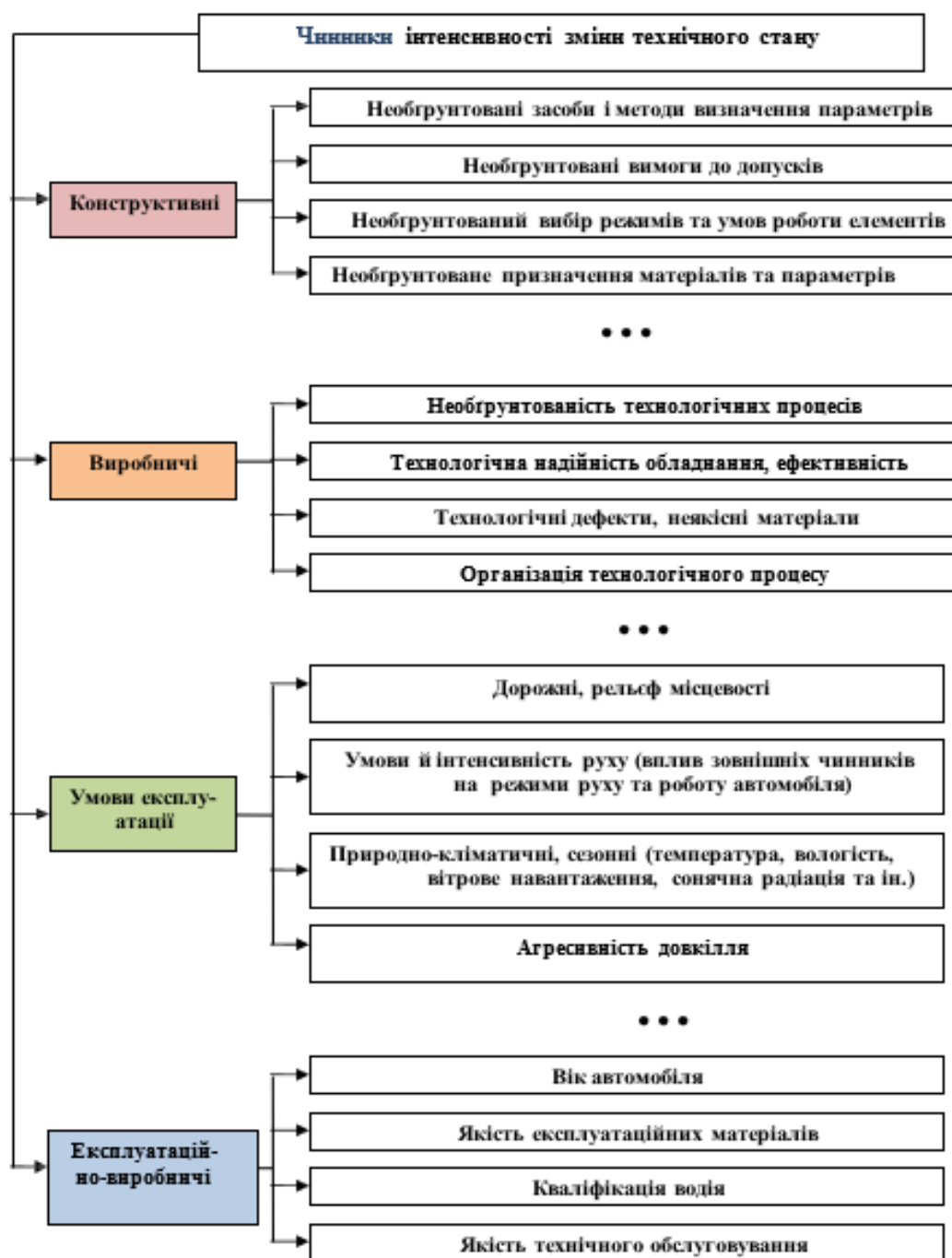


Рисунок 2.3 - Класифікація чинників впливу на інтенсивність зміни технічного стану автомобілів

Вироби, агрегати і вузли часто мають приховані проблеми та несправності. Вимоги до конструкції транспортного засобу показані на рисунку 2.3, де наведено можливості та несправності моделі транспортного засобу, технології та

обслуговування.

Технічне обслуговування і ремонт проводяться з метою підтримування дорожніх транспортних засобів у технічно справному стані та належному зовнішньому вигляді, забезпечення надійності, економічності, безпеки руху та екологічної безпеки. Система технічного обслуговування та ремонту автотранспорту представлена на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 - . Схема технічного обслуговування та ремонту автотранспорту

Під час військового стану ДП «ДержавтотрансНДІпроект» рекомендує планувати потреби ПММ з урахуванням умови дорожнього руху, якості дорожнього покриття, ландшафту місцевості, кліматичних умов, технічного стану, маневрування у місцях завантаження і розвантаження та виконання операції з розвантаження, виконання спеціальної роботи, додаткового споживання палива. Норми витрат палива, в т.ч. тимчасові, затверджуються внутрішніми наказами, актами встановлення норм витрат палива. Під час списання витрат палива використовуються подорожні листи водія, в яких вказаний маршрут, показники лічильників кілометражу, норми витрат ПММ. Крім цього слід враховувати природні витрати нафтопродуктів, якщо підприємство має акцизний склад зі зберігання пального. Списання палива оформлюється актом списання пального в довільній формі [23].

2.5. Методи визначення витрат палива на автомобілях

Існують різні методи визначення витрат палива. На автомобільному транспорті визначення експлуатаційного витрати палива набули поширення такі методи:

1. Об'ємний, за рівнем палива у баку;
2. Об'ємний, з використанням витратомірів палива;
3. З використанням бортових систем контролю;
4. «Доливкою до повного»;
5. Масовий (ваговий).

Об'єм палива в баку автомобіля визначається за допомогою датчика рівня палива (Додаток 1). Може застосовуватися як штатний датчик показчика рівня палива, і додатковий – у системах контролю витрат палива та моніторингу транспорту.

Існує кілька видів датчиків рівня палива: резисторний поплавковий - штатний; та позаштатні – поплавковий магнітострикційний, ємнісний та ультразвуковий. За способом перетворення сигналу розрізняють: аналогові, частотні та цифрові. Аналогові датчики рівня палива прості за конструкцією та надійні в експлуатації, але схильні до впливу перешкод і стрибків напруги. Частотні – краще захищені від зовнішніх впливів та видають більш стабільні свідчення. Цифрові датчики рівня палива є найточнішими. Вони захищені від зовнішніх факторів. Їхня вартість не значно перевищує вартість частотних або аналогових (Додаток 1). Вимірювання фактичної витрати палива на автомобілі здійснюється за допомогою системи, що складається з двох основних підсистем – датчика рівня палива та модуля реєстрації, обробки, зберігання та передачі даних.

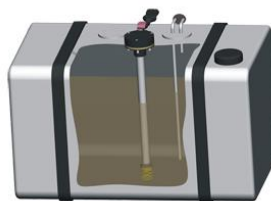


Рисунок 2.5 - Схематичне зображення встановлення датчика DUT-E 485

Основна складність під час використання даного методу – це апаратна реалізації другої підсистеми, тобто. апаратури реєстрації, зберігання та дистанційної передачі даних.

На сьогоднішній день існує досить велика кількість різних за принципом роботи, формою та технічними здібностями витратомірів палива. Більшість витратомірів, що продаються на вітчизняному ринку, є імпортними виробами або частково або повністю. Вітчизняні витратоміри, на жаль, поступаються імпортним, крім того, їх кількість на ринку скорочується [24].

Датчик витрати палива є проточним приладом обліку загального обсягу палива, що проходить через камеру згоряння під час роботи транспортного засобу.

Існує 2 види витратомірів: однокамерні та диференціальні. Однокамерні датчики витрати палива встановлюються на магістраль подачі палива двигун (Додаток 2). При цьому для коректного підрахунку палива на дизельному двигуні необхідно перенести зворотну магістраль, по якій невитрачене паливо надходитиме в бак, до витратоміра. Такі датчики коштують дешевше за диференціальні і їх можна встановлювати на автомобілі, де конструкція двигуна дозволяє перенести зворотну паливну магістраль без наслідків, інакше необхідна установка диференціального датчика витрати палива.

Диференціальний датчик витрати палива – це двокамерний виріб, що складається з двох відкаліброваних однокамерних витратомірів, один з яких встановлюється на канал подачі палива, а інший на канал «звороти» палива (Додаток 2). Вбудована електроніка враховує різницю між прямим та зворотним потоками палива та видає показник фактичної витрати.

Точність методу визначається, переважно, метрологічними характеристиками вимірювального засобу – датчика рівня.

Вимірювання фактичної витрати палива на автомобілі здійснюється за допомогою системи, що складається з двох основних підсистем – датчика рівня палива та модуля реєстрації, обробки, зберігання та передачі даних.

Схема підключення витратоміра з двома датчиками на дизельний двигун представлена на рисунку (Додаток 2)

Диференційний витратомір — це прилад, який вимірює швидкість потоку рідини або газу, визначаючи різницю тисків у двох точках потоку, що виникає внаслідок встановлення в трубі спеціального звужувального пристрою. Ці пристрої широко використовують для вимірювання витрати палива в автомобільній техніці і можуть використовуватися для контролю надходження повітря до двигуна.

Диференційна схема (Додаток 2) не вимагає додаткового втручання в паливну систему, рекомендована для встановлення на паливну систему Common Rail, дорожча вартість впровадження за рахунок контролю подачі і зворотки палива. Точність вимірювань близько 96-98%. Дана схема може встановлюватися тільки з системою GPS моніторингу.

Існує досить багато нюансів, пов'язаних із роботою витратомірів з двома датчиками, наприклад: проведення дослідів з енергетичної оцінки з лопатевими витратомірами на двигунах із системою Common Rail у більшості випадків не дає позитивних результатів. При роботі на холостому ході розкручується більше датчик зливу палива в бак, і на початку досвіду витратомір більше показує нуль. З усього вищевикладеного можна дійти невтішного висновку, що перераховані вище прилади для вимірювання витрати палива мають такі недоліки, як незручність експлуатації, відсутність обліку зливу палива з форсунок і ПНВТ, невеликий діапазон вимірювань та ін. Мобільні витратоміри мають низьку точність вимірювання споживання палива двигунами внутрішнього згоряння, а стаціонарні витратоміри, що мають досить високу точність вимірювань, непридатні при дорожніх експериментальних дослідженнях. Найчастіше вони використовуються при стендових випробуваннях за відсутності впливу дорожніх факторів (вібрацій і коливань автомобілів).

Вимірювання поточної витрати палива та обчислення на його основі сумарного обсягу витраченого палива за допомогою даного методу, характеризується високою вартістю, вимогами до чистоти палива, залежністю

показань від фізико-хімічних властивостей палива та низкою інших факторів, що стримують поширення даного способу контролю витрат палива [10].

Одним із можливих способів вимірювання є використання бортових систем контролю витрат палива автомобіля. Достатньо багато сучасних транспортних засобів мають на борту шину CAN (Controller Area Network). Ця шина служить для передачі інформації між різними пристроями та датчиками автомобіля, у тому числі й інформації щодо витрати та рівня палива в баку.

Перевагою даного методу є необхідність додаткових датчиків.

Основний недолік цих систем у високій похибці вимірювань, оскільки вони призначені, в першу чергу, для вимірювання миттєвої витрати палива на основі показань датчика рівня палива в баку та датчиків системи керування подачею палива.

Суть методу "доливки до повного" зводиться до вимірювання кількості палива, що доливається в бак автомобіля до заповнення після виконання будь-якої кількості транспортної роботи. Даний метод має на увазі необхідність повністю заправити паливний бак паливом перед початком виконання транспортної роботи. Таким чином, кількість палива, що доливається, відповідатиме витраті палива на попередню доливку транспортну роботу. Доливання перед і після транспортної роботи повинно здійснюватися на одному і тому ж майданчику, що дозволить виключити вплив нахилу автомобіля [12].

Проте, істотний недолік даного методу – це неприпустимо велике значення відносної похибки за певних (щодо малих) величин пробігу, тобто. при малій витраті палива. Також при цьому методом випробувань виникають випадкові похибки, пов'язані з неточністю доливання бака та визначення рівня заповнення бака.

Масовий (ваговий) метод заснований на вимірі фактично витраченого палива автомобілем шляхом зважування вимірювальної ємності з паливом, при цьому робота двигуна здійснюється з даної вимірювальної ємності. Маса нафтопродукту визначається як різницю між масою бруто та масою тари. Для зниження впливу зовнішніх умов на похибку вимірювань вагові пристрої повинні

бути захищені від вітру та опадів. Похибка вимірів залежить від точності вагового обладнання. При цьому способі виміру існує можливість визначати досить мале зміна ваги палива, тобто. невелика витрата.

Даний метод досить дешевий, не вимагає впровадження змін і додаткових пристроїв у конструкцію автомобіля, також має високу точність.

За результатами аналізу були сформульовані критерії порівняння методів: точність при малих змінах кількості палива; універсальність; простота застосування; вартість. Дані аналізу методів вимірювання витрати палива в технологічному режимі експлуатації спеціального автомобіля для збирання та транспортування ТКО були структуровані та подані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Результати аналізу методів визначення витрат пального автомобілів

Метод	Критерії порівняння			
	Точність при незначних змінах	Універсальність	Простота використання	Вартість
Об'ємний по рівню палива в баку	Низька	Так	Складно	Середня
Об'ємний з використанням витратомірів палива	Низька	Ні	Складно	Висока
З використанням бортових систем контролю	Низька	Ні	Просто	Низька
«Доливанням до повного»	Низька	Так	Просто	Низька
Масовий (ваговий)	Висока	Так	Просто	Низька

За результатами проведеного аналізу було встановлено, що масовий (ваговий) метод вимірювання витрати палива при проведенні експериментальних досліджень на спеціальному автомобілі для збору та транспортування ТКО при роботі в технологічному режимі експлуатації є найкращим.

2.6 Програма та об'єкт експериментального дослідження

Збір статистичних даних і проведення дослідження за темою кваліфікаційної роботи включали:

1. Визначення параметрів автобусних маршрутів, які обслуговує КП «Житомирське трамвайно- тролейбусне управління, де експлуатуються автобуси однотипні МАЗ.

2. Збір та обробка статистичних даних швидкісних режимів рухомого складу на маршруті №33. Швидкісні режими зібрані за допомогою бази даних «Дозор-Україна» за період за 4 квартали (з грудня 2024р по вересень місяць 2025р.)

3. Збір та обробку статистичних даних щодо несправностей автобусів МАЗ 206086, які виникають в процесі їх експлуатації в період з 1.12.2024 по 30.09.2025.

Збір та обробку статистичних даних про експлуатаційну витрату палива автобусів МАЗ 206086, обладнаних 4-х циліндровим дизельним двигуном Mercedes-Benz OM 924 LA екологічного стандарту Євро-4, потужністю 218 к.с. (160 кВт), 6-ступінчасту автоматичну коробку передач Allison T270 RET і розрахований на 25 місць для сидіння, при загальній місткості 72 пасажирів. Об'єктами експериментальних досліджень були 17 автобусів МАЗ 206086, які знаходяться на балансі КП «Житомирське-трамвайно-тролейбусне управління». На рис. 2.6 представлена схема автобусного маршруту №33 який обслуговує підприємство.

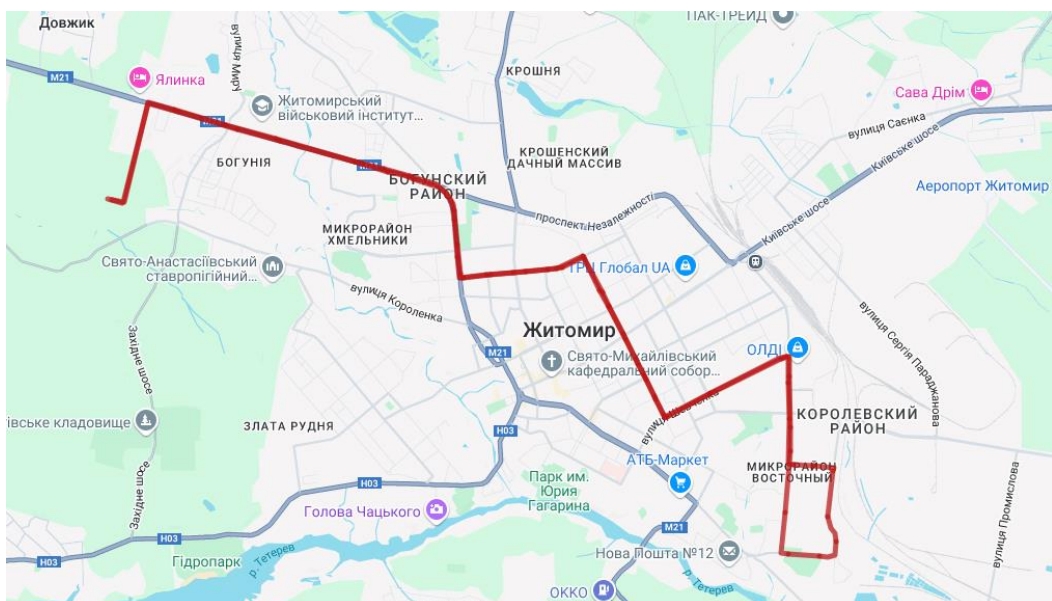


Рисунок 2.6-Схема автобусного маршруту №33 м. Житомир

Впровадження моніторингу необхідне для контролю за транспортними засобами. У автоматизованих системах диспетчерського управління та контролю зацікавлені організації, які здійснюють перевезення пасажирів на маршрутах.

У такому разі доцільним є встановлення GPS моніторингу. За допомогою системи GPS моніторингу можна здійснювати контроль за:

- пересуванням об'єкта;
- відхиленнями від схеми маршруту;
- використанням палива (контроль витрати);
- дотримання швидкісних режимів на маршруті.

На транспортному засобі, що працює під керуванням автоматизованої системи диспетчерського управління та контролю встановлюється бортовий навігаційно-зв'язковий термінал (навігаційний комплекс), який забезпечує прийом сигналів з навігаційних супутників та зберігання координат становища транспортного засобу біля. Навігаційно-зв'язковий термінал має модульну конструкцію та передбачає можливість нарощування функціональності за рахунок підключення додаткових модулів. Засоби навігаційного зв'язкового терміналу дозволяють транслювати сигнали з різних нештатних ситуацій.

На рис. 2.7 наведено принципову схему моніторингу роботи на лінії міського автобуса за участі програми «Дозор Україна».

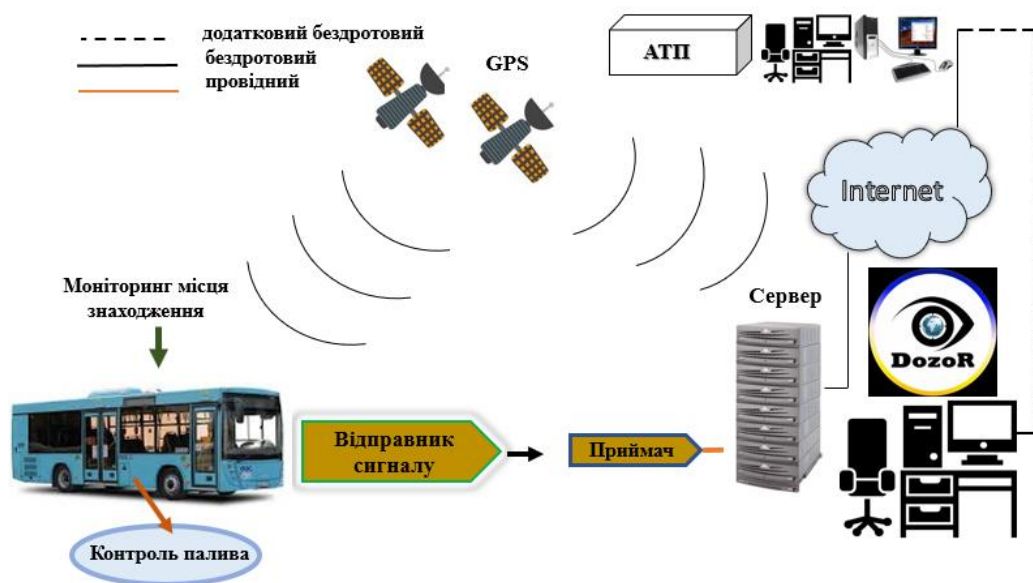


Рисунок 2.7 -Принципова схема роботи супутникової навігаційної системи в системі «Дозор Україна»

На рис. 2.8 представлений скрін екрану системи «Дозор-Україна» підсумкового обліку роботи автобусів за добу

№	Группа	Трекер	Пройденный путь, км	Общее время	Время в движении	Время холостого хода	Время остановок	Время работы двигателя	Средняя скорость, км/ч	Максимальная скорость, км/ч	Расход, л/100 км	Начальный объем, л	Конечный объем, л	Объем заправки, л	Объем сливов	Расход, л	Расход в движении, л	Расход в движении, л	Расход в движении, л
1	Автоб...	AM 1866 AA...	272.56	23ч 59м 59с	10ч 18м 3...	04ч 07м 33с	13ч 42м 28с	14ч 26м 04с	26	73									
2	Автоб...	AM 1861 AA...	244.24	23ч 59м 59с	10ч 45м 2...		13ч 14м 33с		23	74									
3	Автоб...	AM 1860 AA...	287.35	23ч 59м 59с	10ч 43м 3...	05ч 05м 18с	13ч 18м 21с	15ч 46м 57с	27	66		125.3	126.7	82.7		81.3	75.8	26.3	7.0/1.0
4	Автоб...	AM 1863 AA...	288.85	23ч 59м 59с	10ч 47м 1...	03ч 39м 40с	13ч 12м 41с	14ч 26м 58с	27	71		129.3	127.9	80.8		82.2	73.2	25.3	6.7/2.4
5	Автоб...	AM 1865 AA...	284.78	23ч 59м 59с	10ч 25м 4...	03ч 47м 50с	13ч 34м 15с	14ч 13м 34с	27	70		125.9	128.5	84.9		82.3	77.7	27.2	7.4/1.2
6	Автоб...	AM 1869 AA...	287.50	23ч 59м 59с	10ч 15м 4...	04ч 59м 29с	13ч 44м 16с	15ч 15м 12с	28	72		103.1	120.0	104.1		87.2	73.7	25.6	7.1/2.7
7	Автоб...	AM 1864 AA...		23ч 59м 59с			23ч 59м 59с					118.0	118.2			-0.2			
8	Автоб...	AM 1862 AA...	286.73	23ч 59м 59с	10ч 49м 5...	03ч 57м 14с	13ч 10м 01с	14ч 47м 12с	26	81		132.6	130.7	84.6		86.5	78.3	27.3	7.2/2.0
9	Автоб...	AM 1867 AA...	1.03	23ч 59м 59с	08м 55с	15м 40с	23ч 53м 04с	21м 05с	7	23		127.9	125.6			2.3			
10	Автоб...	AM 1868 AA...	287.28	23ч 59м 59с	10ч 53м 0...	04ч 14м 37с	13ч 08м 51с	15ч 05м 15с	26	80									
Итого														437.1		421.6			

Рисунок 2.8- Діалогове вікно програми «DozoR» по обліковим даним роботи автобусів на лінії за досліджуваний період

У додатку 3 приведено фото автобуса МАЗ 206086 і узагальнені технічні характеристики.

Інформаційні технології на автомобільному транспорті дозволяють відстежувати транспортні засоби в режимі реального часу, оптимізувати маршрути, покращувати, дисциплінувати поведінку водіїв та підвищувати ефективність експлуатації на маршруті і забезпечувати якість перевезення пасажирів.

ВИСНОВОК ЗА ДРУГИМ РОЗДІЛОМ

Широке використання комп'ютеризованих засобів та методів обробки інформації є обов'язковою умовою успішного функціонування будь-якого сучасного підприємства. Впровадження інформаційних технологій закономірно сприяє підвищенню ефективності та конкурентоспроможності як усього автотранспортного комплексу країни загалом, так і на рівні регіону, міста чи окремого автотранспортного підприємства.

Зазначено, що моніторинг технічного стану та робочих режимів і процесів автомобіля дає можливість контролювати в оперативному режимі зміну параметрів вузлів, агрегатів і систем автомобіля, а також здійснювати безперервний контроль за витратою палива.

Запропоновано до розгляду сучасні процеси управління працездатністю автомобілів із застосуванням інформаційних технологій. Зазначено, що в умовах сучасних інформаційних технологій зростає попит на передові технології діагностики несправностей, щоб зменшити незаплановані простої транспортних засобів, які спричинені непередбаченими відмовами. Такий підхід вбачає підвищення безпеки і надійності рухомого складу в період експлуатації.

Визначені основні фактори, які впливають на збільшення витрати палива автобусами при перевезенні пасажирів на маршруті. Це,

- погодно кліматичні;
- транспортні;
- дорожні;
- культура експлуатації водієм;
- конструктивні особливості і технічно справний стан складових автобуса.

В розділі запропонована програма дослідження за темою кваліфікаційної роботи та визначено об'єкт експериментального дослідження

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО КОРИГУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА

3.1. Результати і аналіз швидкісних режимів автобуса МАЗ-206086 на маршруті за допомогою бази даних системи «ДОЗОР Україна»

Проведені раніше дослідження [10] показують, що відхилення базових норм витрати палива для вантажних автомобілів класів N2, N3 та розрахункових значень витрат палива є незначними, що не перевищують 7%. При цьому доведено неефективність коригування транспортної норми щодо умов експлуатації у сучасних реаліях. Отримані таким чином експлуатаційні норми витрат палива вантажних автомобілів перевищують розрахункові в ідентичних умовах до 26%.

Таким чином, висунуто гіпотезу, згідно з якою передбачається, що базові та експлуатаційні норми витрати палива міськими автобусами класу М3 також значно відрізняються від фактичних. При цьому не підлягає сумніву факт впливу швидкостей руху на витрату палива КТЗ. Тому дані методичні підходи потребують удосконалення при її використанні для автобусів в умовах міського руху за наявності на АТП системи ДОЗОР Україна.

Для реалізації мети проведено дослідження фактичного розподілу швидкостей руху автобусів МАЗ-206086 із гідромеханічною передачею на маршрутах міста Житомир. Дані за значеннями швидкостей руху для математичного аналізу були вилучені з баз даних прикладного програмно-технічного комплексу «Дозор Україна» який використовує засоби супутникової навігації GPS.

Оброблено загальний обсяг (понад 350 значень вимірів) статистичних даних значень швидкостей за період експлуатації КТЗ протягом 5 місяців 2025р. та підтверджено гіпотезу про застосування закону розподілу випадкових величин, визначено параметри розподілу.

Загальна кількість значень швидкостей була розділена за кварталами року (рис. 1а, б, в, г), середня кількість значень за кожний квартал близько 210 вимірів

з довжиною інтервалу близько 8 км/год. Діапазони швидкостей, зафіксованих при вимірах програмно-технічним комплексом «Дозор Україна», становлять від 0,5 км/год до 73,5 км/год. Середнє математичне очікування швидкості руху за визначений період без урахування простою на зупинкових пунктах становить 24,5 км/год. За винятком з вибірки пікових швидкостей руху (понад 60 км/год), наявність яких пов'язана з рухом автобуса без пасажирів (з парку до початку маршруту, назад до парку), значення середнього річного математичного очікування швидкості руху становить 23,6 км/год.

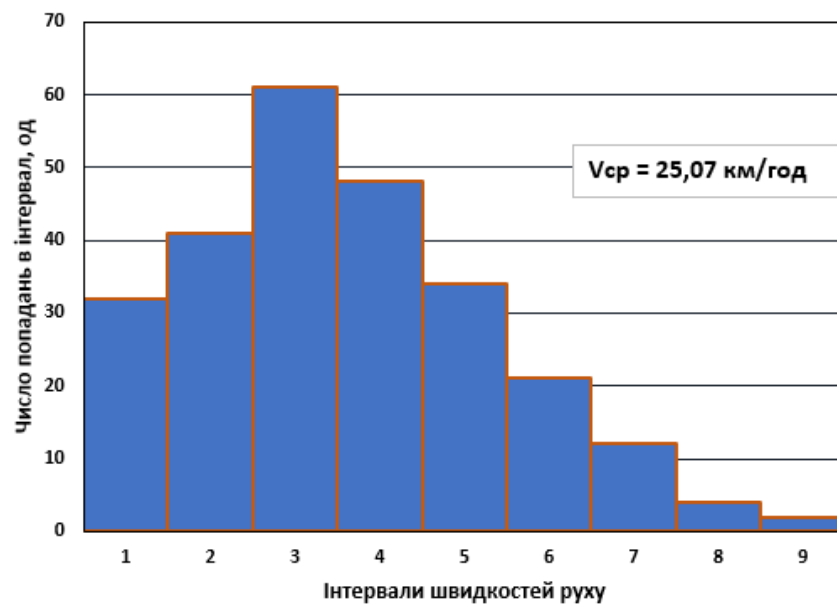


Рисунок 3.1 а) Розподіл значень швидкостей по інтервалам за IV квартал 2024р.

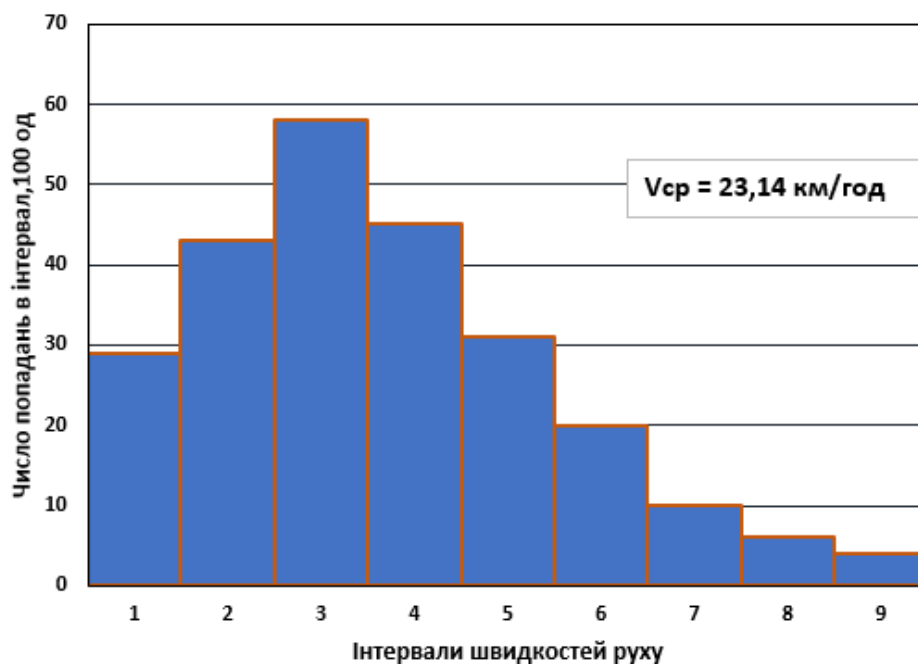


Рисунок 3.1 б) Розподіл значень швидкостей по інтервалам за I квартал 2025 р.

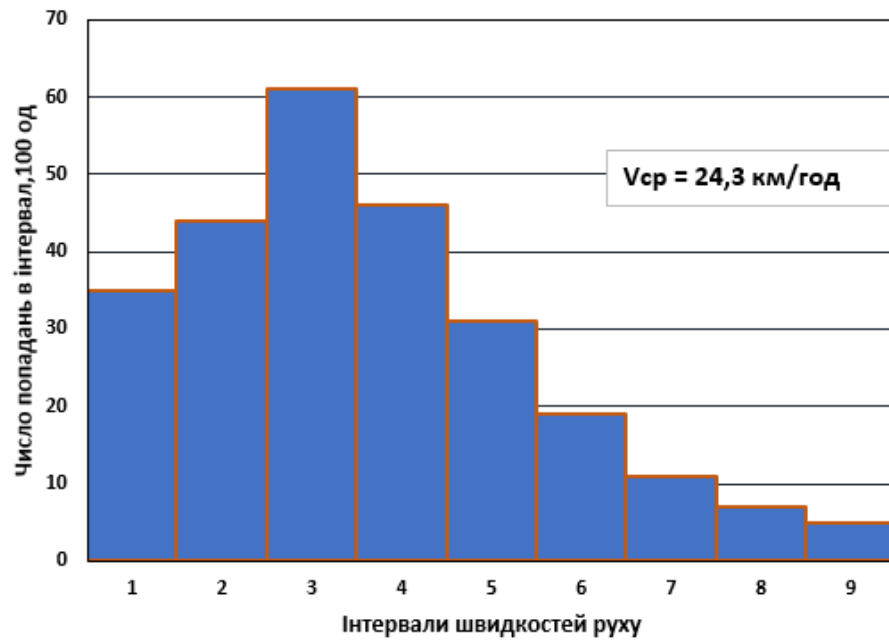


Рисунок 3.1 в) Розподіл значень швидкостей по інтервалам за II квартал 2025 р.

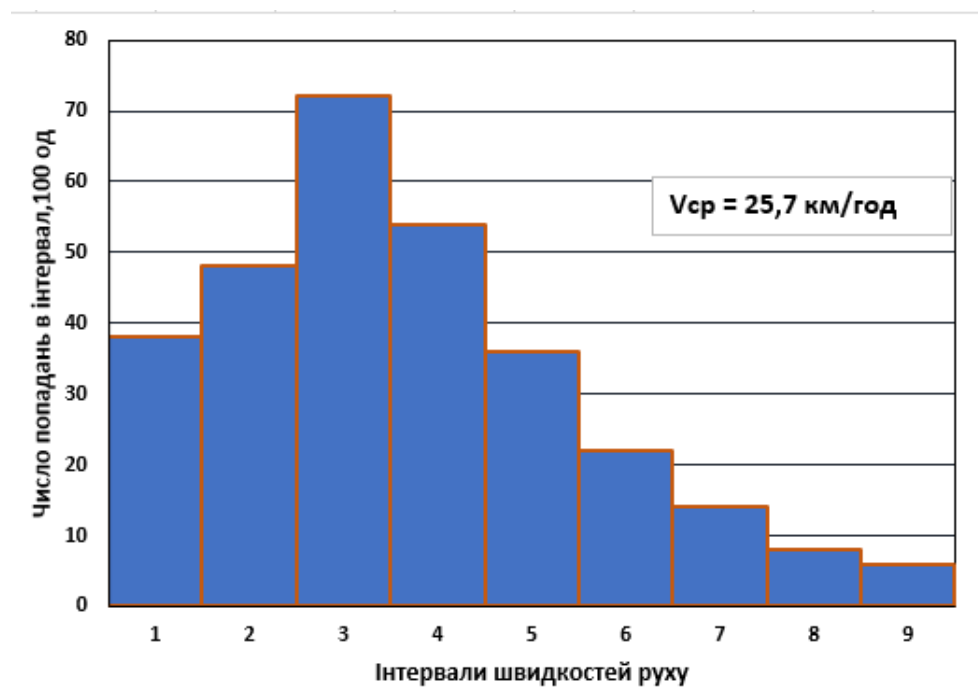


Рисунок 3.1 г) Розподіл значень швидкостей по інтервалам за III квартал 2025 р.

Розподіли швидкостей по кварталах року відрізняються один від одного незначно, що характеризує технічно грамотне керування автобусами водіями,

тобто незалежно від пори року водії використовують однотипні схеми руху на маршрутах.

Усі статистичні значення прискорень, зафіксовані програмно-технічним комплексом «Дозор-Україна».

З урахуванням фактичних розподілів швидкостей середня швидкість становить близько 24 км/год, враховуючи міський рух (наявність обмеження швидкостей, регулювання дорожнього руху та доріг зі складним планом) середня розрахункова швидкість знижується до 22 км/год, а приймаючи до уваги специфіку роботи ГМП для різних моделей ДВЗ (20 км/год.). При цьому значення фактичного середнього річного математичного очікування швидкості руху становить 23,5 км/год.

Розрахунок витрати палива в міських умовах для цілей цього дослідження поділяється на дві складові:

а) під час руху автобуса з розрахунковою середньою швидкістю згідно з отриманим розподілом, використовуючи загальновідомі положення теорії автомобіля, а також вплив гідромеханічної передачі на витрату палива.

Витрата палива, зафіксована комплексом "Дозор Україна", що відповідає руху зі швидкостями близькими до середньорічних значень, становить від 32,84 л/100 км до 35,38 л/100 км.

Методичні підходи в існуючому вигляді дають значення витрати палива 28,2 л/100 км, з урахуванням міських умов руху та розподілу швидкостей отримуємо 33,84 л/100 км (згідно з етапами коригування це витрата тільки на рух, без урахування зупинок).

б) при простоях автобусів на зупинкових пунктах, регульованих перехрестях і т. п. - як годинник двигуна.

Проведені дослідження встановлюють закони розподілу загального часу простою автобуса на зупинних пунктах для м. Житомира та складові цього часу.

Загальний час затримки (простою) автобуса на зупинних пунктах включає: додатковий час, необхідний для надходження (зміни) автобуса на зупинку ($t_{\text{дод}}$); час відкриття дверей ($t_{\text{від}}$); час обслуговування (посадки-висадки) пасажирів

($t_{\text{обсл}}$); час простою в очікуванні пасажирів ($t_{\text{ПВО}}$); час закриття дверей ($t_{\text{зак}}$); час вибуття автобуса з зупинки за наявності заїзної кишені ($t_{\text{виб}}$).

Для цілей цього дослідження частина витрати палива, розрахованого як годинна витрата палива двигуном, обумовлена наявністю складових загального часу простою на зупинних пунктах: $t_{\text{від}} = t_{\text{зак}} = 1-2$ с; $t_{\text{обсл}} = 12-15$ с; $t_{\text{ПВО}} = 20-40$ с, згідно з отриманими гістограмами розподілів для міста Житомира [25].

Загальна витрата палива автобуса на маршруті визначається в діапазоні від середньої наповнюваності салону пасажирами (на основі експериментальних даних [25]) та достатньої місткості автобуса.

Для цих умов фактична годинна витрата палива становить 2,05 л/год у теплий період року.

3.2 Результати узагальнення даних по витраті палива і відмовам основних складників рухомого складу

На початковому етапі дослідження впливу технічного стану на витрату палива було підтверджено загальну гіпотезу про те, що за однакових умов експлуатації, автобуси з меншим пробігом споживають меншу кількість палива, ніж автобуси з більшим пробігом. Для цього було порівняно витрату палива на 33-му і 23 маршрутах для дослідних груп автобусів помісячно. Результати наведені в таблиці 3.1 та на рисунку 3.2.

Таблиця 3.1-Пробіг автомобілів, які працювали на маршруті за найбільш завантажений робочий місяць досліджуваного періоду

Гаражний номер автомобіля	Відпрацьовано днів (Автомобіле-дні в роботі)	Автомобіле-дні простою	Пробіг, км	Середньодобовий пробіг, км
06	21	10	5531	263
12	22	9	5812	264
04	20	11	5293	265
14	19	12	5112	269
08	23	8	5960	259
05	10	21	2593	259
03	12	19	3156	263
Разом	127	90	33457	1841
				263

Дні простою автомобілів, які працювали на маршруті, визначені за різних причин: планове технічне обслуговування, поточний ремонт, очікування запасних частин, відсутність водія.

Таблиця 3.2 - Витрата палива автобусами із досліджуваних груп

№ групи	Середня витрата палива, л/100 км				
	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
1	33,85	33,98	33,96	34,08	33,84
2	33,86	33,92	34,02	34,12	33,96

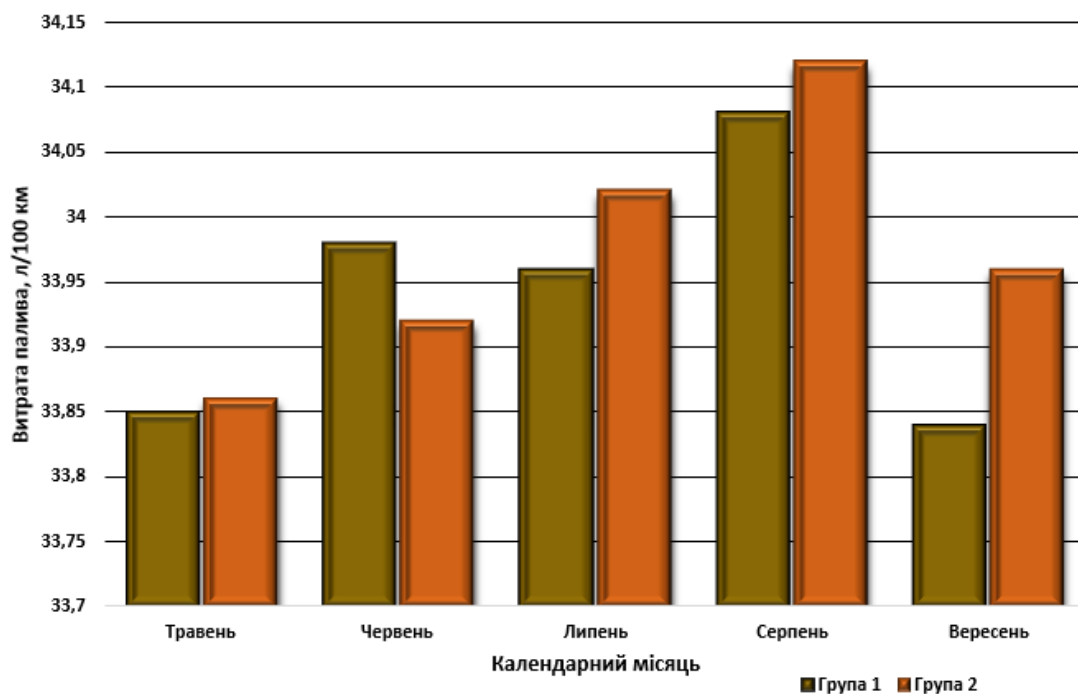


Рисунок 3.2 – Витрата палива автобусами із дослідних груп за 5 місяців

За узагальненими даними з рисунку 3.2 прослідковується чітка залежність витрати палива від терміну експлуатації автобуса.

Наступною частиною дослідження було встановлення переліку несправностей, які виникають в процесі експлуатації міських автобусів. Усі відмови за дослідний період було згруповано за приналежністю їх до певної системи чи складника. Після цього було підраховано загальну кількість відмов, кількість відмов на одиницю рухомого складу в групі та відсоток від загальної

кількості відмов у групі для кожної з досліджуваних груп. Результати розрахунків наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 -Результати розрахунків кількості відмов по групам

Найменування системи чи складника	Група 1 (10 автобусів)			Група 2 (7 автобусів)		
	Кількість відмов	Відмова на один автобус в групі	% від загальної кількості відмов в групі	Кількість відмов	Відмова на один автобус в групі	% від загальної кількості відмов в групі
Двигун внутрішнього згорання	3	0,3	6,1	4	0,5	11,1
Підвіска	7	0,7	14,2	5	0,7	13,8
Гальмівна система	5	0,5	10,2	4	0,5	11,1
Колеса	6	0,6	12,2	3	0,4	8,3
Електрообладнання	8	0,8	16,3	5	0,7	13,8
Рульове управління	4	0,4	8,1	2	0,3	5,5
Система живлення	5	0,5	10,2	3	0,4	8,3
Система охолодження	5	0,5	10,2	4	0,5	11,1
Система мащення	2	0,2	4,0	3	0,4	8,3
Кузов	4	0,4	8,1	3	0,4	8,3
Всього відмов	49	4,9	99,6	36	4,8	96,6

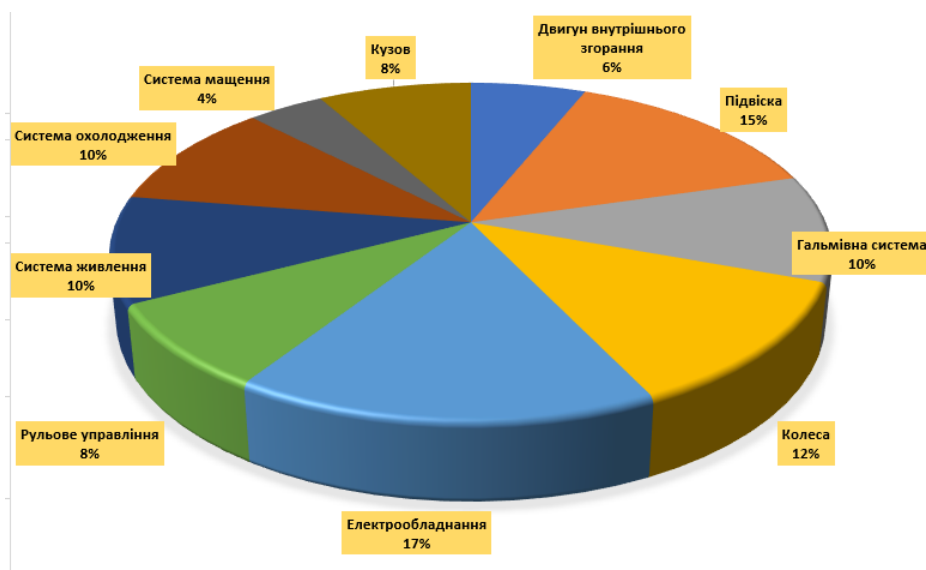


Рисунок 3.3. Відмови першої групи автомобілів

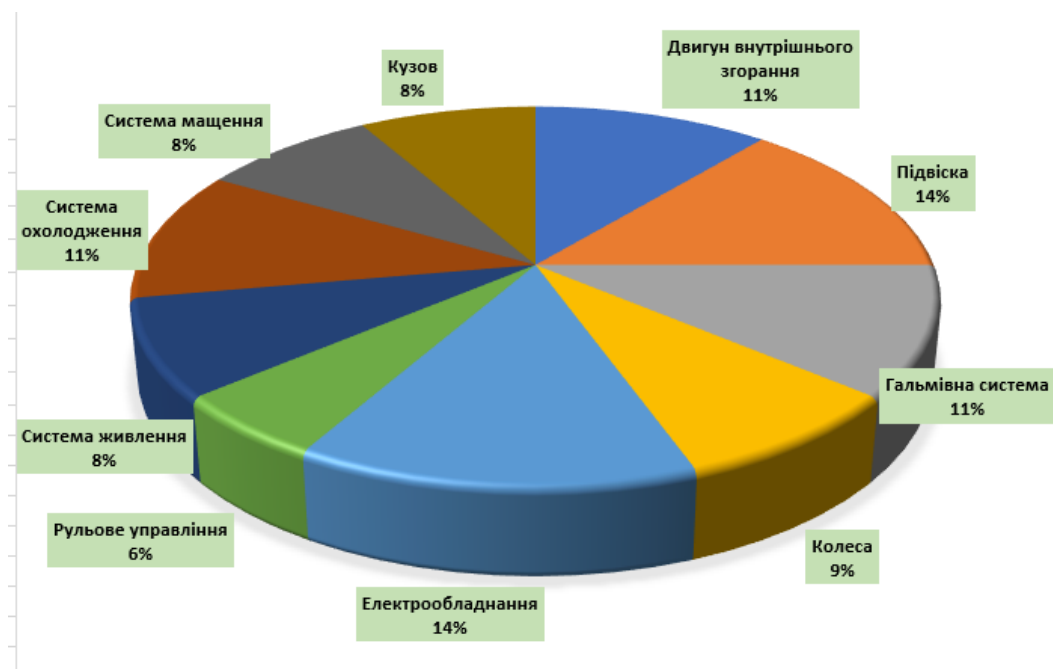


Рисунок 3.4. Відмови другої групи автомобілів

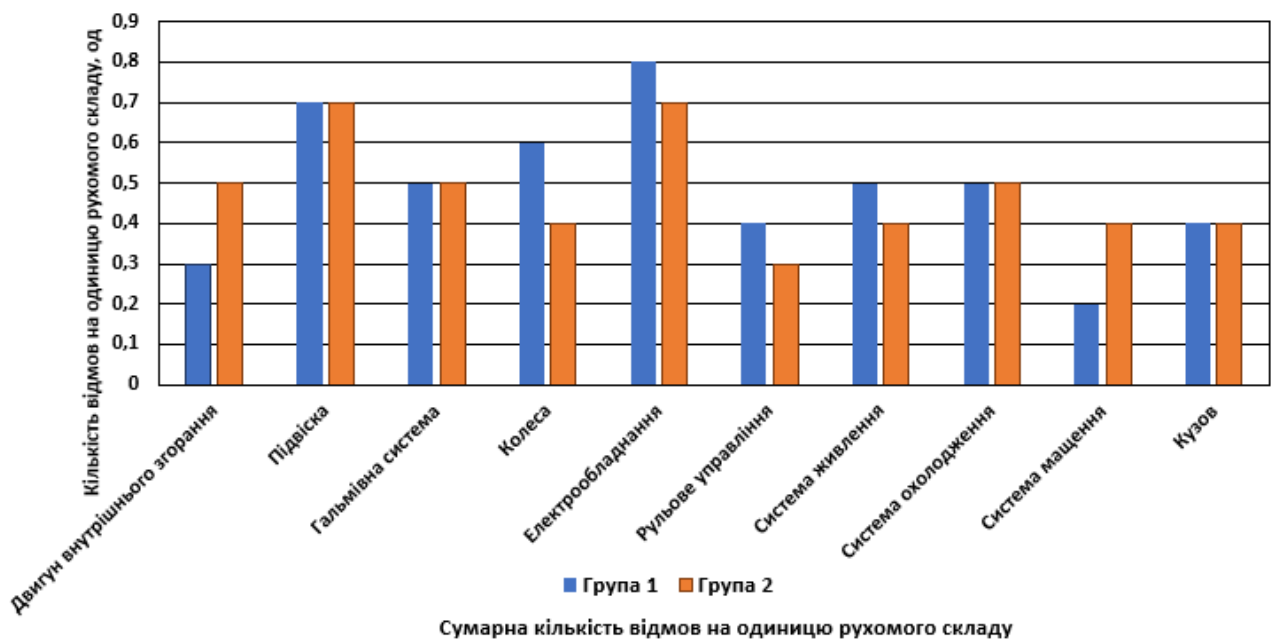


Рисунок-3.5-Сумарна кількість відмов на одиницю рухомого складу

В подальшому було визначено найбільш характерні несправності в кожній з систем та складників. Результати аналізу наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4— Результати аналізу характерних несправностей по найвагоміших системах та складових

Система	Елемент системи, несправність	Група 1	Група 2
Електрообладнання	Генератор	3	2
	Стартер	2	2
	Електрика	3	4
	Разом	8	5
Підвіска	Амортизатори	2	1
	Ресори	3	1
	Інше	2	3
	Разом	7	5
Гальмівна система	Диски, колодки	2	1
	Пневмосистема	1	1
	Стоянкова гальмівна система	1	-
	Інше	1	2
	Разом	5	4
Колеса	Заміна колеса	2	1
	Заміна диска	2	-
	Ремонт колеса	2	2
	Разом	6	3

На діаграмі (рис.3.6) представлено ранжування найбільш вагомій несправності, які призвели до відмови.

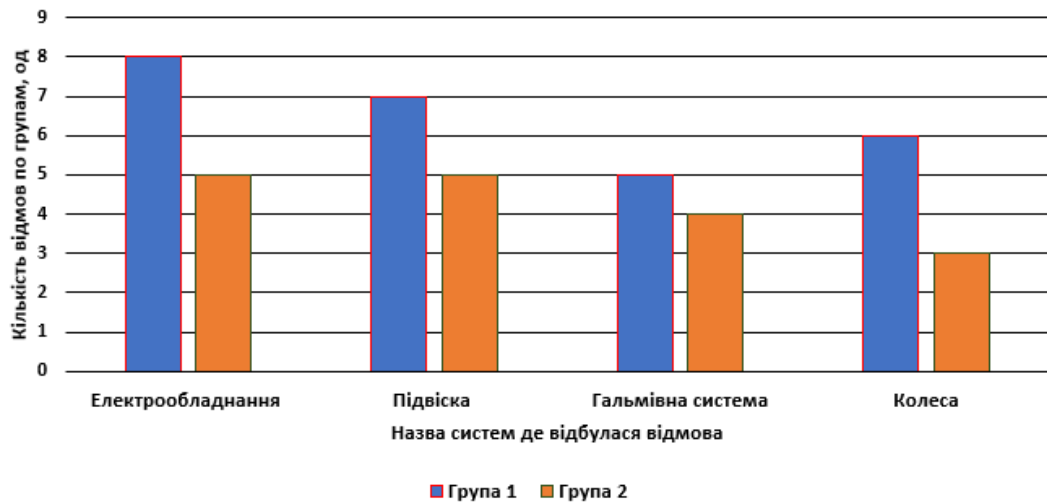


Рисунок 3.6-Сумарна кількість відмов де найбільш визначено несправності

Як видно з графіків, кількість встановлених відмов електрообладнання, підвіски, складових гальмівної системи і коліс на одиницю рухомого складу у першій групі дещо більша і явно вибивається із загальної тенденції. Це пояснюється тим, що в цю групу входять автобуси, які мають більший пробіг з початку експлуатації, так як експлуатувалися у більш інтенсивному режимі.

За результатами розрахунку можна зробити висновок, що усі відмови, які виникають в процесі експлуатації автобусів, доцільно розділити на дві групи:

- ті, чия кількість збільшується із збільшенням терміну експлуатації. До них відносяться електрообладнання, складові підвіски, гальмівної системи і коліс.
- ті, які виникають рівномірно упродовж всього терміну експлуатації. До них відносяться система охолодження, двигун внутрішнього згорання, система живлення, складові рульового управління, кузова, система мащення.

3.3 Розрахунок плану матеріально-технічного постачання

Витрати на паливо

Для автобусів нормативні витрати палива визначаються за формулою:

$$Q_H = 0,01 \cdot H_S \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_Z), \quad (3.1)$$

де Q_H – нормативна витрата палива, літри, (мз);

H_S – базова лінійна норма витрати палива, л/100 км (мз/100 км),

S – пробіг автомобіля за день, км,

K_Z – сумарний коригуючий коефіцієнт, %.

Для роботи у міських умовах для м. Житомир встановлена додаткова надбавка 10% [21].

Робота, яка потребує частих зупинок (в середньому більше ніж одна зупинка на один кілометр пробігу), у тому числі технологічних зупинок, пов'язаних із завантаженням і розвантаженням, посадкою і висадкою пасажирів (маршрутні автобуси, обслуговування поштових скриньок, інкасація грошей, обслуговування хворих, інвалідів, клієнтів тощо), а також робота в напружених дорожніх умовах міст, пов'язаних із частими зупинками дорожнього руху (зокрема, у центральних частинах міст), передбачена надбавка в розмірі 10% [21].

$$Q_H = 0,01 \cdot 28,2 \cdot 263 \cdot (1 + 0,01 \cdot 20) = 88,99 \text{ л}$$

Економію палива визначаємо за формулою:

$$E_n = \frac{\%T_{ек}}{100} \cdot T_e, \quad (3.2)$$

де $\%T_{ек}$ -плановий відсоток економії палива на АТП, %

$$E_n = \frac{5 \cdot 88,99}{100} = 4,4 \text{ л.}$$

Розрахунок витрат палива з урахуванням економії:

$$T_{ек} = Q_H - E_n, \quad (3.3)$$

$$T_{ек} = 88,9 - 4,4 = 84,5 \text{ л.}$$

Приймаємо 92,0 л

Витрати на паливо розраховуємо за наступною формулою:

$$B_n = T_{\text{ек}} \cdot C_{\text{л}}, \quad (3.4)$$

де $C_{\text{л}}$ - Вартість 1л палива, грн.

$$B_{\text{п}} = 84,5 \cdot 55,90 = 4723,5 \text{ грн.}$$

Вартість дизельного пального за автозаправці «JPG» становить 55,90 грн.
(станом на 18.10.2025 р.)

Відповідно [21] передбачено збільшувати нормативи витрати палива до 20 % для автомобілів, які перебувають в експлуатації більш ніж вісім років або мають пробіг понад 150 тис. км.

3.3.1 Витрати на мастильні і інші експлуатаційні матеріали

Норми витрат мастильних матеріалів так само як і норми витрат палива на автомобільному транспорті призначені для планування потреби підприємств, організацій, установ у мастильних матеріалах і контролю за їх витратами, ведення звітності, запровадження режиму економії та раціональної розробки питомих витрат мастильних матеріалів.

Витрати на мастильні матеріали обчислюють згідно встановленими нормативами у відсотках до витрат палива за кожним видом матеріалів. Витрати на обтиральні матеріали визначаємо із розрахунку на один обліковий автомобіль і встановленої ціни за один кілограм. Для автомобілів і їх модифікацій, для яких нормативи витрат мастильних матеріалів не увійшли до нормативного документа, і не наведені в додатку В, встановлюються тимчасові нормативи витрат мастильних матеріалів.

Витрати на моторні, трансмісійні, спеціальні оливи та пластичні мастила плануються відповідно до встановлених нормативів.

Витрати на моторну оливу :

$$B_{\text{м.дв}} = \frac{T_{\text{ек}} \cdot H_{\text{м.дв}}}{100} \cdot C_{\text{м.дв}}, \quad (3.5)$$

де $N_{м.дв}$ - норма витрат мастила для двигуна, л

$C_{м.дв}$ - ціна 1л мастила для двигуна, грн.

Рекомендовані тимчасові нормативи витрат моторної оливи для вантажних автомобілів повною масою понад 16 т та автобусів повною масою більш ніж 7,5 т, які перебувають в експлуатації більше 8 років. Нормативи витрати моторної оливи (л) на 100 л палива становлять 1,1 л/100 л палива. [21].

Вартість 1л моторної оливи становить 337 грн. [28].

$$B_{м.дв} = \frac{84,5 \cdot 1,1}{100} \cdot 337 = 341,7 \text{ грн.}$$

Приймаємо 28,0 грн.

Витрати на трансмісійне мастило визначаємо за наступною формулою:

$$B_{м.тр} = \frac{T_{ек} \cdot H_{м.тр}}{100} \cdot C_{м.тр}, \quad (3.6)$$

де $H_{м,тр}$ - норма витрат трансмісійного мастила на 100 м³ витрат палива [27].

$C_{м.тр}$ - ціна 1л трансмісійного мастила, грн 469 грн. [29].

$$B_{м.тр} = \frac{84,5 \cdot 0,15}{100} \cdot 469 = 59,4 \text{ грн.}$$

Витрати на спеціальне мастило:

$$B_{м.сп} = \frac{T_{ек} \cdot H_{м.сп}}{100} \cdot C_{м.сп}, \quad (3.7)$$

де $H_{м.сп}$ - норма витрат спеціального мастила на 100 м³ витрат палива, л

$C_{м.сп}$ - ціна 1л спеціального мастила марки ATF 380 грн. [30].

$$B_{м.ст} = \frac{84,5 \cdot 0,05}{100} \cdot 380 = 16,1 \text{ грн.}$$

Витрати на пластичне мастило:

$$B_{м.п} = \frac{T_{ек} \cdot H_{м.п}}{100} \cdot C_{м.п}, \quad (3.8)$$

де $H_{м.п}$ - норма витрат пластичного мастила на $100 м^3$ витрат палива, л
 $C_{м.п}$ - ціна 1л спеціального мастила, грн 350 грн.[31].

$$B_{м.п} = \frac{84,5 \cdot 0,1}{100} \cdot 350 = 29,5 \text{ грн.}$$

Витрати на керосин визначаємо за наступною формулою:

$$B_{кер} = \frac{0,5}{100} \cdot T_{ек} \cdot C_{кер}, \quad (3.9)$$

де 0,5-норма витрат керосину на 100л витрати палива,%
 $C_{кер}$ - ціна 1л керосина, грн. 84 грн. [32].

$$B_{кер} = \frac{0,5}{100} \cdot 84,5 \cdot 84 = 35,5 \text{ грн.}$$

Витрати на інші експлуатаційні матеріали приймаються в розрахунку на 5% від вартості палива.

$$B_{ін} = B_n \cdot 0,05,$$

$$B_{ін} = 4723,5 \cdot 0,05 = 236,17 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат на мастильні та інші експлуатаційні матеріали:

$$B_{маст} = B_{м.дв} + B_{тр} + B_{м.сп} + B_{м.п} + B_{кер} + B_{ін}, \quad (3.10)$$

$$B_{маст} = 341,7 + 59,4 + 16,1 + 29,5 + 35,5 + 236,17 = 718,38 \text{ грн.}$$

Витрати на автомобільні шини за день експлуатації розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{ш}} = \frac{L_{\text{заг}} \cdot K_{\text{ш}}}{L_{\text{н}} \cdot K_{\text{нз}}} \cdot C_{\text{ш}}, \quad (3.11)$$

де $K_{\text{ш}}$ - кількість шин на автомобілі, шт.

$L_{\text{н}}$ - нормативний пробіг шини

$C_{\text{ш}}$ - вартість однієї шини 245/70 R19 становить 4229 грн. [33]

$$B_{\text{ш}} = \frac{263 \cdot 6}{38000 \cdot 1,033} \cdot 4229 = 170,0 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на запасні частини з розрахунку на рік (за період 5 міс)

$$S_{\text{зч}} = \frac{H_{\text{зч}} \cdot L_{\text{заг}} \cdot K_{\text{у}}}{1000} \cdot y \quad (3.12)$$

$$S_{\text{зч}} = \frac{516 \cdot 1315 \cdot 1,0}{1000} \cdot 0,59 = 22986,00 \text{ грн.,}$$

де $H_{\text{зч}}$ - норма витрат на запасні частини, грн.;

$K_{\text{у}}$ - коефіцієнт, який враховує умови експлуатації;

$L_{\text{заг}}$ - загальний пробіг автомобіля за календарний рік, км. До розрахунку враховуємо, що автомобіль працює на лінії 90 днів на визначений період;

y - коефіцієнт індексації цін за 2024 р. (середня величина).

Розрахунок витрат на запасні частини з розрахунку за день експлуатації

$$S_{\text{зчд}} = \frac{516 \cdot 90 \cdot 1,0}{100} \cdot 0,59 = 27,39 \text{ грн.,}$$

Загальна сума матеріальних витрат по встановленій номенклатурі рухомого складу:

$$B_{\text{мат}} = B_{\text{п}} + B_{\text{маст}} + B_{\text{ш}} + B_{\text{зч}}, \quad (3.13)$$

$$B_{\text{мат}} = 4723,5 + 402,27 + 170,0 + 27,39 = 5223,16 \text{ грн.}$$

Для зручності приймаємо $B_{\text{мат}} = 5223,00$ грн.

Розраховані значення зводимо в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5- Матеріальні витрати на перевезення пасажирів одним автобусом за один день

№ з/п	Показник	Значення показника, грн
1	Витрати на паливо	4723,8
2	Витрати на мастильні матеріали	718,38
3	Витрати на запасні частини	27,39
4	Витрати на придбання і ремонт автомобільних шин	170,00
Разом:		5639,58

З розрахунків свідчить, що середня витрата на експлуатацію автобуса за один день визначеного періоду (5 місяців) для АТП обходиться 5639,58гр.(без витрат на заробітну плату). При цьому спостерігається дещо занижені розрахункові значення на витрати запасних частин. Збільшення витрати палива приходить на дні місяця, коли автобус працює з увімкненим кондиціонером.

Разом з тим, на актуальність проблеми щодо обліку витрат на утримання автотранспорту на сьогоднішній день впливає зростання цін на паливе, зростання витрат на обслуговування та ремонт, збільшення часу перебування у пробках, військові події, розвиток альтернативних видів транспорту, екологічні проблеми і зміна свідомості людей.

3.4 Результати збору даних про відмови основних складників автобусів та їх зв'язок з витратою палива

За підходом у роботах [26, 27] рівняння залежності витрати палива від терміну експлуатації автобусів для всіх маршрутів матиме вигляд:

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot T_e^2 + (0,1080 \cdot T_e) + Q_{s0} \quad (3.14)$$

де $Q_s(T_e)$ – витрата палива автобусів МАЗ-206086 залежно від кількості місяців в експлуатації, л/100 км;

T_e – термін експлуатації в місяцях;

Q_{s0} – витрата палива в перший місяць експлуатації автобусів МАЗ-206086, л/100 км.

залежність (3.5) доцільно використати для визначення коефіцієнту коригування лінійної витрати палива за терміном експлуатації, який позначимо k_T [27].

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot T_e^2 + 0,1080 \cdot T_e + Q_{s0}}{Q_{s0}} = 1,0 + \frac{-0,0007 \cdot T_e^2 + 0,1080 \cdot T_e}{Q_{s0}}, \quad (3.15)$$

Тоді витрата палива в певний місяць експлуатації буде визначатись за формулою:

$$Q_s = Q_{s0} \cdot k_t \quad (3.16)$$

Проводимо розрахунки за формулою 3.16

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,2^2 + (0,1080 \cdot 18,2) + 28,2 = 29,93 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,4^2 + (0,1080 \cdot 18,4) + 28,2 = 29,95 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 17,6^2 + (0,1080 \cdot 17,6) + 28,3 = 30,41 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 17,6^2 + (0,1080 \cdot 17,6) + 29,4 = 31,08 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,3^2 + (0,1080 \cdot 18,3) + 28,4 = 30,14 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,5^2 + (0,1080 \cdot 18,5) + 29,2 = 30,95 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,4^2 + (0,1080 \cdot 18,4) + 28,6 = 30,35 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,5^2 + (0,1080 \cdot 18,5) + 28,1 = 29,85 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,4^2 + (0,1080 \cdot 18,4) + 29,2 = 30,95 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,1^2 + (0,1080 \cdot 18,1) + 28,6 = 30,32 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 17,6^2 + (0,1080 \cdot 17,6) + 28,3 = 30,41 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,7^2 + (0,1080 \cdot 18,7) + 28,5 = 30,27 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,2^2 + (0,1080 \cdot 18,5) + 28,1 = 29,82 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 17,2^2 + (0,1080 \cdot 17,2) + 28,5 = 30,14 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,3^2 + (0,1080 \cdot 18,3) + 28,4 = 30,14 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,2^2 + (0,1080 \cdot 18,2) + 28,3 = 30,03 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 18,1^2 + (0,1080 \cdot 18,1) + 28,9 = 30,62 \text{ л}$$

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot 17,6^2 + (0,1080 \cdot 17,6) + 28,3 = 30,41 \text{ л}$$

Проводимо розрахунки за формулою 3.15

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,2^2 + 0,1080 \cdot 18,2 + 28,2}{28,2} = 1,061$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,4^2 + 0,1080 \cdot 18,4 + 28,2}{28,2} = 1,062$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 17,6^2 + 0,1080 \cdot 17,6 + 28,3}{28,3} = 1,074$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 17,6^2 + 0,1080 \cdot 17,6 + 29,4}{29,4} = 1,057$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,3^2 + 0,1080 \cdot 18,3 + 28,4}{28,4} = 1,061$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,5^2 + 0,1080 \cdot 18,5 + 29,2}{29,2} = 1,060$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,4^2 + 0,1080 \cdot 18,4 + 28,6}{28,6} = 1,061$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,5^2 + 0,1080 \cdot 18,5 + 28,6}{28,6} = 1,062$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,4^2 + 0,1080 \cdot 18,4 + 29,2}{29,2} = 1,059$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,1^2 + 0,1080 \cdot 18,1 + 28,6}{28,6} = 1,060$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 17,6^2 + 0,1080 \cdot 17,6 + 28,3}{28,3} = 1,074$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,2^2 + 0,1080 \cdot 18,2 + 28,1}{28,1} = 1,061$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,5^2 + 0,1080 \cdot 18,5 + 28,6}{28,6} = 1,061$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 17,2^2 + 0,1080 \cdot 17,2 + 28,5}{28,5} = 1,057$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,2^2 + 0,1080 \cdot 18,2 + 28,3}{28,3} = 1,061$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 18,1^2 + 0,1080 \cdot 18,1 + 28,9}{28,9} = 1,059$$

$$k_T = \frac{-0,0007 \cdot 17,6^2 + 0,1080 \cdot 17,6 + 28,3}{28,3} = 1,074$$

В таблиці 3.14 наведені результати розрахунків витрати палива на автобусному маршруті за рівнянням (3.5), визначено коефіцієнти корегування

для відповідної кількості місяців експлуатації та визначені коефіцієнти для значень, отриманих за рівняннями (3.14-3.16).

Таблиця 3.6- Результати розрахунків витрати палива на маршрутах

Гаражний номер автобуса	T_e	$Q_s(T_e)$	Q_{s0}	k_T	$Q_{s0} \cdot k_t$
Маршрут №33					
06	18,2	29,93	28,2	1,061	29,92
12	18,4	29,95	28,2	1,062	29,94
04	17,6	30,41	28,3	1,074	32,67
14	17,6	31,08	29,4	1,057	31,07
08	18,3	30,14	28,4	1,061	31,13
Інші маршрути					
05	18,5	30,95	29,2	1,060	30,95
01	18,4	30,35	28,6	1,061	30,34
09	18,5	29,85	28,1	1,062	29,84
13	18,4	30,95	29,2	1,059	30,92
02	18,1	30,32	28,6	1,060	30,31
17	17,6	30,41	28,3	1,074	32,67
11	18,2	29,83	28,1	1,061	29,81
03	18,5	30,35	28,6	1,061	30,34
15	17,2	30,14	28,5	1,057	31,87
07	18,2	30,03	28,3	1,061	30,02
10	18,1	30,62	28,9	1,059	30,60
16	17,6	30,41	28,3	1,074	32,67

Для зручності розрахунків витрати палива в умовах автопідприємства запропоновано автоматизований розрахунок за формою у програмі Microsoft Excel (рис. 3.7).

Запропоновано форму для розрахунку витрати палива на рис. 3.7. Як видно з розрахунків результати з витрати палива по таблиці збігаються з ручними розрахунками.

Рисунок 3.7 - Вікно форми програми для розрахунку витрати палива автобусом які досліджені в роботі

68

3.5 Рекомендації по коригуванню норми витрати палива в технологічному режимі експлуатації автобусів на міських маршрутах

Витрати палива автотранспортними засобами залишається основною складовою у собівартості перевезень. В даний час нормування витрати паливно-мастильних матеріалів автомобілями здійснюється згідно за методичними рекомендаціями Державного підприємства «Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут» (ДП «ДержавтотрансНДІпроект»), редакція 1 від 17.11.2023 р. «Методичні рекомендації з нормування витрат палива, електричної енергії, мастильних, інших експлуатаційних матеріалів автомобілями та технікою», яка носить рекомендаційний характер для підприємств, організацій, установ, юридичних та фізичних осіб у плануванні, обліку, контролі за витратами.

Аналітичні методи дають можливість визначення витрати палива в умовах обмеженості часу, фінансування експериментів, вихідних даних про маршрут і т.д., тому вони краще прогнозуються в умовах роботи сучасних автотранспортних підприємств.

Вдосконалити облік витрат щодо утримання автотранспорту на підприємстві можна наступним чином:

1. Використовувати спеціальні програми, додатки для обліку витрат на автотранспорт.
2. Встановити GPS-трекінг на кожен автотранспорт для відстеження маршруту, простою, витратою палива.
4. Застосування системи внутрішнього контролю над витратами на утримання автотранспорту.
5. Дотримання норм витрат ПММ, експлуатації автотранспорту і планування витрат.
6. Оптимізація витрат шляхом запровадження заходів економії ПММ, своєчасного технічного обслуговування та ремонту.
7. Посилення відповідальності водії автотранспорту підприємства під час експлуатації автотранспорту: система мотивацій під час економного і

дбайливого використання автотранспорту, система штрафів за порушення правил експлуатації транспортного засобу, правил дорожнього руху.

8. Постійне слідкування за змінами законодавства. Запропоновані заходи дозволять покращити використання автотранспорту на підприємстві, оптимізувати витрати на його утримання, що в результаті збільшить в майбутньому доходи підприємства.

Для практичного застосування результатів досліджень було розроблено «Методичні рекомендації коригування норм витрати палива» для КП «Житомирське трамвайно-тролейбусне управління» з урахуванням обліку витрати палива через технічну несправність за допомогою системи «Дозор Україна».

На сьогоднішній день парк автотранспортних підприємств, які працюють по наданню послуг на міських маршрутах, постійно оновлюється. З'являються нові, більш досконалі та адаптовані до сучасних умов експлуатації транспортні засоби. Методичні рекомендації, розроблені 2023 року, не включають весь перелік рухомого складу, що експлуатується на автотранспортних підприємствах. У зв'язку з цим на автотранспортних підприємствах виникають складності та розбіжності з коригуванням нормативів витрати палива. Чинні нормативні документи допускають запровадження юридичною особою чи приватним структурам базових норм витрати палива на дані транспортні засоби, за індивідуальними обґрунтованими рекомендаціями.

Одночасно з цим, діючі методичні рекомендації не враховують усі умови експлуатації, а саме вплив різних факторів на витрату палива в технологічному режимі експлуатації міських автобусів, наприклад при тривалості використанні кондиціонера. Норми, як правило, розраховуються по верхній межі, через що виникає проблема коректності оцінки кількості фактично витраченого палива та наявності перевитрати.

З метою оперативного коригування норм витрати палива на підприємстві необхідно отримувати від системи «Дозор Україна» та обробляти дані про

кількість та значимість виникаючих відмов рухомого складу, пов'язаних як з безпекою руху так і по витраті палива.

При створенні єдиних моніторингових центрів управління окремі автотранспортні підприємства мають можливість пошуку партнерів для об'єднання не лише серед рівноцінних а і виходити на інші види міського пасажирського транспорту. Така підготовча робота може розглядатись як одне із важливих умов переходу до використання супутникової навігації. В результаті створюються передумови для координації роботи всіх видів пасажирського транспорту в одному інформаційному просторі.

При оцінці ефективності супутникової навігації в управлінні пасажирським автотранспортним підприємством необхідно враховувати три джерела отримання ефекту:

1. Підвищення якості транспортного обслуговування;
2. Зниження недоцільних витрат на паливо;
3. Зменшення собівартості перевезень через підвищення коефіцієнту технічної готовності парку.

Висновки до третього розділу

Витрата палива — основний показник економічності автомобіля. В експлуатації його оцінюють по питомій витраті на 100 км пробігу, але це значення може щось показати лише при роботі автомобіля в абсолютно стабільних умовах. Будь-яка зміна погодних умов, маршрутів руху, часу доби, завантаження автомобіля позначається на витраті.

Норми витрати пального, розраховані згідно з методичними рекомендаціями можуть мати відхилення від об'єктивно необхідної кількості палива для виконання перевезень, розрахованого на основі спеціально організованих натурних спостережень в інтервалі від мінус 6% (норми менше даних натурних досліджень) до плюс 16% вище норми за результати спостережень).

Нормування автомобільного палива може бути ефективно організовано з вико-користування інформаційних технологій, під якими розуміються програмні продукти для автоматизації розрахункових операцій та супутникові навігаційні системи.

Автоматизація розрахунку норм витрати палива забезпечує значне скорочення трудомісткості визначення об'єктивно необхідної кількості палива при плануванні та аналізі фактичних витрат на виконання транспортної роботи, а також усуває можливість здійснення розрахункових помилок і створює умови для мотивації водіїв до економії палива під час роботи на маршруті.

Через відсутність методики розрахунку коригуючих коефіцієнтів залежно від впливу дорожньо-кліматичних умов, технологічних особливостей експлуатації транспортного засобу та інших факторів можливе відхилення розрахованих норм від об'єктивно необхідних витрат палива на роботу з конкретних маршрутів (наприклад тривалість роботи кондиціонера).

Порівняння розміру економії палива в розрахунку на один транспортний засіб та використання системи супутникового моніторингу роботи автомобілів на перевезеннях з метою оперативного контролю та уточнення норм витрати палива дозволяє розраховувати на термін окупності системи супутникового моніторингу.

В розділі представлені наступні результати досліджень:

1. Шляхом опрацювання бази даних підприємства визначалися швидкісні режими, головним чином на основі швидкості та кількості рейсів за п'ять місяців поточного року, під час яких працював автобус МАЗ 203. На основі результатів вимірювань було підготовлено набір необроблених даних для аналізу. Підтверджено гіпотезу, згідно з якою передбачається, що базові та експлуатаційні норми витрати палива міськими автобусами класу МЗ значно відрізняються від фактичних.

4. Зроблено висновок, що зі збільшенням інтервалів обслуговування найбільша кількість відмов припадає на електричну систему, систему охолодження, шини,

компоненти кузова, гальмівну систему та систему шини. Також було визначено, що всі пошкодження були розділені на ті, значення яких збільшувалися з терміном служби, та ті, що виникали рівномірно протягом служби.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Автомобільний транспорт по всьому світу є однією з найбільш енергоємних видів діяльності. Споживання палива на транспорті можна зменшити багатьма способами: конструктивними, експлуатаційними, транспортними, законодавчими і іншими заходами. Вивчення і упорядочення нормативів витрати паливо-мастильних матеріалів завжди сприяє більш раціональному їх обліку і витраченню.

Зміна технічного стану вузлів і агрегатів автомобіля призводить до додаткової витрати палива. Відповідно, доцільно в процесі експлуатації автомобіля проводити діагностику на витрату палива. Це зазвичай на автопідприємствах проводять на стаціонарному і переносному обладнанні. Відхилення показників від нормативних, а отже, зміна технічного стану буде вказувати на технічну несправність. Сучасні інформаційні технології автомобільного транспорту сприяють вдосконаленню підтримки працездатності автомобілів у напрямку стратегії виконання технічних впливів за фактичним технічним станом рухомого складу.

Встановлено, що характер зміни витрати палива міськими автобусами марки МАЗ 203 від терміну їх експлуатації базується на основі аналізу даних відмов через технічну несправність. Запропоноване до використання рівняння для визначення коефіцієнту коригування норми витрати палива за терміном експлуатації k_T .

Встановлено, що зі збільшенням терміну експлуатації, найбільша кількість відмов припадає на електрообладнання, підвіску, гальмівну систему та колеса автобуса. Також було встановлено, що усі характерні відмови поділяються на ті, чия кількість збільшується із збільшенням терміну експлуатації та на ті, які виникають рівномірно упродовж всього терміну експлуатації.

В результаті дослідження:

- запропоновано алгоритм факторного аналізу щодо причин перевитрати палива автомобілями по маршрутній документації з програмною реалізацією за допомогою системи «Дозор Україна». ;

- запропоновано алгоритми та програми розрахунку нормативної витрати палива автомобілями з урахуванням їх фактичного технічного стану та умов експлуатації, планування постановки на ТО та діагностику.

Практична цінність роботи полягає у можливості оперативно вилучати з експлуатації автомобілі, які за своїм технічним станом допускають економічно необґрунтований перевитрата палива. Завдяки покращенню ефективності маршрутизації, підвищенню паливної ефективності, ІТ допомагають знизити експлуатаційні витрати транспортних компаній.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Skorobogatova O., Kuzmina-Merlino I. Transport Infrastructure Development Performance [Text], Reliability and Statistics in Transportation and Communication “RelStat – 2017” : 17th International science conference. Tianjin, 2017 : proceeding, 2017, Vol. 178, pp. 319–329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.056>.
2. Інформаційні технології що використовуються в секторі автомобільного транспорту. Режим доступу: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-07199-7_14
3. Borisov A. I., Gnatyuk I. G. Assessment of Transport Accessibility of the Arctic Regions of the Republic of Sakha (Yakutia), Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability “TITDS-XII” : XII International conference : proceeding, 2022, Vol.61,pp. 289–293. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.048>.
4. Burghardt K., Uhl J. H., Lerman K., Leyk S. Road network evolution in the urban and rural United States since 1900, Computers, Environment and Urban Systems, 2022, Vol. 95. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0198971522000473>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101803>.
5. Редзюк А.М., Клименко О.А. Впровадження технічного регулювання ефективності використання енергії дорожніми транспортними засобами в Україні. *Автомобільний транспорт і автомобілебудування. Новітні технології і методи підготовки фахівців* : наукові праці Міжнарод. наук.-практ. конф., 19–20 жовт. 2017 р. Харків : ХНАДУ, 2017. С. 41–42.
6. Розвиток транспорту з метою відновлення і зростання української економіки : наукова доповідь / за ред. д.е.н. О.І. Никифорок. ДУ «Ін-т екон. та прогнозів. НАН України». К., 2018. 200 с.
7. Литвин В.В., Таран І.О. Вплив режимів руху міських автобусів на паливну економічність та екологічну безпеку. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. Луцьк : ЛНТУ, 2019. № 1 (12). С. 92–97.

8. Волков В.П. Розробка методу застосування класифікації умов експлуатації автомобілів в інформаційних умовах ITS / Волков В.П. та ін. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. Луцьк : ЛНТУ, 2019. № 1 (12). С. 22–28.
9. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., та ін. Екологія та автомобільний транспорт -К.: Арістей, 2008.-296 .
10. Сахно В.П., Жаров К.С., Мурований І.С., Шарай С.М. До порівняльної оцінки автопоїздів з тягачами категорії N3 та напівпричепами категорії O4 за паливною економічністю / В.П. Сахно, К.С. Жаров, І.С. Мурований, С.М. Шарай // *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. – Луцьк : ЛНТУ, 2017. – № 2(9). – С. 144 – 152.
11. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів» затверджено Наказом Міністерства автомобільного транспорту України №102 від 30.03.1098 р. Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0268-98#Text>.
12. Біліченко В.В. Виробничо-технічна база підприємства автомобільного транспорту: навчальний посібник / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, С. О. Романюк, Є. В. Смирнов. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 182 с.
13. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
14. Комплект для розробки OBD-II CAN-BUS Sced Studio Arduino [Режим доступу: <https://surl.lt/oxuhpx>]
15. Сахно В. П., Савостін-Косяк Д. О., Кудашева В. О. До обґрунтування взаємозв'язку витрати палива та періоду експлуатації міських автобусів з дизелем. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. Київ : НТУ, 2019. Вип. 1 (43), С. 178-186.
16. Сахно В.П. Математична модель для визначення показників паливної економічності автомобіля з двигунами різної потужності при виконанні міського їздового циклу./ Сахно В.П., Корпач О.А. // Вісник Національного транспортного університету: – К.: НТУ, 2012. –Випуск 25 – С. 193–196.

17. Сахно В. П., Свостін-Косяк Д. О. Нормування витрати палива для міських автобусів з дизельним двигуном. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – Київ : НТУ, 2017. – Вип. 3 (39), С 141-150.

18. Чуйко С. П. Визначення складності автобусного маршруту за умовами експлуатації / С. П. Чуйко // Вісник ЖДТУ. – Житомир: ЖДТУ, 2018. - №2 (82). - С. 160 - 165.

19. Сахно В.П. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність [навч. посібник] / Сахно В.П., Безбородова Г.Б., Маяк М.М., Шарай С.М. - К: 2003. – 200 с.

20. Кравченко О.П., Чуйко С.П. Еко – водіння - алгоритм паливної економічності та безпеки перевезень міським маршрутним автобусом / Наукові праці IV Міжнародної науково-практичної конференції «Безпека на транспорті – основа ефективної інфраструктури: проблеми та перспективи» // Харківський НАДУ, 26 – 27 листопада 2019.- С. 42-44.

21. Методичні рекомендації з нормування витрат палива, електричної енергії, мастильних, інших експлуатаційних матеріалів автомобілями та технікою. Редакція 1 від 17.11.2023. ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2023. [Режим доступу: <https://surl.it/vpjwhb>].

22. Мигаль В. Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: монографія / В. Д. Мигаль. Х.: Майдан, 2018. 262 с.

23. Селіванова Н.М. Особливості обліку витрат щодо утримання автотранспорту підприємства / Н.М. Селіванова, А.О. Цапенко // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2024. – № 3 (29). – С. 53-62.

24. Волков В. П. Розробка методу застосування класифікації умов експлуатації автомобілів в інформаційних умовах ITS / В. П. Волков, І. В. Грицук, Т. В. Волкова, Ю. В. Грицук, Ю. В. Волков // Науковий журнал «Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті». – Луцьк: ЛНТУ, 2019. - №1(12). - С. 22-28.

25. Кравченко О.П., Кривошапов С.І., Чуйко С.П. Вдосконалення алгоритму нормування витрати палива міським автобусом обладнаним кондиціонером Науковий журнал «Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті»- Луцький НТУ, 2019-№2 (13). -С. 76 - 83.

26. Кривошапов С.І. Вдосконалення існуючої методики нормування витрат палива дорожньо - транспортних засобів. Системи і засоби транспорту. Проблем експлуатації і діагностики: монографія / Blatnický Miroslav, Dizo Jan, Gerlici Juraj та ін.; за наук. ред. проф. Грицука Ігоря. – Херсон : ХДМА, 2019.- С.419 -435.

27. Сахно В. П., Свостін-Косяк Д. О. Форми організації моніторингу технічного стану транспортних засобів. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник.* Київ : НТУ, 2017. Вип. 1 (37), С. 373-380.

28. Моторне мастило Режим звернення : <https://surl.li/vidzjt>.

29. Трансмісійна олива. Режим звернення : <https://surl.lt/qdbxcz>.

30. Трансмісійна олива. Режим звернення : <https://surl.lu/jvwxnv>.

31. Спеціальні мастила. Режим звернення : <https://surl.li/pbhemj>.

32. Керосин. Режим звернення : <https://surl.li/mamxpp>.

33. Автомобільні шини. Режим звернення: <https://surl.li/ctfjrw>.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Датчик рівня палива в баку DUT-E 485



Технічні характеристики датчика рівня палива DUT-E 485

Параметр	Значення
Принцип дії	Ємнісний
Час готовності після включення живлення, с	Менше 10
Відносна похибка вимірювання	1% для автомобілів в русі
Напруга живлення, В	10...50, захист до 100
Температурний діапазон забезпечення працездатності, °С	від - 40 до + 85
Струм споживання, мА	≤ 25 (24В)
Виконання по довжині, мм	700, 1000, 1400
Вихідний сигнал	Цифровий CAN J1939 / S6 RS 485 Modbus
Передача інформації здійснюється згідно протоколу	DUT-E COM

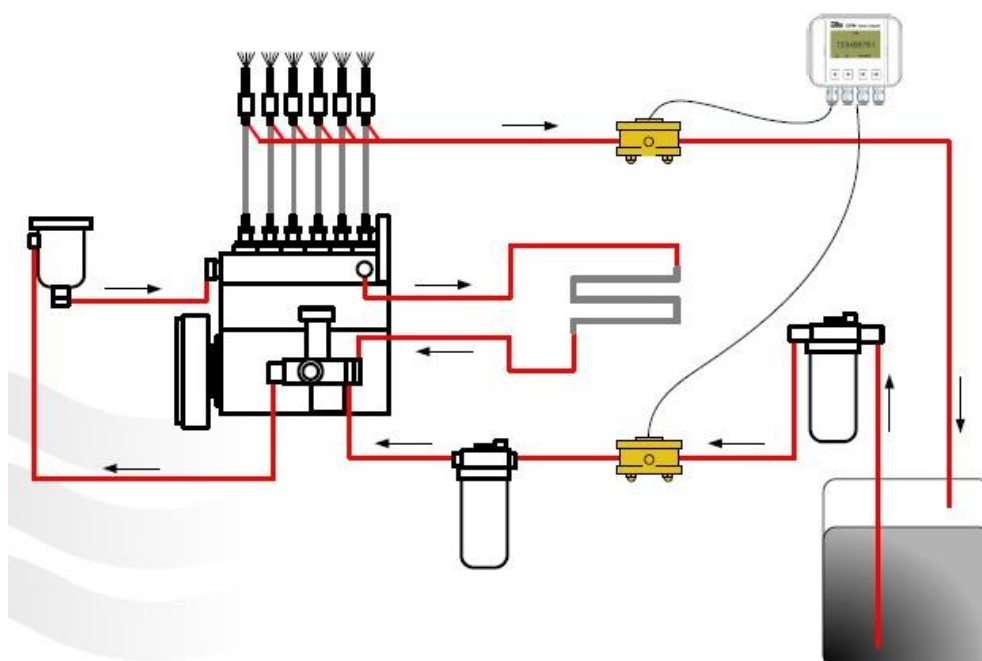
Однокамерний витратомір палива DFM.



Диференційний витратомір палива DFM



Схема підключення витратоміра з двома датчиками



Автобус МАЗ 206086, гаражний номер 11



Технічна характеристика автобуса МАЗ-206086

Найменування	Значення
Кількість місць для сидіння пасажирів, чол.	25
Повна пасажиромісткість, чол.	72 / 64 + 1 інвалід на колясці
Повна маса, кг	12910
Споряджена маса автобуса, кг	8300
Повна маса (порожня маса в спорядженому стані і маса пасажирів при номінальній пасажиромісткості), кг	13200 / 12910
Технічно допустима максимальна маса, кг	13450
Габаритні розміри, мм	
довжина	8650
ширина	2550
висота	2930
База, мм	4270
Шини, розмір	245/70 R19,5
Ресурс до першого капітального ремонту для I категорії експлуатації, км, не більше	600000
Коробка передач	Allison мод.2100 T270W / Ret