

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Чернігівська політехніка»

ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ N3

Монографія

Чернігів 2024

УДК 656.13+621.43+681.518

П-36

Рекомендовано до видання вченою радою Національного університету
«Чернігівська політехніка» (протокол № 2 від 29 січня 2024 р.).

Колектив авторів:

Грицук І. В., Український Є. О., Худяков І. В., Погорлецький Д. С., Кальченко В. В.

Рецензенти:

Валерій КЛИМЕНКО – завідувач кафедри автомобілів ім. А. Б. Гредескула, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет;

Віктор АУЛІН – д-р техн. наук, професор Кафедри «Експлуатація та ремонт машин», Центральноукраїнського національного технічного університету;

Олег ЛЯШУК – перший проректор Тернопільського національного технічного університету, д-р техн. наук, професор.

П-36 **Підвищення** паливної економічності транспортних засобів категорії N3 :
монографія / І. В. Грицук, Є. О. Український, І. В. Худяков, Д. С. Погорлецький,
В. В. Кальченко. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – 168 с.

ISBN 978-617-7932-60-3

У монографії виконано аналіз теоретичних і практичних розробок щодо методів контролю технічного стану, витрати палива, режимів роботи та фізичного стану водія транспортного засобу в умовах його експлуатації. Висвітлені питання розробки прикладного програмного забезпечення системи моніторингу транспорту та визначені основні принципи формування програмних модулів для моніторингу показників технічного стану, витрати палива та екологічної безпеки транспортних засобів впродовж життєвого циклу. Запропоновано метод формування інформаційної предметної області на основі системи ідентифікації, моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану ТЗ категорії N3, з урахуванням системної взаємодії з умовами експлуатації, режимами праці водіїв.

Видання розраховано на здобувачів вищої освіти, магістрів і аспірантів технічних університетів, а також фахівців транспортно-дорожнього комплексу, які працюють у сфері експлуатації транспортних засобів і забезпечення його сталого розвитку з використанням сучасних інформаційних технологій.

УДК 656.13+621.43+681.518

ISBN 978-617-7932-60-3

© І. В. Грицук, Є. О. Український, І. В. Худяков,
Д. С. Погорлецький, В. В. Кальченко, 2024

© Національний університет «Чернігівська
політехніка», 2024

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

DFD	Data Flow Diagram
ITS	Intelligent transport system
SADT	Structured Analysis and Design Technique
АМТ	Автомобільний транспорт
АСУ	Автоматизована система керування
АТЗ	Автотранспортний засіб
ВТЗ	Вантажний транспортний засіб
ДВЗ	Двигун внутрішнього згорання
ДРП	Датчик рівня палива
ДТП	Дорожньо-транспортні пригоди
ЕУ	Експлуатаційні умови
ІТС	Інформаційні транспортні системи
ККД	Коефіцієнт корисної дії
НТУ	Національний транспортний університет
ПАТ	Підприємства автомобільного транспорту
ПЗ	Програмне забезпечення
ПДТУ	Приазовський державний технічний університет
ПММ	Паливно-мастильні матеріали
ППЕ	Пристрої переносної електроніки
РРО	Режим роботи оператора системи
РТО	Ремонт та технічне обслуговування
ССДВ	Сучасні системи допомоги водієві
СУВП	Система управління витратою палива
ТЕА	Технічна експлуатація автомобілів
ТЗ	Транспортний засіб
ТО і ПР	Технічне обслуговування і поточний ремонт
ФСО	Фізичний стан оператора системи
ХНАДУ	Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. Аналіз можливих напрямів підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації	7
1.1. Особливості експлуатації ТЗ категорії N3 на маршрутах вантажних перевезень.....	7
1.2. Фактори, що впливають на паливну економічність транспортних засобів в умовах експлуатації.....	12
1.3. Підходи і методи нормування витрати палива.....	15
1.4. Аналіз способів, методів та засобів моніторингу, дистанційного контролю витрати палива і параметрів технічного стану транспортних засобів в умовах експлуатації	21
1.4.1. Способи та методи діагностування параметрів технічного стану та контролю витрати палива вантажних транспортних засобів в умовах експлуатації.....	21
1.4.2. Засоби забезпечення моніторингу та дистанційного контролю витрати палива і параметрів технічного стану вантажних ТЗ.....	25
1.5. Аналіз способів і методів оцінювання паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації.....	28
РОЗДІЛ 2. Формування методу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем	31
2.1. Розробка загальної методики проведення досліджень.....	31
2.2. Загальний підхід до формування методу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем.....	39
2.2.1. Систематизація схем варіантів підвищення паливної економічності ТЗ.....	39
2.2.2. Особливості забезпечення паливної економічності транспортного засобу категорії N3 в умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем.....	43
2.3. Розробка методу дослідження паливної економічності транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем	48
2.4. Інформаційна система оперативного контролю витрати палива. Структура моделі та інформаційного забезпечення системи оперативного контролю витрати палива.....	66
2.5. Моделі бази даних інформаційної моделі системи оперативного контролю витрати палива	73
2.6. Удосконалення методу визначення і розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації	77
2.7. Удосконалення алгоритму програми розрахунку показників паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації	80
РОЗДІЛ 3. Експериментальне дослідження паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації	85
3.1. Мета та задачі експериментальних досліджень.....	85

3.2. Програма, методика та об'єкти експериментальних досліджень	86
3.3. Удосконалення і адаптація інформаційної моделі системи дистанційного моніторингу на основі інформаційної системи оперативного контролю витрати палива до особливостей експлуатації	91
3.4. Прилади та обладнання, які застосовувалися під час проведення експериментальних досліджень. Оцінка похибки приладів і вимірювань	94
3.4.1. Характеристика бортового обладнання.....	94
3.4.2. Обладнання, що враховує інфраструктурні умови.....	99
3.4.3. Особливості формування предметної області системи спостереження в частині складових об'єктів автоматизації вантажного ТЗ (автопоїзду) категорії N3	104
3.4.4. Оцінка похибки приладів і вимірювань	114
3.5. Особливості застосування інформаційної системи оперативного контролю витрати палива та параметрів технічного стану ТЗ категорії N3 для дослідження паливної економічності автопоїздів в умовах експлуатації	115
РОЗДІЛ 4. Результати експериментальних та розрахунково-теоретичних досліджень...	120
4.1. Результати експериментальних досліджень вантажних транспортних засобів категорії n3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем	120
4.2. Математичні моделі транспортного засобу категорії N3 в частині дослідження паливної економічності у змінних умовах експлуатації	126
4.3. Перевірка адекватності математичних моделей паливної економічності транспортного засобу	129
4.4. Порівняльні оцінки підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації.....	131
4.5. Обґрунтування доцільності підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 шляхом використання оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем в умовах експлуатації.....	137
4.6. Рекомендації щодо впровадження результатів дослідження в умовах працюючих підприємств	138
ВИСНОВКИ	139
Перелік використаних джерел.....	142
Додатки.....	156

ВСТУП

Достатньо багато уваги в практиці експлуатації вантажних транспортних засобів в Україні приділяється визначенню і отриманню параметрів витрати палива, технічного стану та швидкості руху транспортних засобів (ТЗ). Однак широко автоматизоване дистанційне поєднання оперативного контролю витрати палива й забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу в одночасній реалізації за умовами експлуатації, технічним станом, режимами роботи оператора, його фізичним станом тощо ще не здійснювалось. Без точної інформації про витрату палива та швидкість руху транспортного засобу важко проаналізувати зміну робочих параметрів транспортного засобу та здійснювати забезпечення паливної економічності транспортного засобу категорії N3.

Нині автомобільний парк в Україні має приблизно 14 млн одиниць транспортних засобів, вік яких становить від 12 до 18 років, тому сучасна система підтримки їхньої працездатності вже не відповідає вимогам. Переважно технічні служби отримують вказану інформацію поступово зі значним запізненням. Тому транспортні компанії використовують лише окремі показники своєї роботи в поєднанні з відповідними параметрами транспортного засобу. Спостереження та аналіз показників паливної економічності та швидкісного режиму в реальних експлуатаційних умовах здійснюється вже після повернення транспортного засобу. Практика експлуатації транспортного засобу вимагає забезпечення раціональної витрати палива та параметрів стану транспортного засобу з урахуванням відповідних умов експлуатації, отриманих шляхом дистанційного оперативного контролю.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ N3 В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1. Особливості експлуатації ТЗ категорії N3 на маршрутах вантажних перевезень

Особливості експлуатації вантажних автомобільних транспортних засобів (АТЗ) як на міжнародних маршрутах, так і в містах та промислових районах пов'язані зі складністю врахування великої кількості факторів впливу на експлуатаційні показники. Процеси експлуатації АТЗ супроводжуються присутністю певних негативних наслідків, серед яких є значна витрата паливо-мастильних матеріалів, забруднення природного середовища тощо. Важливою умовою ефективної експлуатації вантажних транспортних засобів є наявність необхідного обсягу адекватної, достовірної та своєчасної інформації про параметри експлуатації ТЗ та про фактори впливу навколишнього середовища, яка використовується для прийняття правильних рішень щодо розробки протидії негативним явищам.

Аналіз наукових праць вітчизняних та закордонних авторів показав, що питанням покращення експлуатаційних властивостей АТЗ займалися такі вчені, як М. Я. Говорущенко [15; 16], В. П. Волков [17], В. П. Сахно [18], А. А. Токарев [19], І. В. Грицук [20] та інші. Однією з найважливіших проблем автомобільного транспорту, що експлуатується при здійсненні вантажних перевезень є невідповідність технічного рівня перспективним вимогам енергозбереження і недостатнє оновлення основних фондів [20].

Наукові праці Я. Є. Фаробіна і А. С. Литвинова [21; 22] присвячені вивченню теорії експлуатаційних властивостей автомобіля. Сучасний етап розвитку цієї теорії характеризується поглибленим вивченням і оптимізацією показників експлуатаційних властивостей з урахуванням умов використання. Авторами приділена увага дорожнім, транспортним та природно-кліматичним умовам. Підкреслено, що на технічні параметри та конструкцію автомобіля найбільшою

мірою впливають дорожні умови. Досліджено фактори впливу на середню технічну швидкість у межах міста такі, як інтенсивність руху, обмеження швидкості за організацією дорожнього руху, наявність перехресть та кількість смуг руху. Представлено статистичні розподіли нахилів повздовжнього профілю дороги та розподіл середньої технічної швидкості руху автомобілів-фургонів за типовим міським маршрутом. Розглянуто, як зміна атмосферних умов, впливає на зміну опору кочення шин по дорозі. Реалізація рекомендацій щодо раціональної експлуатації автомобілів, поданих у працях даних вчених, дозволить покращити інтегрування ТЗ категорії N3 в дорожньо-транспортну мережу [21; 22].

У наукових дослідженнях професора Є. С. Кузнецова зазначено, що від функціонування технічної експлуатації залежить ефективність роботи окремих транспортних засобів, підприємств автомобільного транспорту (ПАТ) і автотранспортної галузі загалом. Зауважено, що якщо виробник автомобілів забезпечив експлуатаційні підприємства необхідними та якісними моделями транспортних засобів, то технічна експлуатація ефективно підтримує реалізацію закладених в автомобіль проєктувальниками експлуатаційних характеристик. Такий підхід забезпечить надійність та працездатність автомобіля в процесі його технічної експлуатації [23].

У роботах Ю. Ф. Гутаревича, Г. Б. Безбородової, В. П. Сахно, В. П. Матейчика, Л. В. Крайника, М. М. Маяка з метою оцінки ефективності ТЗ розглянуто методи розрахунків тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності автомобілів на етапі проєктування та в процесі дорожніх випробувань [24-29].

У наукових публікаціях проф. І. К. Шаші розглянуто питання екологічних ризиків експлуатації засобів транспорту в умовах міст, пов'язаних із затримками автотранспортних засобів перед перехрестями. Як оптимізацію управління дорожнім рухом розглядають величину сумарного часу затримок АТЗ перед перехрестями міської мережі за один цикл регулювання. Розглянуте питання можливо вирішити через впровадження інтелектуальних транспортних систем (ІТС) [30].

Продуктивність вантажних ТЗ в умовах експлуатації не збігається з її максимальним можливим рівнем, визначеним конструктивними особливостями, у

зв'язку з тим, що швидкість ТЗ набуває менших значень, ніж визначена при тягово-швидкісному розрахунку. Крім того, не за будь-яких умов повністю використовується вантажопідйомність вантажних ТЗ.

Деякі дослідники як основний чинник, який надає найбільший вплив на витрату палива автомобілів, виділяють масу вантажу, що перевозиться, або повну масу вантажного ТЗ [16; 31-34]. При цьому відзначається лінійний характер зміни витрати палива від маси вантажу, що перевозиться (рис. 1.1).

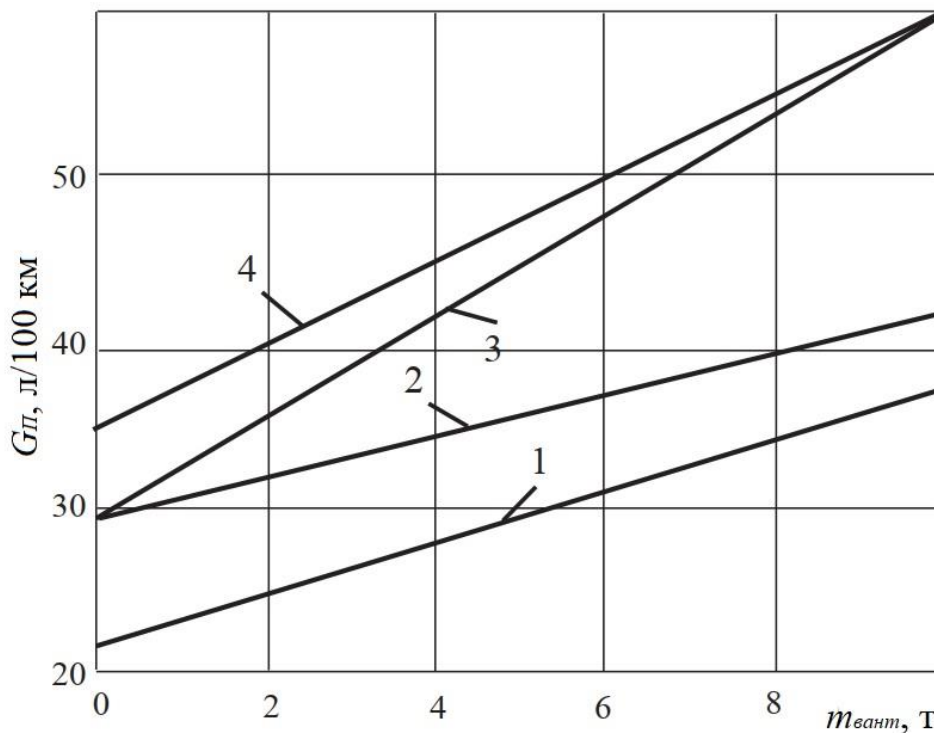


Рисунок 1.1 – Вплив маси вантажу, що перевозиться, на витрату палива [16]

Основний недолік цих досліджень полягає в тому, що вони недостатньо враховують вплив сучасних інформаційних, комунікаційних технологій для покращення реалізації управління експлуатаційними параметрами вантажного ТЗ.

Більшість сучасних дослідників і керівників ПАТ сходяться на думці, що економічна ефективність АТЗ в експлуатації досягається переважно за рахунок зниження витрат на виробництво продукції або послуг, тобто за рахунок економії. У процесах технічної експлуатації вантажних автомобілів економія виражається насамперед у вигляді раціонального використання паливно-мастильних

матеріалів. Для того щоб з'ясувати, як підвищити економічну ефективність, необхідно зрозуміти, як на практиці виходить економія палива, виявити джерело її формування.

Ефективність функціонування транспортних засобів залежить від умов їх експлуатації. Умови експлуатації значно впливають як на режим роботи вузлів, деталей, агрегатів, так і на основні показники, серед яких є і витрата палива.

Аналіз наукових робіт вітчизняних та закордонних авторів дозволяють класифікувати умови експлуатації за категоріями [16; 28]:

- дорожні умови;
- транспортні умови;
- природно-кліматичні умови;
- культура праці.

Класична класифікація умов експлуатації ТЗ може бути доповнена ще такими умовами, як культура експлуатації та культура зберігання [23].

Дорожні умови визначаються категорією дороги, станом дорожнього покриття і дорожніх споруд (мостів, вузлів, шляхопроводів), рельєфом місцевості, повздовжнім профілем дороги, шириною проїзної частини, інтенсивністю руху [35]. Від дорожніх умов залежать рівень навантажень на конструктивні елементи підвіски автомобілів і основні показники експлуатації, методи, формування яких вивчається в теорії автомобіля: тягові, динамічні, гальмівні та економічні характеристики, керованість, стійкість, прохідність і плавність ходу.

Транспортні умови характеризуються особливостями вантажу, що перевозиться, і організацією перевезень, включаючи організацію вантажно-розвантажувальних робіт. Цими умовами визначаються тип і модифікація транспортних засобів, а також показники ефективності їх використання, а саме коефіцієнт використання пробігу, коефіцієнт використання вантажопідйомності, собівартість перевезень тощо [19].

Природно-кліматичні умови можливо охарактеризувати температурою навколишнього середовища і її добовими, сезонними коливаннями, вологістю, атмосферним тиском, швидкістю вітру тощо. За цим факторам розрізняють різні кліматичні зони експлуатації транспортних засобів (холодного, жаркого, помірною і високогірного клімату). Зміна природно-кліматичних умов впливає на роботу ДВЗ, що призводить до зміни експлуатаційних властивостей автомобіля [33].

Культура експлуатації – це одна з умов експлуатації автомобіля, яка є рівнем організації робіт і управління, кваліфікації і старанності виконання праці водіями, диспетчерами та іншими працівниками, що залучені в процес ТЕА (операторами), дотриманням правил і нормативів, якості експлуатаційних матеріалів та інші (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Класифікація умов експлуатації ТЗ

В умовах експлуатації вантажних ТЗ на маршрутах перевезень промислової продукції їх рух здійснюється нерівномірно (циклічно). Цикл руху включає в себе ділянки розгону, рівномірного руху і гальмування. Нерівномірність руху може бути описана середньою частотою розгонів, яка визначається здебільшого двома факторами: дорожніми умовами і питомою потужністю ДВЗ ТЗ (20–80 прискорень (розгонів) за 1 годину для нормальних умов) [20]. Крім того, необхідність зниження швидкості руху транспортного засобу зумовлена перешкодами руху, які мають різну природу.

При експлуатації ТЗ в умовах міжнародних маршрутів або промислових вузлів їхні маршрути здебільшого пролягають по дорогах з асфальтобетонним покриттям. Характерним перешкодами в цьому випадку є наявність великої кількості ТЗ, які рухаються, пішоходів, регульованих та нерегульованих перехресть, ділянок з обмеженням швидкості та з обмеженою видимістю. Крім того, для вітчизняних умов експлуатації характерні такі перешкоди, як нерівності доріг, круті повороти, аварійні мости та інші [16].

1.2. Фактори, що впливають на паливну економічність транспортних засобів в умовах експлуатації

Основою формування економічної ефективності автомобілів є поняття паливної економічності й експлуатаційної витрати палива.

Паливна економічність автомобіля безпосередньо оцінює ефективність його використання. При експлуатації рухомого складу здійснюють технічні та організаційні заходи з метою ефективного використання паливної економічності ТЗ та енергозбереження [36].

Паливна економічність передбачає виконання заданої роботи з мінімальними витратами палива. Для вимірювання паливної економічності вантажних ТЗ використовуються переважно 2 показники: маршрутна витрата палива (л / 100 км); транспортна витрата палива (л / 100 ткм). Під витратою палива розуміється кількість палива, яка споживається транспортним засобом (автомобілем) залежно від його технічного стану або різних умов експлуатації [37].

Паливна економічність нині є однією з найважливіших експлуатаційних властивостей АТЗ, роль якої постійно зростає. У діючих ПАТ на частку палива припадає близько 25 % усіх витрат на виконання перевезень вантажів [38].

Щорічними обстеженнями дослідної лабораторії Великої Британії встановлено вплив на величину витрати палива 17 різних факторів [39]. Загальна кількість чинників, що визначають паливну економічність, значно вище. У зв'язку з різноманіттям чинників, що впливають на експлуатаційний витрата палива автомобілем, їх зазвичай об'єднують у групи за будь-якими ознаками. Прийнято поділяти так звані суб'єктивні (регульовані) фактори й об'єктивні (що не піддаються регулюванню). С. Н. Абрамов [40] відносить до суб'єктивних або керованих факторів, що впливає на витрату палива ТЗ: кваліфікацію водія, технічний стан автомобіля, якість розкладу. Він вказує, що при нормуванні не повинні враховуватися суб'єктивні чинники, інакше буде знижено вплив величини норми на їх вдосконалення. Тому керовані чинники, на його думку, належить до числа «фонових».

У своїх монографіях М. Я. Говорущенко розглянув типові конструктивні та експлуатаційні фактори, що впливають на витрату палива в процесі експлуатації. Автором зазначено, що дорожні, транспортні та природно-кліматичні умови визначають собівартість перевезень, продуктивність автомобілів та безпеку руху. З досвіду експлуатації автомобілів відомо, що при однаковій середній швидкості витрата палива може коливатися до 20 % і буде залежати від нерівномірного характеру руху [15; 16]. Теоретично та експериментально доведено, що найбільш удосконалений, економічний метод керування автомобіля – це рух із постійною швидкістю (сталий рух). Такий режим руху підвищить продуктивність автомобіля та зменшить зношування деталей двигуна.

Актуальним є врахування впливу маси вантажу, що перевозиться вантажним ТЗ. Виходячи з рівняння балансу потужності, очевидно, що маса вантажу, який перевозиться, впливає на затрачену потужність і, відповідно, на експлуатаційну витрату палива спільно з дорожнім опором і швидкістю руху [16; 41].

До показників, що визначають ситуацію руху, належать: інтенсивність руху, склад руху, спосіб регулювання руху, кількість перетинів в одному рівні, частоту розташування перехресть, наявність пішоходів і велосипедистів, наявність транспортних засобів, які стоять.

За результатами ретельного аналізу факторів, що впливають на експлуатаційні показники вантажного ТЗ категорії N3, виділено основну групу факторів, які впливають на витрату палива ТЗ (рис. 1.3).

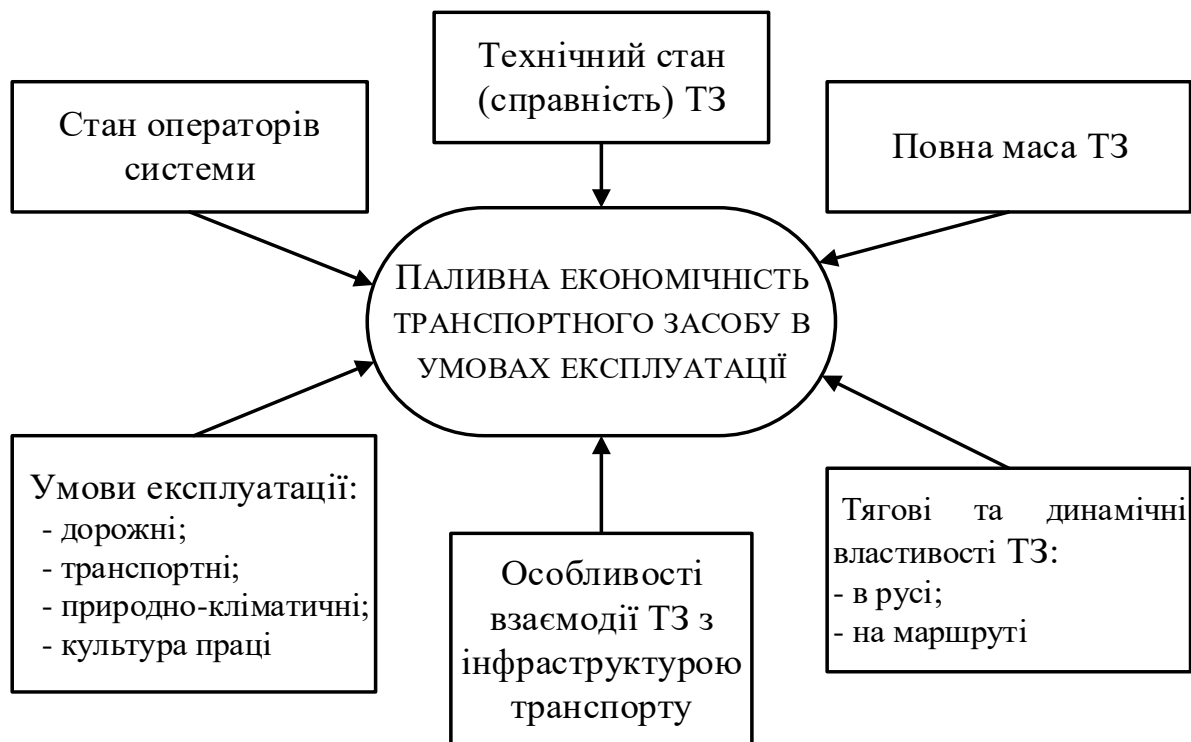


Рисунок 1.3 – Загальна схема впливу факторів на паливну економічність транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації

Ступінь впливу різних чинників на витрату палива не однакова. А. М. Шейніним [41] відзначено, що при міському режимі руху основна частка палива (72-79 %) витрачається на теплові втрати у двигуні, 8-14 % йде на подолання механічних втрат, 6-7 % – на подолання інерційного опору розгону автомобіля, 3-4 % – на подолання опору коченню шин і лише 1,5-2 % пов’язані з втратами у трансмісії і стільки ж з аеродинамічним опором.

Багато наукових праць присвячені вивченню взаємозв'язку режимів руху, тягових та динамічних властивостей ТЗ з паливною економічністю [18; 28; 42]. У міських умовах тривалість роботи автомобіля на несталих режимах досягає 67 % [43]. У годину пік частина режимів розгону збільшується орієнтовно на 10-20 % [43]. На частку режимів розгону ТЗ припадає 45-51 % від загальної кількості спожитого палива. У дослідженні А. В. Маняшина [42] відзначено вплив фактору кількості зупинок ТЗ, а саме залежність питомої витрати палива від питомої кількості зупинок (на одиницю пробігу) має вигляд квадратичної функції, а графік цієї залежності – напівпараболи. Зміну показника витрати палива наведено на прикладі випробування ТЗ на ділянці протяжністю 4 км (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Вплив кількості зупинок ТЗ на ділянці на витрату палива

<i>Кількість зупинок</i>	<i>Відносна зміна витрати палива, %</i>
0	100
1	103...105
4	112...115
8	122...125
12	128...132

Треба зауважити відсутність підходів та методів оперативного контролю витратою палива та управління паливною економічністю, які б враховували вплив зазначеної сукупності змінних факторів (рис. 1.3) у різних варіантах їх поєднання.

1.3. Підходи й методи нормування витрати палива

Експлуатаційну витрату палива можна поділити на фактичну і нормативну. Якщо фактичні витрати є тією кількістю палива, яка була витрачена для виконання заданої роботи і може варіюватися в широких межах залежно від умов, у яких автомобіль експлуатувався, від його технічного стану і кваліфікації водія, то нормативна витрата є фіксованим значенням, що встановлює міру, яка визначається для конкретного автомобіля при його використанні в заданих умовах. В основі

останнього лежить норма, яка на практиці розраховується за встановленою методикою відповідно до наказу Міністерства транспорту України від 10.02.1998 № 43 (зі змінами) [44] з використанням базової норми витрати палива.

Під нормою витрати палива на автомобільному транспорті мається на увазі встановлене значення допустимої міри його споживання при роботі автомобіля конкретної моделі, марки або модифікації. Нормування витрати палива – це встановлення планової міри його раціонального виробничого споживання. Основне завдання нормування – це забезпечення застосування при плануванні й у виробництві технічно й економічно обґрунтованих прогресивних норм витрати палива з метою більш ефективного його використання, раціонального розподілу й забезпечення економії [45].

Методику нормування витрат палива потрібно розглядати з двох поглядів. По-перше, визначати, чи відповідають величини розрахункових норм дійсним питомими витратами палива на автомобільному транспорті при всьому різноманітті умов його експлуатації. По-друге, з'ясувати, якою мірою обрана методика може відобразити можливі зміни умов роботи даного транспортного засобу, тобто наскільки норми, отримані в результаті її застосування, відповідають технологічному процесу транспорту, його технічній озброєності і є прогресивними [46].

Основою для розрахунку витрати палива є базова норма. Така норма H_s в літрах на 100 км пробігу встановлюється для автомобілів різних марок і моделей, що працюють за температури повітря вище 0 °С в середніх умовах експлуатації. Для коректування застосовується сумарна відносна надбавка, яка кількісно зв'язує зміну показників використання технічних засобів з відповідною зміною питомих витрат палива.

Згідно з чинною методикою нормування загальне рівняння витрати палива для вантажних автомобілів (бортових АТЗ, автомобілів-фургонів і сідлових тягачів у складі автопоїздів з причіпною ланкою) та вантажно-пасажирських автомобілів має вигляд [44]:

$$G_{II}^{норм} = 0,01 \cdot (H_{san} \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 + 0,01 \cdot K_z), \quad (1.1)$$

де H_{san} – лінійна норма витрати палива на пробіг вантажного автомобіля, л / 100 км; S – пробіг автомобіля, км; H_w – норма витрати палива на транспортну роботу, л / 100 т·км; W – обсяг транспортної роботи, т·км ($W = m_{ван} \cdot S_{ван}$, де $m_{ван}$ – маса вантажу, $S_{ван}$ – пробіг з вантажем); K_z – сумарний коригуючий коефіцієнт, що враховує вплив умов експлуатації ТЗ, %.

Лінійна норма витрати палива на пробіг вантажного автомобіля H_{san} розраховується за формулою [44]:

$$H_{san} = H_s + H_g \cdot m_{np}, \quad (1.2)$$

де H_s – базова лінійна норма витрати палива на пробіг автомобіля, л/100 км; H_g – норма витрати палива на одну тону спорядженої маси причепа/напівпричепа; m_{np} – споряджена маса причепа / напівпричепа, т.

Згідно з методикою, норма витрати палива на транспортну роботу (H_w) диференційована лише за типом двигуна і для неї встановлені гранично допустимі значення. Для автомобілів з дизельним двигуном $H_w = 1,3$ л / 100 ткм, а для бензинових $H_w = 2,0$ л / 100 ткм. Слід зауважити, що спочатку в методиці, введеної в чинності 1 липня 1960 року пропонувалися інші значення даних норм, а саме 1,5 л / 100 ткм для автомобілів з дизельним двигуном і 2,5 л / 100 ткм – з карбюраторними [41]. У 1976 р. було введено в дію норми витрати палива, в яких були враховані якісні зміни рухомого складу за минулі 15 років. Норми на пробіг автомобіля були знижені на 2...4 % і на 13...20 % на транспортну роботу [36]. Наслідком цього зниження стало застосування діючих і донині постійних норм на перевезення 1 т вантажу або причепа 1,3 л / 100 ткм і 2,0 л / 100 ткм. З моменту докорінного перегляду транспортних норм, пройшло понад 20 років. Автомобільний парк нашої держави за цей період часу зазнав серйозних якісних змін, тому дану норму, як мінімум, необхідно переглядати з урахуванням сучасного розвитку транспортних засобів. Аналіз методики, що застосовується на

автомобільному транспорті, виявив її нездатність відобразити в нормах усе різноманіття умов експлуатації. Багатьма дослідниками [16; 24; 24; 40; 47; 48; 49] були виявлені істотні недоліки даної методики та розроблено нові, у тому числі такі, що враховують конструктивні особливості транспортних засобів, але стосовно до норми витрати палива на транспортну роботу H_w недоліки виправлені не були.

Необхідно зазначити, що УкрАвтоТрансНДПроект, який розробив ці норми, пропонує організаціям, які експлуатують автомобілі, більш точний розрахунок норм за додаткову плату. Необхідність додаткової оплати часто робить цей метод непридатним на конкретному підприємстві, тому необхідність розробки доступної вдосконаленої методики нормування є нагальним питанням.

Аналізуючи методи визначення норм витрати палива доцільно виділити основні з них, а саме: розрахунково-аналітичний, розрахунково-статистичний і розрахунково-експериментальний методи [50].

Суть розрахунково-аналітичного методу полягає в тому, що норма витрати палива визначається на основі аналізу математичної моделі за складовими витрат. При цьому можливо безпосереднє визначення норм «прямим рахунком» або непряме – «від бази» за зміною нормативних складових. Теоретичною основою методу можуть бути аналітичні залежності, котрі базуються на методиках, розроблених відомими вченими [16; 45; 51].

Д. П. Великановим на основі аналізу даних про повну масу автомобілів і витрату палива запропоновано визначати норму витрати палива на пробіг для нових моделей автомобілів і автопоїздів за наступними співвідношеннями [51]:

- для ТЗ, обладнаних бензиновими ДВЗ:

$$Q = 9 + 2,5 G_a, \quad (1.3)$$

- для ТЗ, обладнаних дизельними ДВЗ:

$$Q = 1,9G_a - 4, \quad (1.4)$$

де G_a – повна маса автомобіля, т.

М. Я. Говорущенком [16] була розроблена аналітична модель витрати палива в експлуатації, яка визначала норму палива, що витрачається автомобілем на перевезення вантажу. Зазначена модель не проводить облік повної маси автомобілів. Таким чином, транспортну норму запропоновано вважати постійною і однаковою для різних автомобілів. Важливо відзначити, що ця модель заснована на індикаторних показниках. Зміна загальноприйнятих показників ефективності ДВЗ на індикаторні обґрунтована тим, що введення механічних втрат двигуна в силовий і паливний баланси автомобіля дозволяє спростити розрахунки витрати палива при русі автомобіля на різних передачах коробки перемикання передач та значення його негативних прискорень при гальмуванні двигуном. Відсутність в рівняннях силового балансу об'єктивно наявних втрат, призводить до того, що витрачене на ці втрати паливо нікуди не зникне, а буде додаватися до інших втрат: опору коченню шин та ін. Згідно з цією методикою визначення норми витрати палива, заснованої на індикаторних показниках [16], вона може обчислюватись через визначення ступеня використання потужності двигуна:

$$I = \frac{100 \cdot N_e}{N_{\max} \cdot \eta_{mp}} = \frac{100 \cdot (G_a \cdot \psi \cdot V_a + 0,077 \cdot kF \cdot V_a^3)}{3,6 \cdot 10^3 \cdot N_{mp_{\max}}}, \quad (1.5)$$

де N_e – ефективна потужність ДВЗ, кВт; N_{\max} – максимальна потужність ДВЗ, кВт; η_{mp} – коефіцієнт корисної дії трансмісії; V_a – швидкість автомобіля, км/год; kF – фактор обтічності.

У дослідженнях С. І. Кривошапова [45] було запропоновано вдосконалену методику визначення норми витрати палива ТЗ, що ґрунтується на індикаторному коефіцієнті корисної дії (ККД):

$$Q_S = [A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot (G_a \cdot \psi + 0,077 \cdot k \cdot F \cdot V_a^2 + 0,1 \cdot \beta \cdot G_a \cdot V_a)] / \eta_i, \quad (1.6)$$

де η_i – коефіцієнт корисної дії двигуна; A , B , C – коефіцієнти конструкції ТЗ та якості палив; i_k – передавальне число вищої передачі; G_a – сила тяжіння від маси ТЗ, Н; V_a – швидкість автомобіля, м/с; k – коефіцієнт опору повітря, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-4}$; F – лобова площа ТЗ, м^2 .

Розрахунково-статистичний метод базується на визначенні норм витрати палива на основі аналізу статистичних даних про фактичні витрати палива. Розрахунок норм рекомендується проводити за допомогою аналізу роботи вантажних автомобілів, що експлуатуються на постійних маршрутах, для того, щоб можна було відстежити вплив особливостей роботи на окремих об'єктах на зміну витрати палива. Якщо умови роботи приблизно однакові, маршрути можна об'єднувати [52].

Розрахунково-експериментальний метод визначення норм витрати палива використовується в тих випадках, коли на ПАТ експлуатується невелика кількість вантажних ТЗ даної моделі і розрахунково-статистичний метод не може бути застосований через відсутність достатньої кількості фактичних даних про витрату палива. Крім цього, метод може використовуватися як контрольний при визначенні норм іншими способами [53]. Основні положення зазначеного методу полягають у наступному:

- норми витрати палива розробляються призначеною комісією;
- водії, які залучаються для експериментальних рейсів, повинні мати достатній досвід керування АТЗ цієї моделі й високі виробничі показники із забезпечення регулярності й безпеки руху, а також з економії палива;
- вантажний ТЗ, призначений для експериментального рейсу, повинен бути повністю технічно справним та за максимальною швидкістю, інтенсивністю розгону й гальмування, а також витратою палива відповідати характеристиці заводу виробника;
- перед контрольним виміром автомобіль проходить ТО-2 в повному обсязі, вся паливна апаратура повинна бути відрегульована і перевірена;
- на ТЗ встановлюється обладнання для точного обліку витрати палива.

З огляду на призначення автомобілів, що експлуатуються підприємствами автомобільного транспорту, яке полягає в перевезеннях вантажів і пасажирів, логічним є припущення, що при експлуатації в будь-яких умовах ТЗ витрачає паливо на здійснення роботи. Тобто при експлуатації комерційних ТЗ у будь-яких умовах необхідно розраховувати транспортну норму. Таким чином, з огляду на недоліки

чинної системи коригування норм витрати палива [44], одним з основних резервів підвищення паливної економічності є встановлення об'єктивних норм витрати пального ТЗ залежно від змінних умов їх експлуатації. При цьому треба підкреслити особливу значущість цієї норми, у зв'язку з тим, що вона розраховується в будь-який час року, у будь-якій місцевості, під час перевезення різних видів вантажів.

1.4. Аналіз способів, методів та засобів моніторингу, дистанційного контролю витрати палива і параметрів технічного стану транспортних засобів в умовах експлуатації

1.4.1. Способи та методи діагностування параметрів технічного стану та контролю витрати палива вантажних транспортних засобів в умовах експлуатації

Дослідженням моніторингу та контролю витрати палива параметрів технічного стану АТЗ в умовах експлуатації приділяється достатньо уваги в дослідженнях вітчизняних та закордонних науковців. Значний внесок у розвиток теорії щодо способів, методів та методик моніторингу основних експлуатаційних показників і параметрів технічного стану транспортних засобів на різних видах транспорту зробили М. Я. Говорущенко, В. П. Волков, М. Ф. Дмитриченко, В. П. Матейчик, П. Б. Комов, Д. А. Колов, І. В. Грицук, О. М. Горобченко, О. Ю. Каменєв та інші [15; 20; 50; 54-58].

Системи моніторингу параметрів вантажних ТЗ являють собою комплекс взаємопов'язаних засобів вимірювання відповідних параметрів та способів реалізації технології отримання масивів даних.

Інформація про технічний стан автомобіля може бути отримана засобами технічної діагностики на базі придатних для вимірювання фізичних величини, що оцінюють технічний стан автомобіля – діагностичних параметрів [48]. При цьому діагностичний параметр має відповідати таким вимогам: однозначність; широта діапазону вимірювань; доступність і зручність вимірювання; інформативність; стабільність.

Основними способами моніторингу витрати палива та параметрів технічного стану ТЗ є наступні [55]: вимірювання стаціонарними пристроями; вимірювання спеціалізованими пристроями; вимірювання за допомогою тестових систем, супутниковий дистанційний моніторинг витрати палива (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Класифікація способів моніторингу технічного стану і витрати палива ТЗ [41]

<i>Метод організації моніторингу</i>	<i>Спосіб реалізації моніторингу</i>	<i>Прилади та системи</i>
Періодичний контроль параметрів	За допомогою стаціонарного обладнання	Стенди Тестери ДВЗ
	За допомогою спеціалізованих приладів	Діагностичні сканери Діагностичні системи
Безперервний контроль параметрів	Тестові системи	Інформаційний пристрій, адаптер, система зв'язку
	Супутникові системи	Модуль моніторингу, сервер, диспетчерське місце

Для перевірки технічного стану та витрати палива вантажного ТЗ за допомогою стаціонарного обладнання виконується періодичний контроль значень визначеної кількості певних експлуатаційних параметрів. Такий контроль здійснюється за допомогою стаціонарних багатофункціональних пристроїв діагностування ТЗ, до яких відносяться спеціалізовані стенди, навантажувальні установки для ДВС тощо. В процесі даного виду діагностування вимірюються значення параметрів безпосередньо на вантажному ТЗ шляхом підключення спеціалізованого обладнання до відповідних систем і вузлів.

Застосування спеціалізованих пристроїв – сканерів, пов'язане з моніторингом параметрів технічного стану та витрати палива ТЗ шляхом зчитування цифрових даних через діагностичний роз'єм автомобілів (CAN).

Діагностичний сканер може бути виконаний у вигляді самостійного пристрою або підключатися до персонального комп'ютера зі спеціальним програмним забезпеченням через послідовний порт. Для діагностування окремих марок і моделей автомобілів призначене відповідне спеціальне програмне забезпечення.

Тестові системи найчастіше являють собою комплекс засобів, який включає до себе інформаційний пристрій, адаптер та канал передачі даних (дротовий або бездротовий).

Більшість сучасних вантажних автомобілів обладнані електронними системами управління процесами вузлів та агрегатів з функцією самодіагностування, результати якого виводяться на інформаційний дисплей на панелі приладів [59].

Аналіз процесів забезпечення оперативного контролю витрати палива вантажних ТЗ показує перспективність їх реалізації на основі сучасних інформаційних технологій головним інструментарієм якого є метод дистанційного моніторингу. Дистанційний моніторинг вантажного ТЗ є ефективним інструментом, призначеним не тільки для стеження за місцеперебуванням і переміщенням автотранспортних засобів, а також за великою кількістю параметрів їх технічного стану.

Сучасні транспортні засоби забезпечені різними датчиками контролю технічного стану. Моніторинг транспортних засобів повинен здійснюватися в системі керування транспортними засобами в режимі реального часу. Відсутність оперативного контролю зв'язку між технічними параметрами транспортного засобу, включно з витратою палива, і просторово-часовими даними руху машин з використанням координат на геоінформаційній карті на момент контролю не дає технічній службі ПАТ інформацію про технічний стан транспортних засобів, а моделі управління витратою палива передбачати можливість появи відхилень у процесі виконання перевезень з технічних причин і знаходити рішення для їх прогнозування та коригувати завдання операторам системи (водіям, диспетчерам) [20].

В основу функціонування систем моніторингу і контролю АТЗ покладено принцип відстеження просторових, часових координат ТЗ та необхідних параметрів технічного стану. Є два методи здійснення моніторингу:

- онлайн-моніторинг;
- офлайн-моніторинг (інформація зчитується зі спеціального пристрою моніторингу й аналізується після прибуття ТЗ до ПАТ).

У випадку онлайн-моніторингу ТЗ оснащується мобільним пристроєм, що складається з приймача супутникових сигналів, модуля резервації і трансляції координат [60]. Останній модуль передає інформацію за допомогою супутникової мережі. Системи офлайн-моніторингу виключають наявність у контролюючому пристрої GSM-модуля, що знижує витрати на послуги мобільного зв'язку. Однак рівень розвитку технологій мобільної передачі даних та аналіз співвідношення наявних тарифів компаній мобільного й економічного ефекту від впровадження дистанційного моніторингу ТЗ дозволяє зробити висновок про недоцільність застосування такого методу моніторингу. Головний недолік систем офлайн-моніторингу полягає в необхідності фізичного підключення до комп'ютера для отримання даних, що незручно та призводить до додаткових витрат часу.

Узагальнену структуру систем моніторингу транспорту формують три основних компоненти: модуль моніторингу, сервер моніторингу та диспетчерське автоматизоване робоче місце (АРМ). До функцій модуля моніторингу належить приймання інформації від штатних та додаткових (у разі їх підключення) датчиків транспортного засобу, визначення координат та точного часу їх реєстрації за даними супутників, формування інформації у вигляді пакетів даних та їх передача на сервер через мережі мобільного зв'язку (GPRS, 1G, 2G, 3G, 4G, 5G). Передані пакети даних приймаються сервером та зберігаються в базі даних, після чого сервер передає інформацію з бази даних оператору за запитом. Оператор системи (диспетчер) за допомогою АРМ оперує даними згідно з поставленими завданнями: здійснює обробку та відображення отриманих даних, які виводить на екран мапу з місцеперебуванням ТЗ у режимі онлайн, формує звіти тощо [61].

Інформаційні системи моніторингу дозволяють отримувати необхідну інформації про задані параметри технічного стану ТЗ або витрати палива впродовж декілька секунд у вигляді цифрових, текстових або графічних даних. Крім того, подібні системи дозволяють оперативно вирішувати завдання моделювання та прогнозування витрати палива та зміни параметрів технічного стану ТЗ [62].

Моніторинг якості руху і витрати палива транспортних засобів дає можливість службі експлуатації та технічній службі ПАТ отримувати оперативну інформацію про показники паливовикористання та своєчасно здійснювати профілактичні дії на основі параметрів технічного стану. Для операторів системи (водіїв та диспетчерів) випереджальна діагностика ТЗ є однією з технологій запобігання втратам часу [63].

Важливим функціоналом системи моніторингу вантажних ТЗ, що здійснюють перевезення у змінних умовах експлуатації, є моніторинг інфраструктури, який реалізується шляхом контролю параметрів транспортних потоків відповідно до інформації, отриманої з баз даних транспортних засобів або детекторів транспорту (за наявності). Параметри природно-кліматичних умов за маршрутом визначаються за допомогою системи моніторингу шляхом доступу до поточних даних про геопозицію транспортного засобу та інформаційної системи метеоданих [64].

Усі запропоновані сьогодні на ринку технологічні рішення в області моніторингу транспорту мають важливу мету – оперативно передавати достовірну інформацію про місцезнаходження ТЗ та його експлуатаційні параметри, які можуть бути використані ПАТ відповідно до поставлених завдань.

1.4.2. Засоби забезпечення моніторингу та дистанційного контролю витрати палива і параметрів технічного стану вантажних ТЗ

У практиці експлуатації вантажних ТЗ існують різні методи для визначення витрати палива. На автомобільному транспорті для визначення експлуатаційної витрати палива набули поширення наступні методи [65]:

- 1) об'ємний, за рівнем палива в баку;
- 2) об'ємний, з використанням витратомірів палива;
- 3) з використанням бортових систем контролю;
- 4) «доливання до повного».

Відповідно до наведених методів моніторингу витрати палива використовуються різні прилади, що вимірюють витрату палива. Аналізуючи сучасні концепції розвитку витратомірної техніки на автомобільному транспорті, можна відзначити такі тенденції [66]:

- застосування електронних приладів контролю витрати палива, що є перспективним напрямом розвитку систем оперативного контролю витрати палива;
- використання мірних лінійок різної конструкції – застарілий спосіб, який використовується і досі.

На сьогодні на ринку телекомунікаційних засобів представлено широкий спектр приладів, які цілеспрямовано, опосередковано або в комплексі з іншими системами виконують функції контролю витрати палива (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Класифікація приладів контролю витрати палива

Класифікаційна ознака	Тип приладу
Спосіб зчитування даних	Ручний
	Переносний блок
	Радіо модем
	GSM-технологія
Вид виконання	Незалежне
	Комплексне
Тип датчика, що застосовується	Спеціальний датчик
	Тарований щуп
	Штатний вимірювач рівня палива

У системах дистанційного моніторингу витрати палива для вимірювання об'єму палива в паливному баку застосовуються датчики рівня палива (ДРП) або витратоміри. Причому може застосовуватися як штатний датчик показчика рівня палива, так і додатковий.

За способом перетворення сигналу розрізняють: аналогові, частотні і цифрові. Аналогові датчики рівня палива прості за конструкцією і надійні в експлуатації, але схильні до впливу перешкод і стрибків напруги. Частотні - краще захищені від зовнішніх впливів і видають більш стабільні покази. Цифрові датчики рівня палива є найбільш точними. Вони захищені від зовнішніх факторів. Їхня вартість не суттєво перевищує вартість частотних або аналогових [65].

Вимірювання фактичних витрат палива на автомобілі здійснюється за допомогою системи, що складається з двох основних підсистем - датчика рівня палива й модуля реєстрації, обробки, зберігання та передачі даних. Основна складність при

використанні цього методу – це апаратна реалізація другої підсистеми, тобто апаратури реєстрації, зберігання та дистанційної передачі даних [67].

Крім ДРП, у системах контролю витрати палива можуть застосовуватись датчики витрати палива (витратоміри). 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 і диференціальні. Однокамерні датчики витрати палива встановлюються на магістраль подачі палива в двигун. При цьому для коректного підрахунку палива на дизельному двигуні необхідно перенести зворотну магістраль, по якій невитрачене паливо буде надходити в бак, до витратоміра. Диференціальний датчик витрати палива – це двокамерний прилад, що складається з двох еталонних однокамерних витратомірів, один з яких встановлюється на канал подачі палива, а інший – на канал «обратки» палива. Вбудована електроніка враховує різницю між прямим і зворотним потоками палива і видає показник фактичної витрати палива [68]. Вимірювання поточної витрати палива й обчислення на його основі сумарного обсягу витраченого палива за допомогою витратомірів характеризується високою вартістю, вимогами до чистоти палива, залежністю показань від фізико-хімічних властивостей палива й іншими чинниками, які стримують поширення цього способу контролю витрат палива.

Аналіз методів визначення експлуатаційної витрати палива дозволив сформулювати критерії порівняння методів: точність, при малих змінах кількості палива; універсальність; простота впровадження; вартість [66]. Дані аналізу методів вимірювання витрати палива в змінних режимах експлуатації вантажних ТЗ були структуровані і представлені в таблиці 1.4.

Дистанційний контроль параметрів технічного стану вантажних ТЗ можливий в системах моніторингу шляхом використання штатного та додаткового бортового обладнання.

Таблиця 1.4 – Результати аналізу методів визначення витрати палива вантажними ТЗ

Метод	Критерії порівняння			
	Точність при малих змінах	Універсальність	Простота впровадження	Вартість
Об'ємний, за рівнем палива в баку	Низька	Так	Важко	Середня
Об'ємний, з використанням витратомірів	Середня	Ні	Важко	Висока
З використанням бортових систем контролю	Низька	Ні	Просто	Низька
«Доливанням до повного»	Низька	Так	Просто	Низька

Кожна одиниця транспорту може обладнуватися комплексом функціонального обладнання: датчиком-акселерометром, який відстежує моменти ударів і зіткнень; датчиком положення механізмів; датчиком температури (для рефрижераторів); датчиком рівня заряду акумуляторної батареї; модулем ідентифікації оператора (водія); модулем передачі даних за допомогою Wi-Fi [55].

Переховане обладнання може встановлюватись на будь-який транспортний засіб у різних варіантах його поєднання.

1.5. Аналіз способів і методів оцінювання паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації

Паливна економічність визначається як здатність автомобіля виконувати транспортну роботу в регламентованих умовах з мінімально можливими витратами палива. В Україні паливна економічність АТЗ регламентована державними стандартами й галузевими нормативами і визначається відповідно до ДСТУ 2942-94 [69]. Зазначений державний стандарт встановлює шість показників і характеристик паливної економічності автотранспортних засобів, а саме:

- 1) витрата палива (контрольна);
- 2) витрата палива (магістральний цикл на дорозі);
- 3) витрата палива (міський цикл на дорозі);

- 4) витрата палива (міський цикл на стенді);
- 5) паливна характеристика усталеного руху;
- 6) паливно-швидкісна характеристика (магістрально-горбиста дорога).

При визначенні цих показників необхідно виконати комплекс вимог до наступних об'єктів та складових дослідження: до АТЗ (справність, тиск повітря в шинах має відповідати вимогам заводу-виготовлювача, повне завантаження АТЗ); до вимірювальних дорожніх ділянок (довжина: 4000 м – для їздових циклів на дорозі, 1000 м – інші показники; поздовжні ухили не більше ніж 0,5 %, поперечні не більше 3 % на довжині не більше як 50 м); до засобів вимірювань (точність вимірювань параметрів: витрата палива – 1 %, шлях і час – 0,5 %, швидкість руху – 1 %, частота обертання колінчатого вала ДВЗ – 1 %, швидкість вітру – 0,5 м/с, температура – 1 °С, атмосферний тиск – 2,6 гПа, відносна вологість повітря – 7 %, маса АТЗ – 0,3 %, характеристики стендів із біговими барабанами); до атмосферних умов (швидкість вітру не перевищує 3 м/с, відсутність опадів, атмосферний тиск – щонайменше 910 гПа (683 мм рт. ст.), відносна вологість повітря не вище за 95 %, температура повітря не нижче за 3 °С) [69].

Методикою випробувань передбачено підготовку АТЗ: прогрів пробігом не менше як 50 км (30 км для показників витрати палива в магістральному циклі на дорозі та витрати палива в міському циклі на дорозі) при швидкості руху не нижче $\frac{2}{3}$ максимальної. Перед випробуванням має бути перевірено відсутність підвищених опорів руху АТЗ виміром шляху вибігу зі швидкості 50 км/год. Сама технологія вимірювання показників паливної економічності представлена в [69] у вигляді схем і операційних карт магістрального (для автомобілів повною масою до 3,5 т і автобусів далекого прямування, для автомобілів повною масою понад 3,5 т і міжміських автобусів) і міського (для АТЗ повної масою до 3,5 т і понад 3,5 т, міських автобусів) циклів руху на дорозі і окремо міського циклу – на стенді для АТЗ повною масою до 3,5 т.

Методи оцінки показників паливної економічності згідно з ДСТУ 2942-94 прийнятні при моделюванні циклів руху, але досить трудомісткі. У процесі

проведення лабораторно-дорожніх випробувань паливну економічність оцінюють питомою витратою палива в л на 100 км пробігу за формулою:

$$Q_T = 100 \cdot \frac{Q_s}{S_M}, \quad (1.7)$$

де Q_s – кількість палива, витраченого на дослідній ділянці, л; S_M – довжина дослідної ділянки, км.

Значення показників паливної економічності для вантажного ТЗ, вимірювані за методикою [69], ймовірно, можуть служити оціночними параметрами, які встановлює завод-виготовлювач при визначенні технічного рівня вантажного автомобіля для середніх умов експлуатації [48].

За визначенням паливна економічність передбачає мінімально можливі витрати палива. З огляду на це необхідно встановити максимально жорсткі лінійні норми витрат палива і при цьому враховувати в них фактичну експлуатаційну витрату. Баланс між жорсткою нормою і відповідною фактичною витратою палива лежить в основі двох взаємопов'язаних напрямів досліджень. Перший напрямок – розробка розрахунково-аналітичних моделей і методик, які найбільш точно визначають норму витрати палива вантажного ТЗ при виконанні транспортної роботи. Другий напрямок – розробка систем (у тому числі інформаційних) та пристроїв оперативного об'єктивного контролю фактичного споживання палива вантажними ТЗ [70].

На основі проаналізованих методів та методик можна зробити висновок, що в експлуатації паливна економічність визначається рівнем відхилення фактичної експлуатаційної витрати палива від нормативної. При цьому економія утворюється в тому випадку, якщо різниця між фактичною і нормативною витратою негативна, в іншому випадку спостерігається перевитрата. Таким чином, для підвищення ефективності використання вантажних ТЗ за рахунок реальної економії палива необхідно передусім точно й об'єктивно визначити нормативні витрати палива для ТЗ категорії N3 в певних умовах їх експлуатації при врахуванні впливу основної групи факторів. Після цього є підстава вимагати більшої паливної економічності шляхом зниження фактичних витрат палива [38].

РОЗДІЛ 2

ФОРМУВАННЯ МЕТОДУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ВАНТАЖНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ КАТЕГОРІЇ N3 У ЗМІННИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБАМИ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

2.1. Розробка загальної методики проведення досліджень

Вирішення науково-прикладної задачі підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 шляхом використання оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем. рекомендується здійснювати на основі загальноприйнятої методології проведення наукових досліджень на транспорті [20; 71; 72]. На рис. 2.1 наведена запропонована автором загальна схема проведення дослідження забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу в змінних умовах експлуатації за допомогою оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем. Для вирішення поставлених завдань як методологічна основа дослідження використовувався системний підхід. Системністю за різними джерелами прийняти називати сукупність взаємопов'язаних елементів, які взаємодіють між собою для досягнення поставленої мети [71; 73].

На різних етапах дослідження в частині теоретичних досліджень використовувались наступні методи і положення, а саме: теорії автомобіля, теорії автомобільних двигунів, методи теоретичних досліджень динаміки автомобілів, розрахунку нормативної витрати палива, методи морфологічного аналізу, теорії множин, математичної статистики, теорії інформації. Експериментальні дослідження виконувались із застосуванням методів планування експерименту і статистичної обробки отриманих результатів, що базуються на теорії похибок та невизначеності вимірювань, дорожніх випробувань ТЗ в умовах експлуатації.

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

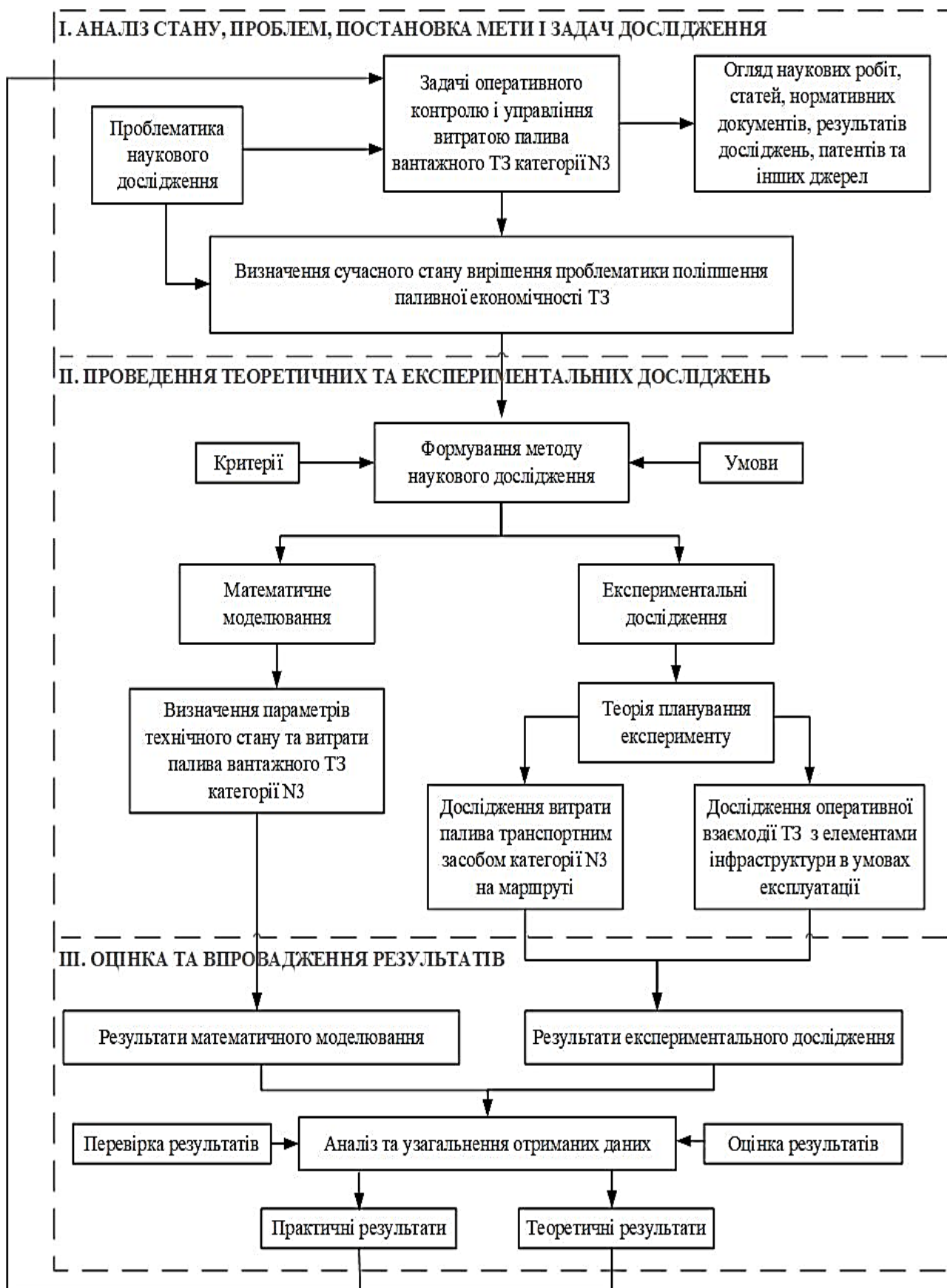


Рисунок 2.1 – Загальна схема виконання дослідження

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

$$\begin{cases} Q(G_{\text{Пт}}) = F_t \left((M_{i1}, M_{i2}, M_{i3} (M_{13}, M_{23}, M_{33}, M_{43})); (T_{ST3}, P_{DU}) \right) \rightarrow \max \\ G_{\text{Пт}} \rightarrow \min \end{cases} \quad (2.1)$$

Особливістю показаного функціоналу є те, що одночасно вирішується мінімаксна задача, а саме: паливна економічність ТЗ категорії N3 в умовах експлуатації ($Q(G_{\text{Пт}})$) прагне досягти максимуму, при тому, що $G_{\text{Пт}}$ прагне досягти мінімальних значень. При урахуванні факторів, що впливають на досягнення вказаних параметрів, можливо виділити конструкційні фактори й особливості ТЗ, його технічний стан, умови експлуатації та режими управління. Кожен з основних факторів, що впливає, має суттєві особливості у своєму складі.

Для забезпечення можливості підвищення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 в умовах експлуатації потрібно в монографії виконати наступне: виконати аналіз теоретичних і практичних розробок і обґрунтування в частині застосування методів і технологій забезпечення паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації. Крім цього, потрібно виконати також аналіз особливостей моніторингу та дистанційного контролю параметрів їх технічного стану й визначення критеріїв покращення реалізації; розробити метод забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем (ITS). Удосконалити метод визначення і розрахунку витрати

палива вантажних ТЗ категорії N3 в умовах експлуатації. Провести експериментальні дослідження вантажних транспортних засобів при здійсненні транспортування вантажів у змінних умовах експлуатації засобами ITS. Проаналізувати та узагальнити отримані результати дистанційного моніторингу в частині забезпечення паливної економічності вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації засобами ITS. Розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у практику експлуатації засобів транспорту в умовах діючих підприємств.

Під час створення методики проведення досліджень з оцінювання паливної економічності ТЗ, з огляду на вибір способів, методів і засобів визначення, оперативного контролю витрати палива, керування нею в процесі експлуатації, за основну мету ставилася розробка окремих підходів, механізмів реалізації, системних та індивідуальних методів проведення дослідження.

Загальна структура методики оцінювання паливної економічності транспортних засобів категорії N3 шляхом використання оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем, показана на рис. 2.2.

У блоці 1 виконується аналіз теоретичних і практичних розробок в частині застосування методів і технологій забезпечення паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації, а також особливостей моніторингу та дистанційного контролю параметрів їх технічного стану й визначення критеріїв покращення реалізації. Проведений аналіз в частині застосування методів і технологій забезпечення паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації дозволяє зробити висновок, що вони мають низку недоліків і не гарантують вирішення загальних проблем в повному обсязі.

Виконаний аналіз способів і методів моніторингу ТЗ, дистанційного оперативного контролю витрати палива, параметрів їх технічного стану й забезпечення паливної економічності підтвердив наявність значних невикористаних резервів підвищення паливної економічності ТЗ в умовах експлуатації.

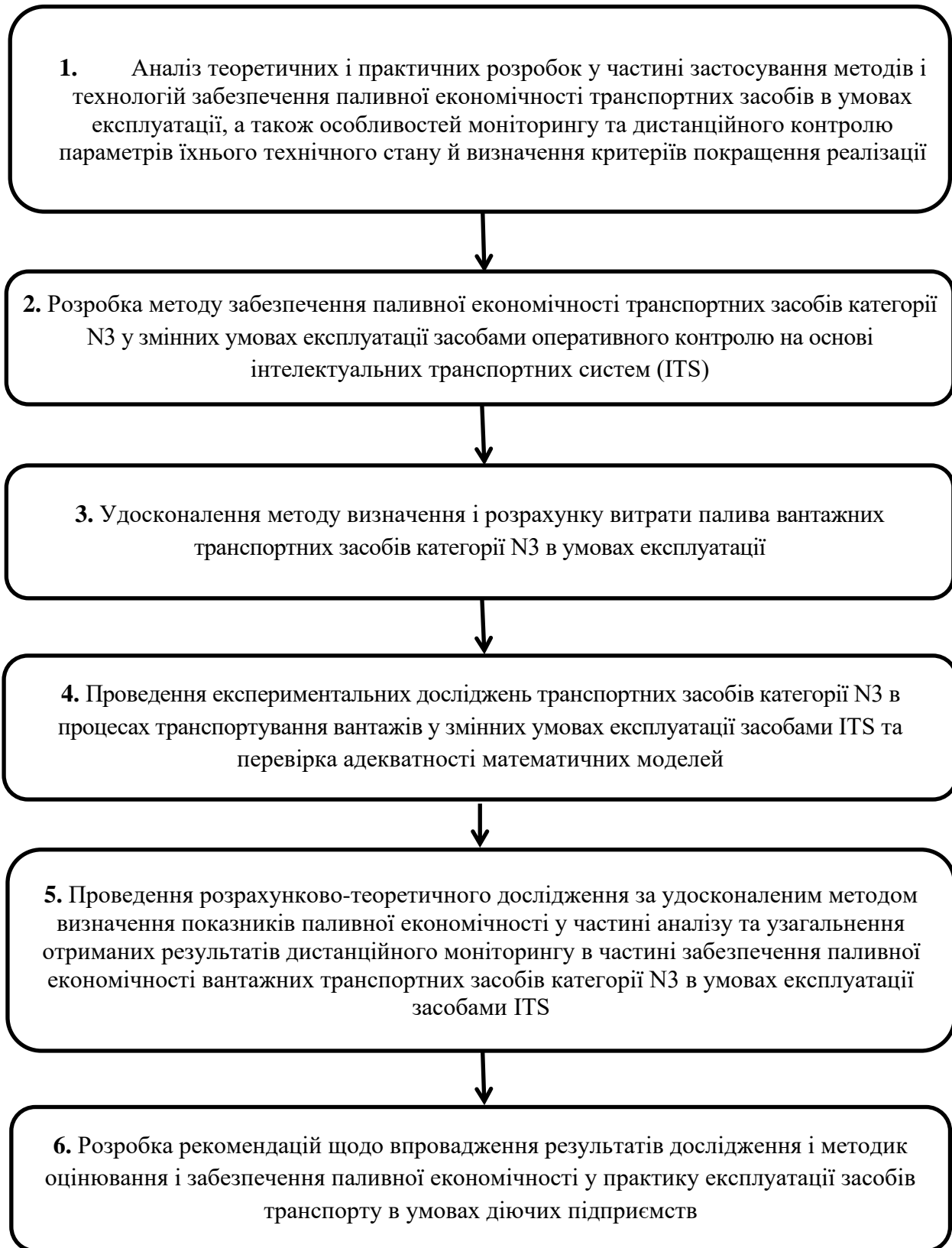


Рисунок 2.2 – Загальна структура методики оцінювання показників паливної економічності вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації

У блоці 2 здійснюється розробка методу забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем (ITS). Для впровадження методу в практику експлуатації ТЗ виникає необхідність у розробці й застосуванні коефіцієнтів паливовикористання та реалізації в ньому системної взаємодії трьох взаємопов'язаних складових: процесної, інформаційної і аналітичної. Виконати систематизацію бажаних схем варіантів підвищення паливної економічності ТЗ категорії N3 можна з використанням методу морфологічного аналізу. Для забезпечення оперативного контролю забезпечення паливної економічності вантажних транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатації на основі інтелектуальних транспортних систем, на цьому етапі, потрібно розробити схему та інформаційну систему оперативного контролю витрати палива на основі бортового комплексу ITS і оцінювання результатів застосування методів і технологій забезпечення паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації. Це передбачає розробку моделей бази даних інформаційної системи дистанційного моніторингу витрати палива, параметрів ТЗ з двигуном і інших складових.

Особливість представленої системи повинна полягати в тому, що підсистеми створюють спільне інформаційне поле моніторингу, але зможуть діяти окремо одна від одної, з огляду на особливості поставлених завдань дослідження. Розробка інформаційно-аналітичної системи для забезпечення оперативного контролю параметрів витрати палива, технічного стану ТЗ категорії N3, зміни параметрів системи моніторингу в умовах експлуатації повинна здійснюватися за допомогою засобів ITS. Аналітична частина системи за допомогою розроблених алгоритмів, сформованої системи й технічних засобів моніторингу повинна бути здатна забезпечувати визначення і поєднання інформації в частині витрати палива і середніх швидкостей руху на ділянках руху, які є основними орієнтирами при визначенні раціональної витрати палива в умовах експлуатації ТЗ.

У блоці 3 проводиться удосконалення методу визначення і розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації. При цьому потребує удосконалення метод визначення і розрахунку витрати палива транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації. Для цього в частині розрахунково-аналітичного забезпечення планується застосовувати модулі розрахунку швидкості й витрати палива ТЗ у режимах їздового циклу згідно з Правилами ЄЕК ООН [74], динамічного розрахунку властивостей ТЗ, розрахунку нормативної витрати палива в умовах експлуатації, коректування нормативів ТО і ПР в умовах експлуатації з урахуванням інформації дистанційного моніторингу.

Удосконалена частина розрахунково-аналітичного забезпечення планується базуватися на визначенні режимів роботи двигуна ТЗ при умовному русі автомобіля за їздовим циклом, визначенні динамічних властивостей і паливної економічності вантажних транспортних засобів категорії N3, визначенні нормативної витрати палива в умовах експлуатації на елементах маршрутів, коректуванні нормативів технічних впливів в частині ТО і ПР в умовах експлуатації з урахуванням відповідних цим режимам експериментально вимірюваних показників витрати палива, швидкості руху, параметрів роботи двигуна ТЗ з наступним розрахунком за цими даними витрати палива та шкідливих викидів на окремих ділянках руху та загалом.

У блоці 4 планується проведення експериментальних досліджень транспортних засобів категорії N3 у процесах транспортування вантажів у змінних умовах експлуатації засобами ITS та перевірка адекватності математичних моделей. Дослідження планується проводити в частині визначення параметрів паливної економічності і технічного стану ТЗ категорії N3, а також формування системи дистанційного моніторингу. На цьому етапі планувалось провести експериментальні дослідження транспортних засобів категорії N3 у процесах транспортування вантажів у змінних умовах експлуатації засобами ITS.

На цьому етапі було запропоновано використовувати положення та підходи схеми алгоритму розрахунково-аналітичного забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем.

Також на цьому етапі було використано сформовану систему дистанційного моніторингу параметрів транспортних засобів категорії N3 у процесах транспортування вантажів у змінних умовах експлуатації засобами ITS, що базується на одночасному використанні штатних засобів отримання інформації і додаткових датчиків, встановлених у дослідному автопоїзді безпосередньо. Експериментальні дослідження паливної економічності були заплановані та проводились у декілька етапів – як при міжнародному перевезенні вантажів, так і в межах міста на різних маршрутах.

У процесі експериментальних досліджень на маршруті потрібно виконати оперативне дистанційне визначення параметрів витрати палива і технічного стану транспортних засобів категорії N3. У результаті реалізації розробленого методу забезпечення паливної економічності вантажних транспортних засобів у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем потрібно отримати такі результати: середня витрата палива при експлуатації в місті завантаженого ТЗ, за містом завантаженого ТЗ, у місті порожнього ТЗ тощо.

У блоці 5 проводилось розрахунково-теоретичного дослідження за удосконаленим методом визначення показників паливної економічності у частині аналізу та узагальнення отриманих результатів дистанційного моніторингу в частині забезпечення паливної економічності вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації засобами ITS. На цьому етапі виконується аналіз та узагальнення отриманих результатів дистанційного моніторингу в частині забезпечення паливної економічності вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації засобами ITS.

М. Я. Говорущенком [16] була розроблена аналітична модель витрати палива в експлуатації, яка визначала норму палива, що витрачається автомобілем на перевезення вантажу. Зазначена модель не проводить облік повної маси автомобілів. Таким чином, транспортну норму запропоновано вважати постійною

і однаковою для різних автомобілів. Застосування запропонованого методу при використанні розрахунково-аналітичного забезпечення системи з удосконаленими математичними моделями потрібно для дослідження паливної економічності транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації.

У блоці 6, на підсумковому етапі, планується виконання аналізу отриманих результатів досліджень та розробка рекомендацій для роботи в умовах підприємств вантажних транспортних засобів категорії N3 у процесах експлуатації. Саме тут було розроблено рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у практику експлуатації засобів транспорту в умовах діючих підприємств і підготовки бакалаврів і магістрів у профільних навчальних закладах. Для розробки рекомендацій в процесі проведення оцінювання паливно-економічних показників роботи ТЗ категорії N3 в умовах експлуатації доцільно використовувати основні принципи системного підходу, а саме: експериментальні дослідження з урахуванням параметрів взаємодії та спільної роботи ТЗ і інфраструктури; розрахунково-теоретичне дослідження; математичне моделювання тощо.

2.2. Загальний підхід до формування методу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем

2.2.1. Систематизація схем варіантів підвищення паливної економічності ТЗ

Реалізацію запропонованого методу відповідно до структурної схеми методики наукового дослідження систематизовано можливі варіанти системи контролю і управління витратою палива транспортними засобами категорії N3 на основі методу морфологічного аналізу (табл. 2.1).

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

Таблиця 2.1 – Морфологічна матриця елементів системної взаємодії можливих схем варіантів підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 у взаємодії з інфраструктурою

Оснащення ТЗ засобами для забезпечення оперативного контролю і управління витратою палива	1. Повна маса	1.1. До 1,2 т.	1.2. Від 1,2 до 2,0 т.	1.3. Від 2,0 до 8,0 т.	1.4. Від 8,0 до 14,0 т.	1.5. Від 14,0 до 20,0 т.	1.6. Від 20,0 до 40,0 т.	1.7. Понад 40,0 т.	
	2. Наявність в ТЗ OBD-розпізнавання	2.1. ТЗ обладнаний OBD-розпізнаванням			2.2. ТЗ не обладнаний OBD-розпізнаванням				
	3. Засоби моніторингу параметрів стану ТЗ	3.1. Штатне обладнання для моніторингу параметрів стану ТЗ		3.2. Трекер-комунікатор для моніторингу параметрів стану ТЗ		3.3. OBD – сканер для моніторингу параметрів стану ТЗ		3.4. Трекер-комунікатор та OBD – сканер для моніторингу параметрів стану ТЗ	
	4. Оснащення ЕБУ і базовими датчиками	4.1. Двигун ТЗ оснащений ЕБУ і базовими датчиками			4.2. Двигун ТЗ оснащений ЕБУ і базовими датчиками				
	5. Оснащення ТЗ засобами контролю витрати палива	5.1. Контроль витрати палива із застосуванням бортових систем контролю (через CAN-шину)		5.2. Контроль витрати палива за допомогою датчика рівня палива (ДРП)		5.3. Контроль витрати палива за допомогою витратоміра-лічильника		5.4. Контроль витрати палива за допомогою засобів вимірювання маси палива	
Оснащення інфраструктури засобами для забезпечення оперативного контролю і забезпечення паливної економічності	6. Умови експлуатації ТЗ в ITS	6.1. Відстежування дорожніх умов	6.2. Відстежування транспортних умов	6.3. Відстежування атмосферно-кліматичних умов		6.4. Відстежування культури експлуатації	6.5. Відстежування дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов і культури експлуатації ТЗ		6.6. Не відстежування умов експлуатації ТЗ
	7. Використання інформації від інфраструктури і додаткового ПЗ	7.1. Використання інформації від транспортної інфраструктури		7.2. Використання інформації від автомобільних доріг		7.3. Спільне використання інформації від транспортної інфраструктури й інфраструктури автомобільних доріг		7.4. Не використання інформації транспортної інфраструктури й інфраструктури автомобільних доріг	
	8. Наявність інформаційних і комунікаційних технологій для забезпечення функціонування учасників руху (ТЗ)	8.1. Інформаційні і комунікаційні технології для забезпечення функціонування учасників руху (ТЗ) відсутні		8.2. Технологія I2V		8.3. Технологія I2P	8.4. Технологія I2X	8.5. Комбінований варіант	
	9. Умови експлуатації ТЗ в ITS	9.1. Моніторинг дорожніх умов	9.2. Моніторинг транспортних умов	9.3. Моніторинг атмосферно-кліматичних умов	9.4. Моніторинг культури експлуатації		9.5. Моніторинг дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов і культури експлуатації ТЗ		9.6. Не виконання моніторингу умов експлуатації ТЗ
	10. Стан операторів системи	10.1. Щозмінний одноразовий медичний контроль	10.2. Система контролю пульсу операторів	10.3. Система контролю тиску операторів		10.4. Система контролю стресу операторів		10.5. Система контролю втомиленості операторів	
	11. Режими роботи (взаємодії) операторів системи	11.1. Робота на основі кінцевих звітів (офлайн)		11.2. Взаємодія за допомогою засобів мобільного/радіо зв'язку		11.3. Взаємодія в умовах інформаційної системи диспетчерського управління (онлайн)		11.4. Взаємодія в умовах інформаційно-аналітичної керуючої системи (ITS)	

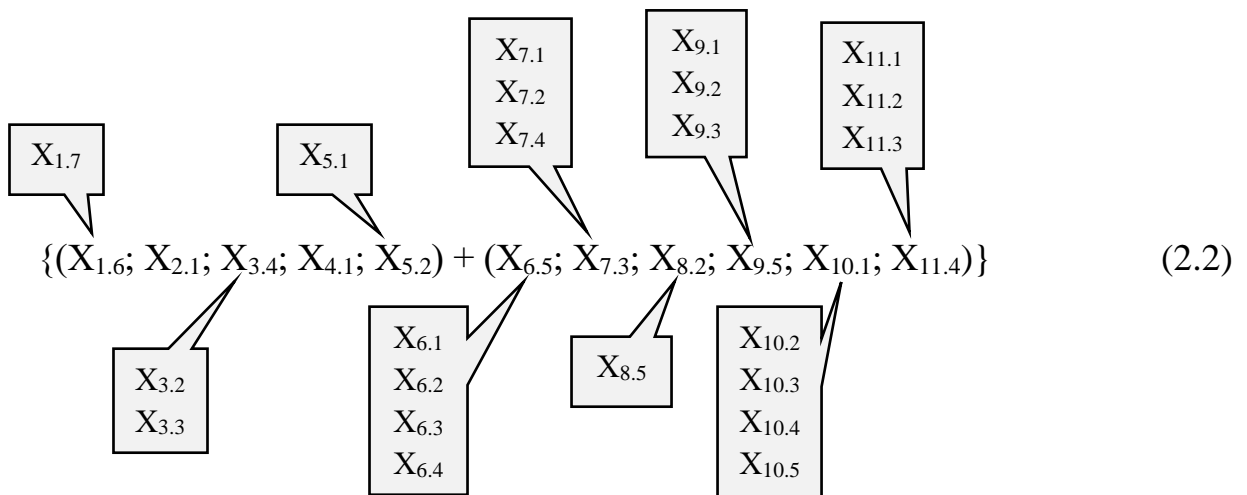
Метод формування морфологічної матриці – технічна система, яка досліджується, поділяється на основні функціональні елементи (морфологічні ознаки), характерні для неї. Кожен з цих елементів (ознак) потрібно докладним чином описати за допомогою наведених ознак у технічному вираженні в різних

варіантах [76]. При цьому для того, щоб досягнути основної мети функціонування системи в умовах експлуатації необхідно точна характеристика режимів роботи системи, взаємодій вузлів та механізмів і таке інше за допомогою кожної морфологічної ознаки, виділені основні функціональні елементи та їх складові (табл. 2.1): оснащення ТЗ засобами для забезпечення оперативного контролю і управління витратою палива й оснащення інфраструктури засобами для забезпечення оперативного контролю та управління [20; 71; 73; 75].

Було складено перелік варіантів (від 2 до 7) технічної реалізації для 11 основних морфологічних ознак функціональних елементів системи, від яких залежить досягнення цілей її функціонування загалом. Кожна з вказаних морфологічних ознак характеризується функцією, конструктивним рішенням або системою, режимом роботи та станом системи, формою взаємодії складових системи, від яких залежить вибір можливого вирішення проблеми оперативного контролю і управління витратою палива транспортними засобами категорії N3.

Для формування основної морфологічної формули інформаційної системи оперативного контролю витрати палива вантажними транспортними засобами категорії N3 в системі дослідження були виділені окремі характерні для неї основні характеристики функціональних елементів. Їх заведено називати – морфологічні ознаки. За кожною з них було попередньо складено максимально повний перелік (на думку автора) різноманітних відповідних варіантів (альтернатив) технічного виразу наведених вище ознак. Для кожної з 11 морфологічних ознак були обрані і наведені характерні властивості: класифікацій, оснащення інфраструктури, від яких залежить вирішення задачі дослідження особливостей, комплектація ТЗ (автомобіля) і досягнення головної мети функціонування досліджуваної в умовах експлуатації системи.

Так, схема елементів системної взаємодії вантажного ТЗ DAF XF 105.460 з інфраструктурою за морфологічними ознаками з урахуванням параметрів впливу основних факторів (у формульному вигляді):



Тобто це ТЗ, повна маса якого становить від 20,0 до 40,0 т у базовому варіанті ($X_{1.6}$) або понад 40,0 т у варіаційному варіанті ($X_{1.7}$), оснащений OBD-розніманням ТЗ ($X_{2.1}$), обладнаний трекером-комунікатором та OBD-сканером для моніторингу параметрів стану ТЗ ($X_{3.4}$) та варіативно – окремо трекером-комунікатором ($X_{3.2}$) або OBD-сканером ($X_{3.3}$), із двигуном оснащеним штатними датчиками і ЕБУ ($X_{4.1}$), оснащений датчиком рівня палива (ДРП) ($X_{5.2}$) та можливістю оснащення засобами контролю витрати палива із застосуванням бортових систем контролю (через CAN-шину) ($X_{5.1}$), із залученням засобів інфраструктури, а саме: моніторингу дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов і культури експлуатації ТЗ ($X_{6.5}$) з можливістю здійснення окремого моніторингу дорожніх умов ($X_{6.1}$), транспортних умов ($X_{6.2}$), атмосферно-кліматичних умов ($X_{6.3}$) та культури експлуатації ($X_{6.4}$), спільного використання інформації від транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг ($X_{7.3}$) або використання інформації тільки від транспортної інфраструктури ($X_{7.1}$), тільки від інфраструктури автомобільних доріг ($X_{7.2}$), без використання інформації транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг ($X_{7.4}$), з наявністю інформаційних і комунікаційних технологій для забезпечення функціонування учасників руху (ТЗ) на базі технології I2V ($X_{8.2}$) або комбінованого варіанту застосування технологій ($X_{8.5}$), із застосуванням моніторингу дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов і культури експлуатації ТЗ ($X_{9.5}$) або окремо моніторингу дорожніх умов ($X_{9.1}$), моніторингу транспортних умов

(X_{9.2}), моніторингу атмосферно-кліматичних умов (X_{9.3}), із застосуванням щозмінного одноразового медичного контролю (X_{10.1}), системи контролю пульсу операторів (X_{10.2}), системи контролю тиску операторів (X_{10.3}), системи контролю стресу операторів (X_{10.4}), системи контролю втомленості операторів (X_{10.5}), із взаємодією операторів системи в умовах інформаційно-аналітичної керуючої системи (ITS) (X_{11.4}), або роботою на основі кінцевих звітів (Off-line) (X_{11.1}), взаємодією за допомогою засобів мобільного/радіо зв'язку (X_{11.2}), взаємодією в умовах інформаційної системи диспетчерського управління (онлайн) (X_{11.3}).

Для об'єднання морфологічних формул дослідних варіантів формуються окремі схеми всіх ознак відповідно до конкретного варіанта із властивими їм показниками. Метод дослідження, що базується на морфології об'єктів, дозволяє системно аналізувати різноманітні структури, що походять із закономірностей їхньої побудови. Кількість можливих схем системної взаємодії транспортних засобів з інфраструктурою у випадку використання цієї морфологічної матриці становить:

$$N = 7 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4 = 6451200 \text{ варіантів} \quad (2.3)$$

Завдяки розглянутому підходу з'явилась можливість системного дослідження усіх можливих схем взаємодії ТЗ з інфраструктурою, в результаті чого враховується варіативність системи.

2.2.2. Особливості забезпечення паливної економічності транспортного засобу категорії N3 в умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем

Для вирішення поставлених завдань запропонована структурно-логічна схема (рис. 2.3) системного вирішення задач забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3. Процеси вирішення поставлених задач базуються на реалізації системної взаємодії трьох взаємопов'язаних складових: процесної, інформаційної і аналітичної (рис. 2.3).

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

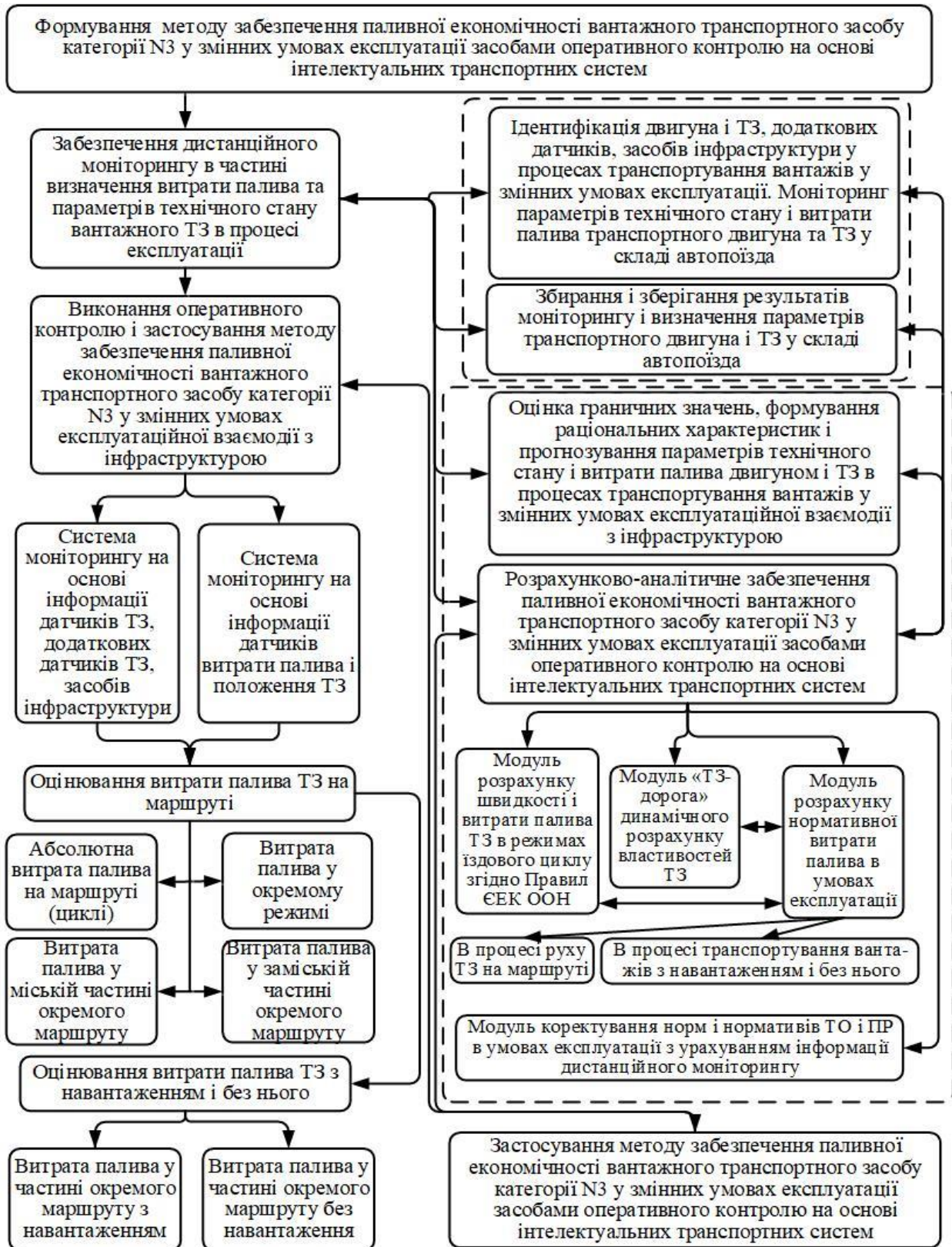


Рисунок 2.3 – Функціональна схема формування методу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем

Для підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 і функціонування процесної та аналітичної складових реалізується інформаційна, яка передбачає забезпечення ідентифікації двигуна і ТЗ, додаткових датчиків, засобів інфраструктури у процесах транспортування вантажів, моніторинг параметрів технічного стану й витрати палива транспортним двигуном і ТЗ у складі автопоїзда, збирання та зберігання отриманих результатів в умовах ITS [20; 73; 78-83].

Процес формування методу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем передбачає уточнення інформації про витрату палива, фактичний технічний стан, методи й засоби їх реалізації. Вказану задачу на основі інформації про параметри витрати палива й технічного стану можна виразити як складну функцію в реалізації відповідних задач, показаних відповідно до (2.1) у рівнянні (2.4):

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{Gtp}(\bar{H}_t, t, \Delta t, \bar{X}_i(t), \bar{X}_i(t-\Delta t), \dots, \bar{X}_i(t-n\Delta t), DK_{ti}) = S_{GII}; \\ S_{GII} = \Omega_l^{m_i}(e_Q, r)^j; \\ S_{GII} = F_{Gtp}(S_{T3S}; S_{T3L}; S_{T3M}); \\ S_{GII} = F_{Gtp}((M_{i1}, M_{i2}, M_{i3}); (T_{ST3}, P_{DU})); \\ M_{i1} = F_{i1i}(\bar{X}_{GMti}(t)); \\ M_{i2} = F_{i2i}(\bar{X}_{G2ti}(t)); \\ M_{i3} = F_{i3i}((\bar{X}_{Mt13i}(t)); (\bar{X}_{Mt23i}(t)); (\bar{X}_{Mt33i}(t)); (\bar{X}_{Mt43i}(t))); \\ T_{ST3} = F_{ST3i}((\bar{X}_{GMti}(t)), DK_{ti}); \\ P_{DU} = F_{DUi}(\bar{X}_{DUit}(t)). \end{array} \right. \quad (2.4)$$

де F_{Gtp} – інформація про параметри витрати палива і технічного стану вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації у взаємодії з інфраструктурою; \bar{H}_t – вектор органа(ів) керування двигуном і автопоїздом в часі t ; t – поточний час; Δt – інтервал між вимірюваннями; n – кількість інтервалів у минулому; $\bar{X}_i(t)$ при $i = 1, \dots, m$ – параметри витрати палива і характеристики технічного стану в процесах моніторингу у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів (швидкість ТЗ, завантаження вантажного автопоїзда тощо); m – кількість вимірюваних параметрів і характеристик; DK_{ti} – статус

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

несправностей автопоїзда на основі результатів їх визначення; Ω - оператор відображення; $S_{GП}$ – система (багаторозмірний показник) забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем (у такому випадку система $S_{GП}$ – це відображення властивостей складових (підоб’єктів) e_Q і їх r відношень для m_i в частині J в l , підоб’єктів отримання інформації і підоб’єктів забезпечення паливної економічності у складових); m_i – кількість засобів отримання інформації про параметри стану ТЗ; l – зв’язки між складовими елементами (засобами) спостереження та самими об’єктами забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3; e_Q – множина підоб’єктів забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3; r – множина відношень між ними; J – завдання оперативного контролю і управління; S_{T3S} – складова функціоналу забезпечення $S_{GП}$ інформацією про експлуатацію ТЗ на основі серверних рішень виконання моніторингу; S_{T3L} - складова функціоналу забезпечення $S_{GП}$ інформацією про застосування за призначенням і експлуатацію автопоїзда на основі локального джерела інформації виконання моніторингу; S_{T3M} - складова функціоналу забезпечення $S_{GП}$ інформацією про експлуатацію ТЗ на основі мережевих баз даних виконання моніторингу; F_{Gtp} – інформація про параметри процесу підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації (l), як поєднання об’єктивних і суб’єктивних факторів експлуатації ТЗ; F_{i1i} – інформація про параметри нормування витрати палива на маршруті (частині маршруту) вантажного ТЗ категорії N3; F_{i2i} – інформація про параметри повної маси вантажного ТЗ; F_{i3i} – інформація про параметри умов експлуатації ТЗ з наступними складовими: дорожні, транспортні, природно-кліматичні і культури праці у змінних умовах експлуатації у взаємодії з інфраструктурою; F_{ST3i} – інформація про параметри технічного стану вантажного ТЗ; F_{DUi} – інформація про параметри режимів управління вантажного ТЗ; $\bar{X}_{GMi}(t)$ при $i = 1, \dots, m$ – параметри нормування витрати палива на маршруті (частині маршруту) вантажного ТЗ, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів; $\bar{X}_{G2i}(t)$ при $i = 1, \dots, m$ – параметри повної маси (M_{i2}) вантажного ТЗ категорії N3;

$\bar{X}_{M13i}(t)$, $\bar{X}_{M23i}(t)$, $\bar{X}_{M33i}(t)$, $\bar{X}_{M43i}(t)$ при $i = 1, \dots, m$ – параметри умов експлуатації ТЗ з наступними складовими (відповідно): дорожні, транспортні, природно-кліматичні і культури праці у змінних умовах експлуатації у взаємодії з інфраструктурою, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів; $\bar{X}_{Gmi}(t)$ - при $i = 1, \dots, m$ – параметри технічного стану вантажного ТЗ категорії N3 в процесах моніторингу, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів; $\bar{X}_{Dui}(t)$ – при $i = 1, \dots, m$ – параметри режимів управління вантажним ТЗ категорії N3.

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

Вибір способу забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою здійснювався на основі удосконаленого методу визначення і розрахунку витрати палива за рахунок відповідних розрахункових модулів (рис. 2.3), як вибір та використання того чи іншого способу коректування витрати палива за рахунок маси вантажу, що транспортується ТЗ, швидкісного режиму, нормативної витрати палива на маршруті, коректування нормативів ТО і ПР і режимів керування ТЗ в заданих умовах експлуатації тощо. Особливість представленого удосконаленого методу визначення і розрахунку витрати палива полягає у розрахунково-аналітичному супроводі процесів експлуатації ТЗ і для оцінювання паливної економічності ТЗ. У попередніх дослідженнях не використовувався такий підхід саме для вантажних ТЗ при одночасному використанні розрахункових модулів

з удосконаленими методами застосування в них отриманих в результаті моніторингу значень залежностей зміни маси вантажу, що транспортується ТЗ, швидкісного режиму ТЗ, коректування нормативів ТО і ПР тощо. Причому, вказане вище, безперервне оцінювання відбувалось для процесів використання ТЗ з урахуванням змінних умов і специфіки експлуатації.

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

2.3. Розробка методу дослідження паливної економічності транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем

Для дослідження та обґрунтування параметрів паливної економічності вантажних ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем був розроблений і запропонований метод визначення і розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації (рис. 2.4).

Особливість запропонованого методу полягає в тому, що він передбачає спільне використання всіх наявних методів і засобів отримання інформації про процеси експлуатації вантажного ТЗ, про витрату палива, параметри технічного стану і швидкість.

Отримання інформації і визначення параметрів паливної економічності в процесах експлуатації ТЗ категорії N3 можливе в результаті дистанційного моніторингу витрати палива, параметрів технічного стану, результатів експериментального дослідження і результатів розрахунково-аналітичного дослідження на основі даних, отриманих із перших двох джерел і теоретичних положень.

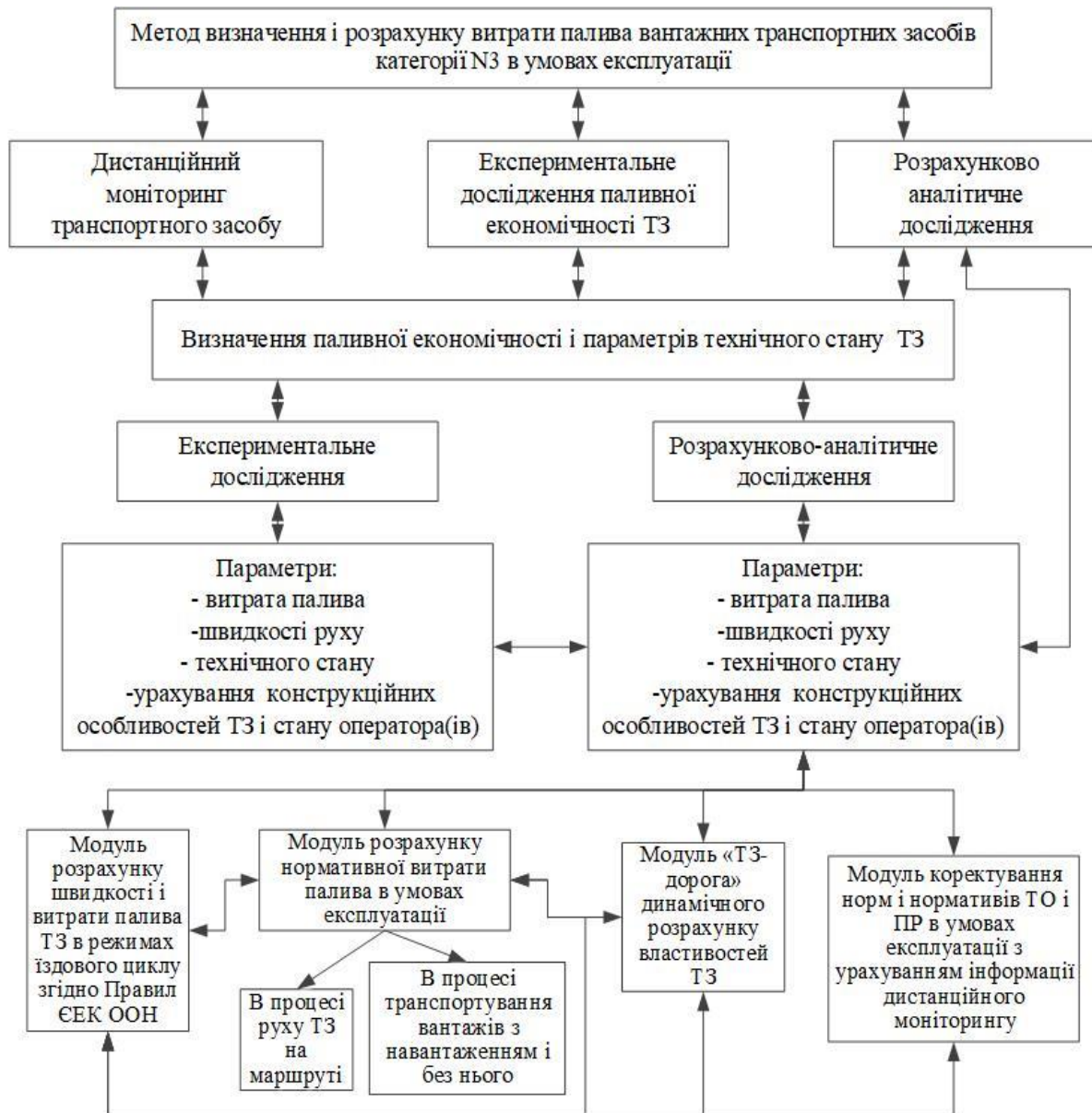


Рисунок 2.4 – Функціональна схема реалізації методу визначення та розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації

Визначення, оцінювання, зіставлення та аналіз параметрів витрати палива, швидкості руху, технічного стану, урахування конструктивних особливостей ТЗ і стану оператора(ів) у процесах експлуатації вантажного ТЗ категорії N3 здійснюється на подальших етапах запропонованої методики. Особливість цього етапу розробленої методики полягає в наступному. Параметри й показники досліджуваного процесу, що неможливо визначити експериментально або засобами дистанційного моніторингу, можливо визначити засобами програмного

забезпечення розрахунково-експериментального дослідження за адаптованими методиками та моделями до показників і особливостей ТЗ.

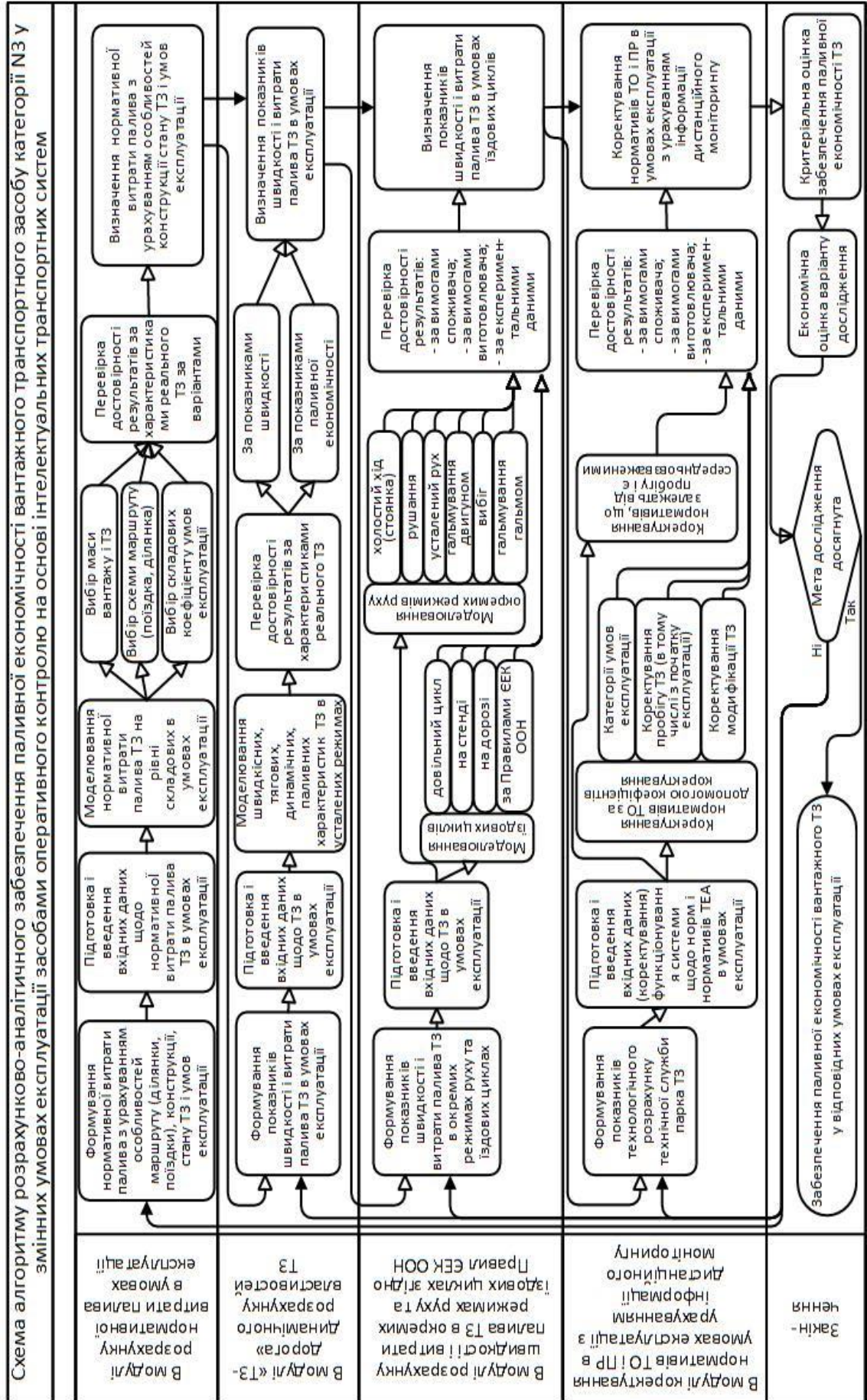
Для реалізації і функціонування методу визначення і розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації виникає необхідність у забезпеченні єдиних підходів для реалізації методу забезпечення паливної економічності транспортного засобу у змінних умовах експлуатації за допомогою оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем (рис. 2.3) різними способами у відповідних модулях розрахунково-аналітичного забезпечення. Для цього в табл. 2.2 показана схема алгоритму розрахунково-аналітичного забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем, яка була розроблена автором на основі положень [20; 73; 78-83]. Вибір і оцінювання можливих схем варіантів (табл. 2.1) забезпечення підвищення паливної економічності транспортних засобів у взаємодії з інфраструктурою здійснюється на основі показників, які виступають окремими критеріями паливовикористання.

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

$$G_{\Pi ij}^{\text{норм}}(t) = \frac{((G_{\text{б.лін}}^{\text{норм}} + G_{\text{пр}j}^{\text{норм}}(t) \cdot m_{\text{пр}j}) \cdot S_{ij} + G_{\text{тр.роб}ij}^{\text{норм}}(t) \cdot m_{\text{вант}j} \cdot S_{\text{вант}ij}) \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{Zij}(t))}{100}, \quad (2.5)$$

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

Таблиця 2.2 – Алгоритм розрахунково-аналітичного забезпечення паливної економічності вантажного модуля розрахункового засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем



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

$$k_{\text{пв.п.}}^{p.p.}(t) = 1 - \frac{G_{\text{п.п.}}^{\text{ф}}(t)}{G_{\text{п.п.}}^{\text{норм}}(t)}; \quad (2.6)$$

$$k_{\text{ек.пал. j}}^{\text{ст.}}(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{-\frac{\delta G_{\text{п.п.}}(t)}{G_{\text{п.п.}}^{\text{норм}}(t)} \cdot 10}, \quad (2.7)$$

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

Застосування запропонованого методу при використанні розрахунково-аналітичного забезпечення системи з удосконаленими математичними моделями потрібно для дослідження паливної економічності транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації (табл. 2.2). Для визначення паливної економічності ТЗ в умовах експлуатації при відтворенні процесів в розрахунково-аналітичному забезпеченні були обрані математичні моделі на основі диференціальних і алгебраїчних рівнянь, розроблених в НТУ, ХНАДУ і особисто автором (табл. 2.3), які були адаптовані з відповідними змінами в частині вихідних даних і алгебраїчних рівнянь автором для спільного їх використання в дослідженні (рис. 2.3).

Таблиця 2.3 – Джерела інформації для розрахунково-аналітичного забезпечення (табл. 2.2) у складі математичних моделей, що були адаптовані з відповідними змінами для спільного їх використання в матеріалах дослідження

№	Параметр / Математичні моделі, що були адаптовані з відповідними змінами для спільного їх використання в матеріалах дослідження	Джерела інформації, які були адаптовані (з відповідними змінами) для спільного їх використання в матеріалах дослідження / Організація
1	Розрахунок нормативної витрати палива ТЗ в умовах експлуатації	Розроблено самостійно за (2.5) / ПДТУ-ХДМА
2	Розрахунок і аналіз властивостей ТЗ в модулі «ТЗ-дорога» на основі динамічного розрахунку	Розрахунковий модуль динамічної системи «ТЗ-дорога» в ПК «IdenMonDiaOperCon “HNADU-16”» і «MonDiaFor “HADI-15”» [40, 84, 85] / ХНАДУ
3	Розрахунку швидкості й витрати палива ТЗ в окремих режимах руху та їздових циклах згідно з правилами ЄЕК ООН	Розрахунковий модуль на основі математичної моделі моніторингу і контролю показників транспортних двигунів (розрахунок робочого процесу двигуна, дослідження індикаторних та ефективних показників ДВЗ) [39; 86; 87; 88] / НТУ
4	Імовірнісна модель системи ТЕА-АСУ технологічного розрахунку підприємства автомобільного транспорту / модуль коректування нормативів ТО і ПР в умовах експлуатації з урахуванням інформації дистанційного моніторингу	Розрахунковий модуль у складі: технічного регламенту віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту «ХНАДУ ТЕСА», результатів визначення показників технологічного розрахунку комерційної експлуатації інженерно-технічної служби під час ТО і Р з використанням програмного продукту «Віртуальний механік «HADI-12»» і технологічного розрахунку комерційної експлуатації інженерно-технічної служби під час ТО і Р та екологічних показників роботи ТЗ «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»» [40; 89; 90; 91] / ХНАДУ
5	Аналіз забезпечення паливної економічності ТЗ категорії N3 в умовах відповідної експлуатації	Розроблено самостійно / ПДТУ-ХДМА

На першому етапі алгоритму (табл. 2.2) проводимо в модулі розрахунку нормативної витрати палива в умовах експлуатації визначення нормативної витрати палива з урахуванням особливостей конструкції стану ТЗ і умов експлуатації (2.5). Для цього на основі отриманих даних (підготовки і введення вхідних даних) проводимо формування нормативної витрати палива, з урахуванням особливостей маршруту (для ділянки, поїздки), конструкції ТЗ, технічного стану ТЗ і умов експлуатації, і моделювання нормативної витрати палива ТЗ на рівні

складових в умовах експлуатації. Змінними даними для програми розрахунку є: вибір маси вантажу і ТЗ, вибір схеми маршруту (поїздка, ділянка) і вибір складових коефіцієнта умов експлуатації. Вказані параметри і характеристики вводяться на основі дистанційного моніторингу засобами ITS.

Після цього здійснюється перевірка достовірності результатів нормативної витрати палива за характеристиками реального ТЗ за варіантами перевезення вантажів.

При цьому в процесі розрахунків (табл. 2.2), засобами ITS отримується поточна інформація для дистанційного моніторингу (у вигляді загального інформаційного забезпечення системи інформації) вантажного ТЗ.

Формування процесів забезпечення потрібною інформацією дослідження $S_{GП}$ базується на базі (2.4) рішень зовнішніх серверів $S_{ТЗS}$, відповідно до положень проф. М.Я. Говорущенко [72; 75; 84-91]. Також потрібні локальні джерела інформації ТЗ $S_{ТЗL}$ і мережеві бази даних ТЗ $S_{ТЗM}$. Така сукупність забезпечує можливість створення сховища накопиченої інформації, підтримки середовища користувачів для отримання і редагування отриманої інформації, систематизації отриманої інформації та її відображення у суцільному комплексі.

У процесах формування інформаційного поля процесів спостереження параметрів витрати палива і технічного стану вантажного ТЗ в умовах експлуатації були отримані основні джерела інформації і їх результати. Це координати вантажного ТЗ на мапі в реальному часі експлуатації, експлуатаційні моделі доріг, отримані результати трекінгу вантажного ТЗ категорії N3. У табл. 2.4 зібрані основні джерела інформації про умови експлуатації для формування системи дистанційного оперативного контролю витрати палива і технічного стану ТЗ з урахуванням особливостей інфраструктури.

Для вирішення основних завдань технічної експлуатації ТЗ необхідна інформація про закономірності зміни витрати палива ТЗ і їхнього технічного стану під впливом експлуатаційних факторів. Відомості про вказані закономірності необхідні для ефективного застосування науково обґрунтованих нормативів підтримання ТЗ у роботоздатному стані, тобто для управління саме нею [94; 95].

Таблиця 2.4 – Деякі інформаційні джерела для функціонування системи дистанційного оперативного забезпечення паливної економічності й параметрів технічного стану ТЗ у реальних умовах його експлуатації [75]

№	Характеристика (складова) умов експлуатації, процедура моніторингу	Основні джерела інформації для функціонування системи дистанційного оперативного забезпечення паливної економічності й параметрів технічного стану ТЗ в реальних умовах його експлуатації
1	Положення реального ТЗ на мапі (трек)	спеціальні програми трекерів ТЗ; http://view.torque-bhp.com/ ; http://ian-hawkins.com:8080/ тощо
2	Транспортні умови експлуатації вантажного ТЗ	http:// yandex.ua/maps.ru/
3	Атмосферно-кліматичні умови	http://ready.arl.noaa.gov/READYcmet.php ; http://meteoco.ru/ https://meteopost.com/
4	Дорожні умови експлуатації вантажного ТЗ	https://yandex.ua/maps/ http://view.torque-bhp.com/
5	Ідентифікація ТЗ і його складових / процеси визначення витрати палива і технічного стану в умовах ITS	http://view.torque-bhp.com/ http://carlife.in.ua/vin-kod програми трекерів ТЗ

Умови експлуатації ТЗ впливають на основні режими роботи їхніх складових, тобто прискорюючи або сповільнюючи зміну параметрів витрати палива і технічного стану. В експлуатаційних умовах саме і реалізуються показники ефективності технічної експлуатації.

Урахування визначених умов експлуатації необхідно при визначенні потреби в основних матеріальних ресурсах процесів експлуатації. До них належать запасні частини й матеріали, виробничо-технічну базу, працюючий персонал тощо. У процесах експлуатації ТЗ заведено розрізняти такі: дорожні умови; умови руху; природно-кліматичні й сезонні умови; транспортні умови (або умови перевезення), культуру праці тощо [94; 95; 96].

До найбільш важливих факторів умов експлуатації, що змінюються в широких межах, належать кліматичні, дорожні і транспортні умови.

Для того щоб встановити, наскільки різними можуть бути значення дорожніх факторів, достатньо звернутися до технічної класифікації автодоріг, відповідно до якої кожна з п'яти категорій доріг характеризується типом покриття, шириною

проїзної частини, величиною поздовжніх і поперечних ухилів і багатьма іншими елементами. У найзагальнішому випадку ТЗ може використовуватись на дорогах будь-якої технічної категорії при досить широкому діапазоні значень дорожніх факторів [96; 97]. Найбільш проста класифікація дорожніх умов застосовується при коригуванні норм амортизаційних відрахувань, які встановлені для ТЗ, що працюють на основних дорогах [95; 96].

Кліматичні умови експлуатації ТЗ характеризуються температурним режимом навколишнього повітря, атмосферним тиском, швидкістю вітру, кількістю атмосферних опадів, тривалістю зимового періоду і деякими іншими факторами. Для оцінки змінних кліматичних факторів застосовуються відповідні параметри. Так, для опису температурного режиму повітря застосовуються статистичні характеристики: закон розподілу температур, середня річна температура, її стандартне відхилення, коефіцієнти асиметрії та ексцесу, абсолютний мінімум і максимум температур, середня температура найбільш жаркого й найбільш холодного місяців, середня тривалість періоду з певними температурами (наприклад, нижче $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, нижче $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ тощо) [95; 96].

Транспортні умови експлуатації відповідно до положень [92-94] у роботі досліджувались засобами, описаними в розділі 3 (Додаток В).

Складові коефіцієнта умов експлуатації за допомогою системи моніторингу визначались наступним чином [75; 92-94; 98]:

- Для реалізації процесів дослідження паливної економічності, технічного стану й оцінки умов експлуатації ТЗ розроблена *експлуатаційна модель автомобільної дороги*, яка покладена в основу інформаційної взаємодії системи:

$$F_{ets}(R_i V_R)_i = \left(Idt_{RV_i}, Categ_{RV_i}, Cod_{Dil_i}, Dt_{Descr_i}, Tp_{RV_{n_i}}, Tp_{Rn_i}, Tr_{V_i} \right), \quad (2.8)$$

де $F_{ets}(R_i V_R)_i$ – функціонал інформаційної підтримки, який аналогічний відповідним параметрам паливної економічності і технічного стану вантажного ТЗ у встановлений час експлуатації ТЗ на дорозі; Idt_{RV_i} – позначення i ділянки маршруту руху вантажного ТЗ (місто, за містом); $Categ_{RV_i}$ – категорія i ділянки маршруту

автомобільної дороги в умовах експлуатації; Cod_{Dil_i} - код ділянки маршруту автомобільної дороги, Dt_{Descr_i} – реєстраційний опис ділянки маршруту автомобільної дороги, Tr_{RVn_i} – особливість дороги, наприклад, кількість смуг руху ТЗ, Tr_{Rn_i} – тип (особливість) складу і технології дорожнього покриття ділянки, Tr_{V_i} – геометричні параметри шляху руху на ділянці маршруту в межах дороги [75; 92-94; 98].

- На основі експлуатаційної моделі автомобільної дороги була розроблена інформаційна модель в частині положення, ділянки й маршруту вантажного ТЗ на автомобільній дорозі руху в умовах експлуатації. Кожна ділянка моделі дороги у вигляді вектора визначених інформаційних параметрів [75; 92-94; 98]:

$$F_{ets}(RV_{Trc})_i = (Idt_{RV_i}, Idt_{PRt_i}), \quad (2.9)$$

де Idt_{RV_i} – позначення i фрагмента ділянки відстані руху вантажного ТЗ; Idt_{PRt_i} – позначення фрагмента ділянок маршруту руху вантажного ТЗ категорії N3 [75; 92-94; 98].

Із визначених складових ділянок маршруту інформаційної моделі в частині положення ТЗ на автомобільній дорозі формується маршрут руху у вигляді об'єкта, який супроводжується вектором параметрів [75; 92-94; 98]:

$$F_{ts}(RV_{Mart})_i = (Idt_{RV_i}, Idt_{Rt_i}), \quad (2.10)$$

де Idt_{RV_i} – позначення i ділянки відстані руху вантажного ТЗ; Idt_{Rt_i} – позначення маршруту руху вантажного ТЗ категорії N3 [75; 92-94; 98].

- Швидкісна експлуатаційна модель режимів руху ТЗ у відповідних умовах експлуатації є функціоналом лінійних подій, які корелюються з маршрутом руху:

$$F_{ets}(RV_{RtProp})_i = (Idt_{RV_i}, Idt_{Rt_i}, Rt_{Prop_i}, Idt_{SR_i}, Codt_{Fst_i}, Codt_{End_i}, Val_{V_i}, Dt_i, Base_{Spd_i}), \quad (2.11)$$

де Idt_{RV_i} – позначення i фрагмента ділянки руху вантажного ТЗ; Idt_{Rt_i} – позначення відстані маршруту руху вантажного ТЗ; Rt_{Prop_i} – тип відстані маршруту руху вантажного ТЗ; Idt_{SR_i} – позначення фрагмента ділянки швидкісного руху ТЗ

категорії N3; $Codt_{Fst_i}$ і $Codt_{End_i}$ – відповідно початок і кінець ділянки (фрагмента) швидкісного режиму руху вантажного ТЗ; Val_v – встановлена спостереженням критична швидкість руху вантажного ТЗ (швидкісна геозона); Dt_i – дата (час) встановлення швидкості руху вантажного ТЗ; $Base_{Spd_i}$ – позначення встановленої (базової) швидкості на ділянці руху вантажного ТЗ [75; 92-94; 98].

При цьому вирішуються задачі визначення і взаємодії дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов та відбувається оцінювання стану експлуатаційної характеристики автомобільної дороги [75; 92-94; 98].

- Оцінка стану й типу покриття дороги в експлуатації [75; 92-94; 98]. За допомогою результатів спостереження системи формується оцінка стану і типу покриття дороги в експлуатації. Параметри (характерні ознаки), що розпізнають умови дорожні, саме за якими визначаються основні обмеження допустимої швидкості руху ТЗ, є базові характеристики дороги: повздовжній профіль дороги, висота над рівнем моря, ширина проїзної частини і стан покриття, зчеплення коліс з дорогою тощо [75; 92-94; 98].

Інформація про типи, особливості й величини дорожніх дефектів (пошкоджень) порівнюються з нормативним показниками за швидкістю руху вантажного ТЗ [75; 92-94; 98], визначається ступінь їх відхилення та формується дольова оцінка стану дорожніх умов (за станом покриття дороги) [75; 92-94; 98]:

$$O_{Dp}(t)_i = (O_{Dp_1}, O_{Dp_2}, O_{Dp_3}), \quad (2.12)$$

де O_{Dp_1} – дуже добрий і добрий стан, O_{Dp_2} – задовільний стан дороги, O_{Dp_3} – незадовільний стан покриття [75; 92-94; 98].

Після визначення оцінки фрагментів ділянок відбувається об'єднання оцінок стану покриття дороги за виявленими фрагментами, дефектами й формується для фрагментів і спільних ділянок моделі руху ТЗ [75; 92-94; 98]:

$$O_{Dp_i}(t)_i = \max_{j=1..N} O_{Dp_{ij}}(t_j)_i, \quad (2.13)$$

де $O_{DP_j}(t_j)_i$ – фіксована оцінка j -х дефектів на i -й ділянці фрагмента моделі режимів руху вантажного ТЗ; N – виявлені на фрагменті ділянки дефекти (пошкодження); t – час [75; 92-94; 98].

Функціонал розглянутого фрагмента ділянки дороги покриття формується на основі окремих подій, які створюють визначення стану дороги й умов експлуатації для виявлених дефектів (пошкоджень і елементів) [75; 92-94; 98]:

$$F_{ets}(Evt_{Pot})_i = (Idt_{RV_i}, Dt_i, Dist_i, Dft_i, Discr_i), \quad (2.14)$$

де Idt_{RV_i} – позначення i -ї ділянки руху ТЗ; Dt_i – дата (час) встановлення швидкості ТЗ; $Dist_i$ – відстань від початку маршруту (координата); Dft_i – оцінка дефекту в балах; $Discr$ – дефект.

- Оцінка транспортних умов експлуатації [75; 92-94; 98]. Оцінка транспортних умов експлуатації визначається як результат неперервних (періодичних) перевірок. Тоді встановлюється подія, яка впливає на встановлені фактори безпеки руху ТЗ та особливість уваги саме на їхні особливості. Переважно оцінку виконують оператори в процесах руху ТЗ, транспортні детектори, інші учасники спостереження руху вантажних ТЗ і самі учасники руху. Результати проведених неперервних (періодичних) перевірок заносяться у бази даних вимірних параметрів та об'єктів системи спостереження. Кожна подія (зміна) транспортних умов експлуатації характеризується векторно, а саме:

$$F_{ets}(RV_{TrnInf})_i = (Idt_{RV_i}, Tp_i, Disc_i, Obj_i, ObjId_i, DtUpd_i), \quad (2.15)$$

де Idt_{RV_i} – позначення i -ї ділянки руху ТЗ; Tp_i – зміна (обмеження) транспортних умов експлуатації (насиченість транспорту, аварія тощо); $Disc_i$ – опис події зміни (обмеження) транспортних умов експлуатації; Obj_i – позначення зміни (обмеження) транспортних умов експлуатації; $ObjId_i$ – оцінка стану (показника впливу) зміни (обмеження) транспортних умов експлуатації; $DtUpd_i$ – дата (час) проведення оцінки [75; 92-94; 98].

Оцінка стану відповідно до зміни (обмеження) транспортних умов експлуатації з погляду на нормативні документи й маршрутну документацію (згідно з планом перевезень) здійснюється за бальною системою [75; 98]:

$$O_{etc}(t)_i = (O_{etc_1}, O_{etc_2}, O_{etc_3}), \quad (2.16)$$

де O_{etc_1} – оптимальний стан, O_{etc_2} – такий, що вимагає уваги, O_{etc_3} – терміново потребує втручання [75; 92-94; 98].

Об'єднання оцінок зміни (обмеження) транспортних умов експлуатації за результатами впливу здійснюється на ділянках швидкісної моделі режимів руху вантажного ТЗ [75; 92-94; 98]:

$$O_{etc_i}(t)_i = \max_{j=1..N} O_{etc_{ij}}(t_{etj})_i, \quad (2.17)$$

де $O_{etc_{ij}}(t_{etj})_i$ – фіксована оцінка j -ї події на i -му фрагменті ділянки моделі режимів руху ТЗ; N – кількість встановлених на фрагменті ділянки подій; t – час.

- Коригування швидкості руху і витрати палива вантажного ТЗ залежно від сформованих (встановлених) умов експлуатації здійснюється за $K_{Zij}(t)$ – сумарний коригуючий коефіцієнт, що враховує умови експлуатації ТЗ для i -ї ділянки j -ї поїздки коефіцієнт вибір (2.5). Зроблено саме для забезпечення безпеки ТЗ у відповідних умовах експлуатації та раціонального його управління. Пропонується коригувати швидкість руху ТЗ відповідно до раціональної витрати палива і сформованих умов експлуатації. Пріоритет тоді віддається безпеці й паливній економічності. Процес коригування швидкості ТЗ здійснюється за фрагментами ділянок експлуатаційної моделі дороги відповідно до переліку подій, що накопичені за результатами попереднього моніторингу й базуються на основі складових коефіцієнта умов експлуатації [75; 92-94; 98]:

$$K_{zij}(t) = (O_{Dp_i}(t)_i, O_{Dc_i}(t)_i, O_{Gt_i}(t)_i), \quad (2.18)$$

де $O_{Dp_i}(t)_i$ – оцінка дорожніх умов експлуатації на основі типу і стану дороги і його покриття; $O_{Dc_i}(t)_i$ – оцінка транспортних умов експлуатації; $O_{Gt_i}(t)_i$ – оцінка економії

палива ТЗ у відповідних умовах експлуатації на основі рішень серверів і локальних джерел інформації під час порівняння з базовими лінійними нормами витрати палива ТЗ, які встановлені нормативними показниками за (2.1), (2.4), (2.5) [75; 94; 98].

Для кожної ситуації в межах руху ТЗ $K_{Zij}(t)$ повинен бути визначений і коригування швидкості руху ТЗ повинно проводитись відповідно до встановленого спостереженням на маршруті руху в залежності від умов експлуатації - при мінімальній витраті палива на маршруті руху [75, 92-94, 98].

Швидкість руху ТЗ $V_i(t)_i$ на i -му фрагменті ділянки визначається:

$$V_i(t)_i = F(V_{ib}(t)_i, V_i(t-\tau)_i, K_{zij}(t-\tau)_i), \quad (2.19)$$

де $V_{ib}(t)_i$ – рекомендована (базова) швидкість ТЗ; $V_i(t-\tau)_i$ – встановлена швидкість ТЗ за результатами моніторингу; $K_{zij}(t-\tau)_i$ – встановлений сумарний коригуючий коефіцієнт, що враховує умови експлуатації ТЗ.

Після цього здійснюється коригування режиму руху ТЗ у відповідних умовах його експлуатації.

Основні робочі вікна для дослідження і оцінки витрати палива в умовах експлуатації в процесах спостереження параметрів витрати палива і технічного стану ТЗ визначені в розділі 3.

На другому етапі (табл. 2.2) визначення показників швидкості і витрати палива ТЗ в умовах експлуатації базується на описі їх характеристик [71, 72, 75, 76, 79-83] в модулі «ТЗ-дорога» динамічного розрахунку властивостей ТЗ (табл. 2.3). Формування показників швидкості і витрати палива ТЗ в умовах експлуатації виконується на основі підготовки і введення вхідних даних щодо ТЗ в умовах експлуатації. Після цього здійснюється моделювання швидкісних, тягових, динамічних, паливних характеристик ТЗ в усталених режимах. По завершенню моделювання здійснюється перевірка достовірності результатів за характеристиками реального ТЗ, а саме за показниками швидкості і за показниками паливної економічності.

На основі стандартного методу розрахунку ТЗ [99] було створено розрахунковий модуль на базі Microsoft Excel. Це дало змогу детально розглянути динамічну систему в координатах «ТЗ-дорога» [99; 100]. Розрахунковий модуль (рис. 2.5) складається з окремих восьми блоків [99; 100]: 1. Тягові властивості і швидкість руху вантажного ТЗ. 2. Аналіз сил опору руху ТЗ. 3. Динамічні властивості. 4. Прохідність ТЗ. 5. Гальмування. 6. Стійкість. 7. Продуктивність праці ТЗ. 8. Витрата палива ТЗ. Також можливо виконувати аналіз динаміки розгону вантажного ТЗ. Це виконується методом аналітичного визначення часу й інтервалу розгону в заданих межах швидкості [101] за методиками [99; 100]. На основі моделі «ТЗ-дорога» визначається залежність раціонального режиму роботи двигуна від умов експлуатації. Тоді забезпечується раціональне поєднання характеристик ТЗ і його витрати палива [99-104].

Описаний модуль – універсальний та може бути повною мірою орієнтований на розрахунок характеристик ТЗ у русі. Для проведення аналізу й управління процесом дослідження паливної економічності ТЗ необхідно мати достатню кількість визначених даних щодо виду ТЗ у процесі розрахунку. Серед них – відомості про геометрію ТЗ, двигун, паливо, потужність, моменти на валу двигуна, тип прохідності, геометрія і тип гальмівної системи, розподіл маси ТЗ, геометрія кузова, дорожні умови тощо [102].

Тобто, змінивши необхідні окремі ТЗ в його математичному описі, є можливість отримати відомості про наслідки застосування модифікації. Також можливе і вирішення зворотного завдання – вибір обраних характеристик ТЗ у заданих попередньо умовах експлуатації. Особливістю розрахункового модуля є можливість у ньому використовуватися аналітичний метод визначення часу розгону ТЗ в умовах експлуатації [99; 100]. Важливим доповненням представленого модуля є наявність циклограми витрати палива [82; 105], яка служить для оперативного планування, контролю та обліку витрати палива конкретного автомобіля в усьому можливому діапазоні умов експлуатації.

1.2. Сопровление беженню автомобиля

Сопровление кичення ДИП
Возникт вкладив деформации шин, дороги и сопровление эти деформации латвий
На горизонтальной дороге сопровление киченно определяется по формуле: $N = W \cdot G \cdot F$
Ga - Вес автомобиля, Gao - вес грузового прицепа, а - количество прицепов.
F - коэффициент сопровления киченно.
Ввод данных
Ga [кг] 1000 32000
Gao [кг] 3542 10200
F 0.015

Сопровление ДВС двигателя на поворотах (ИП)
При движении автомобиля на поворотах под углом (a), кроме сопровления киченно колес, появляется дополнительное сопровление, N
В случае движения на повороте: $N = G \cdot \sin(a)$ $W = W_a \cdot \sin(a) + W_{a2} \cdot \sin(a)$
Вход данных
Вводите угол движения на повороте, a°, если под углом, 1
Угол поворота (a) 3

Сопровление воздуха движению ИВ
Обусловлено в основном трением в пограничном слое и вихреобразованием в воздухе. Вследствие вихреобразования появляется дополнительное давление на поверхность и заднюю часть автомобиля.
Ga (с) - коэффициент пропорциональности, зависящий от формы машины и состояния ее поверхности, (F) - площадь лобовой сопровления автомобиля, (V) - плотность воздуха, (V) - скорость движения автомобиля
Wa = c * V * S * rho
Ga (k) - коэффициент сопровления воздуха, (V) - скорость в м/с.
Вход данных
F 0.005
S 5.92 Wwa 118.310

а

1.1. Тяговый баланс и скорость беження автомобиля

Эмпирическая зависимость эффективной мощности двигателя от частоты вращения коленчатого вала.
Эффективную мощность двигателя определяет ряд параметров:
1. максимальная эффективная мощность двигателя (N_{max})
2. Частота вращения коленчатого вала при максимальной эффективной мощности (N_{max})
3. Частота вращения коленчатого вала в данный момент времени (N)
4. Специальные коэффициенты внешней характеристики двигателя. Определяются под конкретный вид двигателя на специальных стендах (а, б, в, г).
5. Минимальная частота вращения коленчатого вала (N_{min})
6. Максимальная частота вращения коленчатого вала (N_{max})

Такие параметры, как N_{max}, N₀, а, б, в, г, N_{min}, N_{max} определяются экспериментально и поэтому при решении поставленной задачи они берутся постоянными.

Таим образом, единственной переменной при определении эмпирической зависимости эффективной мощности двигателя от частоты вращения коленчатого вала является частота вращения коленчатого вала в данный момент времени (N).

А. Ввод данных. Ввод данных во всей книге осуществляется в ячейки, имеющие желтую заливку.
Первыми вводятся данные, определяющие график эмпирической зависимости мощности двигателя от частоты вращения коленчатого вала.
Для того, чтобы построить график эмпирической зависимости эффективной мощности двигателя от частоты вращения коленчатого вала, необходимо задать начальное значение параметра N, которому будет присвоено значение N_{min}.
Необходимые условия для построения графика также является выбор шага, на который будет изменяться N.
При этом: (N_{max}) - (N_{min}) = (N_{max}) - (N_{min})
Для каждого N вычислим значение N₀ (эффективной мощности двигателя в данный момент времени).
Значение N₀ определяем по формуле эмпирической зависимости:
 $N_0 = N_{max} * (a * (N/N_{max})^b + b * (N/N_{max})^c + c * (N/N_{max})^d)$

Параметры	значение	Ед. измер.
N _{max}	151	кВт
N _{min}	1500	1/мин
a	0.5	
b	1.5	
c	1.5	
d	1.5	
N _{max}	600	1/мин
N _{min}	2100	1/мин

В. Расчет зависимости эффективной мощности двигателя от частоты вращения коленчатого вала

N	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1950	2100
N ₀	56.776	75.4	94.204	112.862	129.048	143.336	151	156.334	155.820	143.188	135.295

В. Расчет зависимости крутящего момента от эффективной мощности и частоты вращения коленчатого вала двигателя

б

1.6. Устойчивость автомобиля

Под устойчивостью автомобиля понимается способность сохранения им заданного движения без опрокидывания, сползания и заноса. Устойчивость теряется при продольном и поперечном опрокидывании, а также при боковом перемещении и сползании на подъеме.

Долговечная устойчивость на дороге с поперечным уклоном.
При прямолинейном движении автомобиля по дороге с поперечным уклоном опрокидывающей является сила (Ga * sin(a)).
Условие равновесия автомобиля относительно оси, проходящей через точку опоры внутренних колес:
 $R_1 \cdot W = G_a \cdot \sin(a) + G_a \cdot \cos(a) \cdot W_2 \cdot \sin(\alpha)$
R1 - сумма реакций на внешние колеса;
h - высота центра масс автомобиля;
W - колесная база;
a - момент начала опрокидывания R1 = 0;
TAN(a) = (sin(a) + W_2 * sin(alpha)) / (cos(a) - W_2 * cos(alpha))
Сдвиг до опрокидывания может начаться скольжение автомобиля.
 $u = \mu \cdot G_a \cdot \cos(a)$
 $\mu = G_a \cdot \cos(a) / G_a \cdot \sin(a)$
TAN(a) <= mu
Скольжение колес начнется раньше его опрокидывания, если
 $\mu < W_2 \cdot \sin(\alpha)$

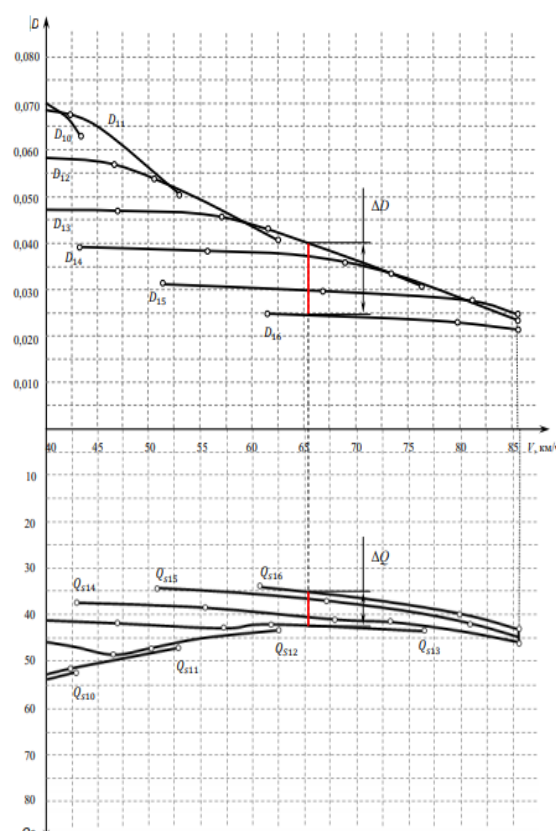
Вход данных
W 2.5 м
h 1.5 м
mu 0.75

Угол опрокидывания 39.82574 градуса
Угол скольжения 36.8806 градуса

Долговечная устойчивость на поворотах.
При повороте автомобиль опрокидываться является центробежная сила: $R_{cb} = (G_a \cdot V^2) / (R \cdot g)$
R - радиус поворота
Условие опрокидывания автомобиля: $T_2 < R_{cb} + R_1 \cdot G_a \cdot W_2 \cdot \sin(\alpha)$
Условие бокового скольжения: $V^2 < R \cdot g \cdot \mu$

Вход данных
W 2.5 м
h 1.5 м
mu 0.75
R 41.41137 м
V 53.25227 м/с

в



д

1.4. Проходимость автомобиля

Проходимость (вездeходность) автомобиля характеризует возможность его надежного движения по неровным и скользким дорогам, снежной целине, лесу, ледяным горадам. Движение осуществляется двумя достаточными условиями: достаточной внешней силой и достаточными коэффициентами сцепления шин с дорогой.

$R_{cb} = G_a \cdot W_2 \cdot \sin(\alpha)$
 $R_{cb} = G_a \cdot W_2 \cdot \sin(\alpha)$
 $G_a = G_a \cdot \cos(\alpha)$
 $G_a = G_a \cdot \cos(\alpha)$
Сцепление шин с дорогой
 $R_{cb} = G_a \cdot \mu$
G_а - движущая сила колес на дороге;
mu - коэффициент сцепления.
Движение вперед или назад
Сила и расчету движущей силы автомобиля на дороге.
Задание типа движения:
А - передвижение;
Б - передвижение;
А - движение;
Б - движение.
Вход данных
W 2.5 м
h 1.5 м
mu 0.75
R 41.41137 м
V 53.25227 м/с

г

Рисунок 2.5 – Фрагменты розрахункового модуля:

- а – блок «Опір руху автомобіля»;
- б – блок «Тяговий баланс та швидкість руху»;
- в – блок «Стійкість автомобіля»;
- г – блок «Прохідність автомобіля»
- д – блок «Циклограма витрати палива автомобілем»

На третьому етапі (табл. 2.2) в модулі розрахунку швидкості і витрати палива ТЗ в окремих режимах руху та їздових циклах згідно з правилами ЄЕК ООН здійснюється визначення показників швидкості і витрати палива ТЗ в умовах їздових циклів [71; 72; 75; 76; 79-83]. Після перевірки достовірності результатів за експериментальними даними можна проводити визначення показників паливної економічності ТЗ в умовах їздових циклів. Після формування показників швидкості і витрати палива ТЗ в окремих режимах руху та їздових циклах здійснюється підготовка і введення вхідних даних щодо ТЗ в умовах експлуатації, а саме моделювання їздових циклів, у частині довільних циклів, на стенді, на дорозі, за Правилами ЄЕК ООН і моделювання окремих режимів руху, у частині холостого ходу (стоянка), рушання, усталеного руху, гальмування двигуном, вибігу, гальмування гальмом. Після завершення моделювання здійснюється перевірка достовірності результатів: за вимогами споживача; за вимогами виготовлювача; за експериментальними даними.

На четвертому етапі (табл. 2.2) в модулі коректування нормативів ТО і ПР в умовах експлуатації з урахуванням інформації дистанційного моніторингу здійснюється коректування нормативів ТО і ПР в умовах експлуатації з урахуванням інформації дистанційного моніторингу. Цей етап призначений для формування показників технологічного розрахунку технічної служби парку ТЗ на основі підготовки і введення вхідних даних (коректування) функціонування системи щодо норм і нормативів ТЕА в умовах експлуатації. Коректування нормативів технічного обслуговування та ремонту парку автомобілів здійснюється на основі нормативів ТО за допомогою відповідних коефіцієнтів коректування за рахунок: категорії умов експлуатації; коректування пробігу ТЗ (в тому числі з початку експлуатації) і коректування модифікації ТЗ, а також нормативів, що залежать від пробігу і є середньозваженими.

При організації системи ТЕА-АСУ [54] на основі інформації про експлуатацію ТЗ в розділі «Коригування вихідної інформації» здійснюється коригування норм і нормативів робіт ТО, ПР, але з урахуванням інформації засобів

супутникового моніторингу параметрів категорії умов експлуатації згідно з Положеннями [106; 107]. Коригуванню підлягають наступні параметри: пробіги до технічних впливів ТО-1 і ТО-2 і пробіг ТЗ до КР з урахуванням коефіцієнтів Положення [107] і кратності середньодобового пробігу ТЗ, що враховуються з урахуванням категорій умов експлуатації ТЗ (враховуються дані супутникового моніторингу параметрів комерційної і технічної експлуатації); також враховуються коефіцієнт коригування пробігу ТЗ до ТО з урахуванням умов експлуатації тощо.

Якщо реальні умови експлуатації АТЗ відрізняються від еталонних, то проводиться коригування нормативів за допомогою коефіцієнтів коригування: для категорії експлуатації; для модифікації автомобілів, що відрізняються від базових; для кліматичних районів; для пробігів автомобілів з початку експлуатації тощо. Відповідно, за допомогою цих коефіцієнтів коригуються еталонні (основні) нормативи: для періодичності ТО; для трудомісткості ТО; для пробігу до капітального ремонту; для трудомісткості поточного ремонту; для простоїв у ТО і ПР тощо. Результируючі коефіцієнти визначаються шляхом перемноження часткових коефіцієнтів, наведених для кожного виду впливу. У зв'язку з тим, що коефіцієнти коригування нормативів, що залежать від величини пробігу, визначаються для всієї сукупності автомобілів однієї марки, їхні значення розраховуються як середньозважені (середньооцінені) величини [106], наприклад:

$$\begin{aligned} K_{4cp} &= \sum_{i=1}^m K_{4i} A_{zpi} / A_{zpr}; \\ K'_{4cp} &= \sum_{i=1}^m K'_{4i} A_{zpi} / A_{zpr}, \end{aligned} \quad (2.20)$$

де m – кількість інтервалів пробігу ТЗ до капітального ремонту; K_{4i} – коефіцієнт коригування для A_{zpi} для кількості автомобілів, що знаходяться в i -му інтервалі [106]; A_{zpr} – облікова кількість автомобілів в одній групі; A_{zpi} – кількість автомобілів в i -му інтервалі. Наприкінці етапу проводиться перевірка достовірності результатів: за вимогами споживача; за вимогами виготовлювача; за експериментальними даними.

На кожному етапі схеми алгоритму розрахунково-аналітичного забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних

транспортних систем визначаються та оцінюються показники і здійснюється перевірка достовірності результатів шляхом порівняння з експериментальними та статистичними даними. Наприкінці алгоритму виконується критеріальне оцінювання забезпечення паливної економічності ТЗ і загальне економічне оцінювання варіанта дослідження та формується висновок щодо забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ у відповідних умовах експлуатації [71; 72; 75; 76; 79-83]. Сформований підхід дозволяє системно проводити організацію дослідження для вирішення завдань забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 в умовах експлуатації. Для цього й були визначені та обґрунтовані методи визначення й оцінювання показників забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 в умовах експлуатації.

Отримані методи є ефективною основою для проектування системи забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем, а також для коригування їхніх параметрів у процесі проведення досліджень та оптимізації елементів конструкції. Завдяки розробленим алгоритмам досягається системність у підході до дослідження процесів забезпечення паливної економічності вантажного транспортного засобу категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем.

2.4. Інформаційна система оперативного контролю витрати палива. Структура моделі та інформаційного забезпечення системи оперативного контролю витрати палива

В основу системи збирання інформації про об'єкт дослідження покладені основні методи оцінки кількості інформації [109]: статистичний, семантичний [110], прагматичний і структурний підходи. Органічне поєднання можливих підходів дає найбільш достовірне представлення інформації про об'єкт, як про складну систему інформаційної технології.

Для визначення предметної області ТЗ, для роботи у складі системи оперативного контролю витрати палива, використовуються загальні і спеціальні принципи, що орієнтовані на конкретні задачі отримання, обробки, аналізу даних з урахуванням завдань їх моніторингу і функціональні потреби, в тому числі і операторів [111]. Початковий аналіз предметної області інформаційного забезпечення системи оперативного контролю витрати палива ТЗ проводили на етапі формування діаграми потоків інформації (DFD – Data Flow Diagramm) [112], що показана на рис. 2.6.

При формуванні на DFD-діаграмі інформаційної системи, джерелами отримання первинної інформації про стан ТЗ є: пристрої збирання і передачі інформації, учасників процесу експлуатації засобів транспорту, умови експлуатації ТЗ, бази даних, що заведено вважати «зовнішніми сутностями» [54; 61]. До функціональних завдань «Інформаційної системи оперативного контролю витрати палива» належить збір даних у системі спостереження, ідентифікація ТЗ і оператора(ів), отримання, аналіз значень і прогнозування даних і параметрів паливної економічності й технічного стану ТЗ, ідентифікацію умов експлуатації, діагностування технічного стану та визначення несправностей, перевірку відповідності витрати палива і технічного стану ТЗ показникам системи й умовам експлуатації.

Для виконання поставлених задач був сформований бортовий комплекс, який може бути адаптований для аналогічних вантажних ТЗ категорії N3 і успішно включений у будь-яку ITS. Таким чином, комплекс здатен вирішувати як спеціальні, так і традиційні завдання. До складу пристроїв збирання і передачі інформації входять: штатні датчики ТЗ (в тому числі і ДВЗ); штатні контролери (блоки керування) ТЗ (що встановлені в CAN-шину ТЗ); додаткові контролери сканери-комунікатори (трекери) як для ТЗ, так для напівпричепа (у складі автопоїзда); реєстратор (тахограф тощо); додаткові датчики ТЗ; бортове обладнання (для виконання функцій інформування водія о процесах моніторингу і забезпечення зв'язку із диспетчером) тощо. Як додаткове обладнання можуть використовуватись планшет (смартфон), що встановлені в кабіні водія, на який попередньо встановлено необхідне програмне забезпечення (рис. 2.6).

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

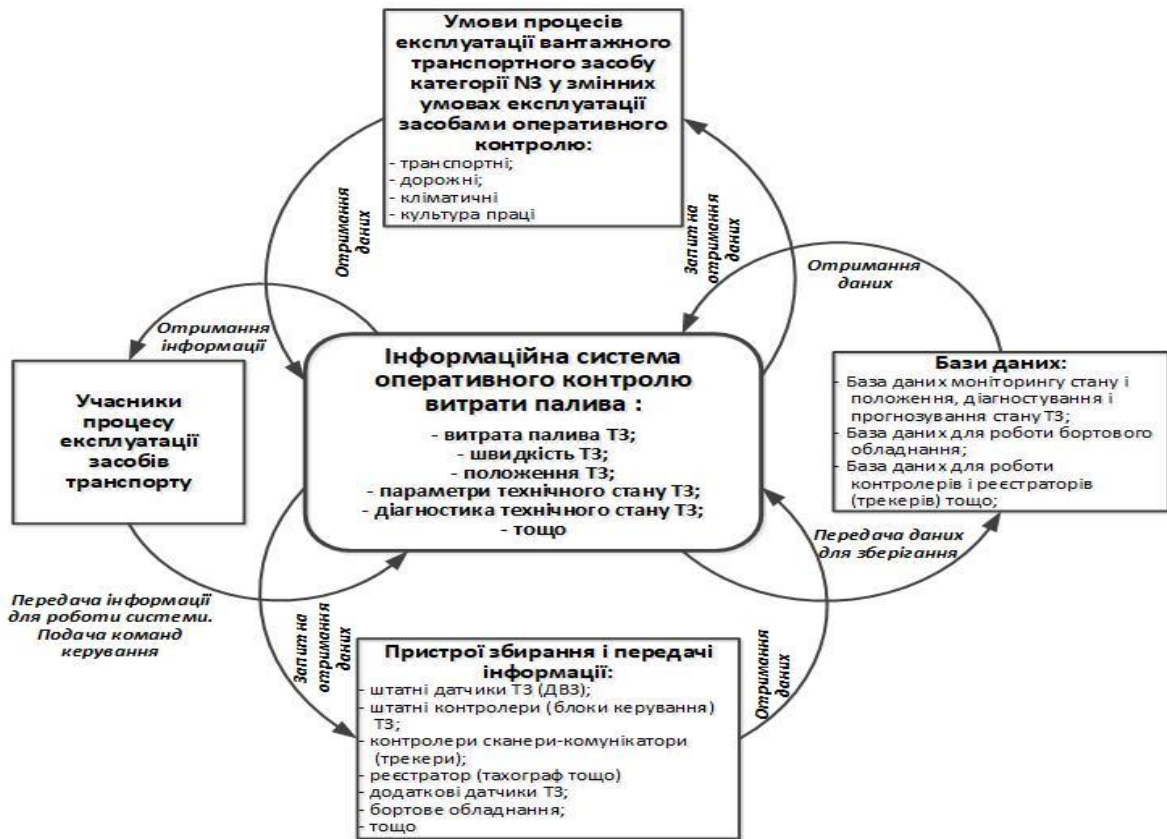


Рисунок 2.6 – DFD-діаграма інформаційної моделі системи оперативного контролю витрати палива

Для забезпечення функціонування системи до неї входять такі інформаційні бази: база даних моніторингу стану й положення, діагностування і прогнозування стану ТЗ; база даних для роботи бортового обладнання; база даних для роботи контролерів і реєстраторів (трекерів) тощо.

З'єднання засобів комунікацій у середині ТЗ відбувається за допомогою *USB* або *Wi-Fi*, або *Bluetooth* або через локальну мережу, а з інфраструктурою - за допомогою *GPS*, *a-GPS*, *ГЛОНАСС*, *Galileo*, *SBAS*, *GPRS*, *Internet* або локальну мережу. При чому всі інфраструктурні поєднання здійснюються через *Web*-сервер, а через нього з базами даних і необхідним ПЗ інформаційної системи оперативного контролю витрати палива для виконання спостереження, діагностування ТЗ, визначення витрати палива і прогнозування характеристик його технічного стану в умовах *ITS* [54; 61]. Тобто оперативна інформація, отримана через лінії зв'язку від ТЗ, поступає на робоче місце оператора внутрішньої мережі. Наявність екрана

взаємодії на планшеті (смартфоні) додаткового бортового обладнання надає водієві ТЗ і оператору системи управління можливість функціонування людино-машинних інтерфейсів, що полегшують і спрощують роботу оператора та скорочують суттєво витрати на професійну його підготовку [61].

В описаній інформаційній моделі системи оперативного контролю витрати палива [39; 40; 53; 54; 75; 84-91] програмне забезпечення системи в умовах ITS може мати структуру [54; 75], що показана на рис. 2.7. Воно складається з таких основних компонентів, має адресну направленість й ділиться на ПЗ загального і спеціального програмного забезпечення. Програмна направленість ПЗ безпосередньо належить до бортового обладнання й до робочого місця оператора або серверної частини.

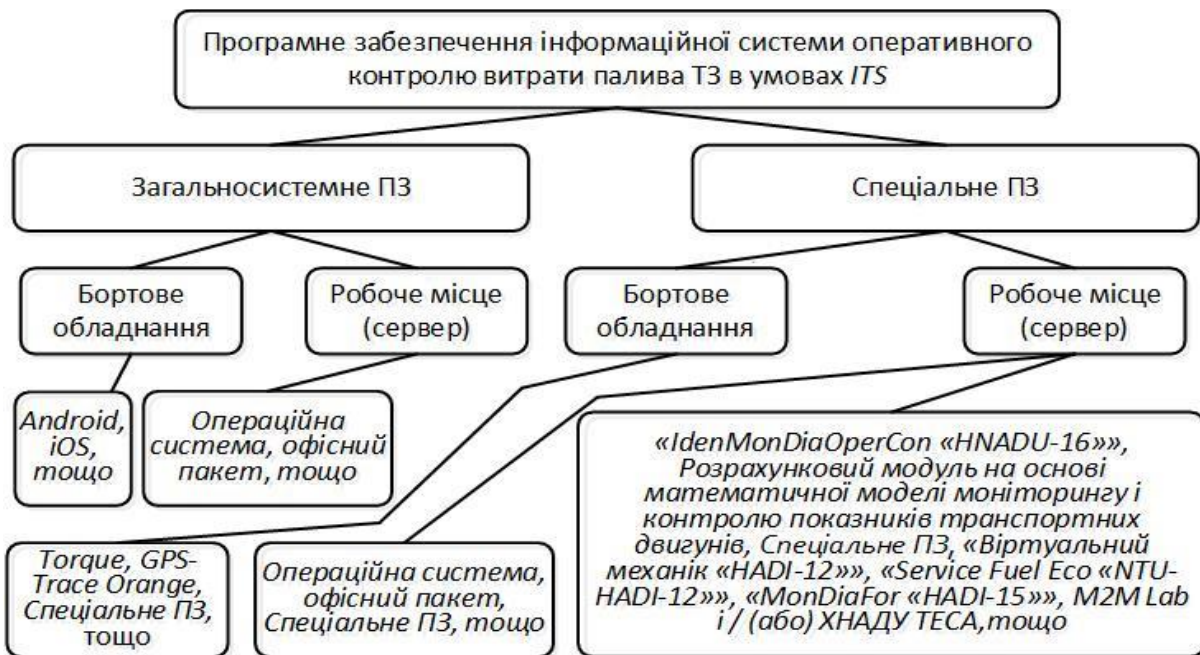


Рисунок 2.7 – Структура програмного забезпечення інформаційної системи оперативного контролю витрати палива ТЗ в умовах ITS

Як спеціальне ПЗ і робоче місце (сервер) може бути: для використання настільних платформ на основі *Windows* можливо використовувати програм діагностування і аналізу несправностей ТЗ, а для використання мобільних платформ: на основі *Android* можливо використовувати *Torque lite* тощо [113]. Обробка результатів отриманих вимірювань параметрів ТЗ і витрати палива

пов'язана безпосередньо з математичним забезпеченням і визначається рівнем математичного апарату, що застосовується. Далі результати випробувань піддаються аналізу, і видається звіт у вигляді відповідного протоколу.

Реалізація ПЗ для забезпечення моніторингу стану досить специфічна і прив'язана до конкретного апаратного забезпечення, тому очевидним є виділення його в окремі модулі. Таких модулів може бути декілька, залежно від призначення, особливостей вирішуваних завдань і вимірювального обладнання [75]. Однак всі модулі відповідного типу повинні підтримувати однаковий інтерфейс взаємодії з іншими модулями. У межах описаного ПЗ, інформаційне забезпечення системи моніторингу технічного стану двигуна і ТЗ в умовах ITS має структуру моделі, яка представлена на рис. 2.8. При формуванні структури інформаційної системи оперативного контролю витрати палива в умовах ITS і для формалізації основних його процесів скористалися методологією проектування SADT (Structured Analysis and Design Technique – методологія структурного аналізу і проектування) [20]. Відповідно до методології IDEF0 (Icam DEFinition) і розробленої моделі для забезпечення оперативного контролю витрати палива й технічного стану ТЗ структурована інформаційна модель показана на рис. 2.8.

Основні етапи обробки інформації в інформаційній системі оперативного контролю витрати палива в умовах ITS, для якої розроблені алгоритми роботи й відповідне ПЗ, є показані на рис. 2.8.

Кожен технічний параметр моніторингу ТЗ – кількісне вираження фізичних процесів, що протікають у його складових і при його взаємодії з навколишнім середовищем. При формуванні системи говоримо, що якщо процеси в часі мають не змінний характер, то на основні закономірності зміни характеристик це позначиться так, тобто будь-яке значення x_i буде змінюватися в часі t і тоді для всіх складових підсистем моніторингу єдиної системи можливо розглядати їх як функціонал [54; 75; 109]:

$$x = f(t) = f_1(t) + f_2(t) + \dots + f_i(t) \quad (2.21)$$

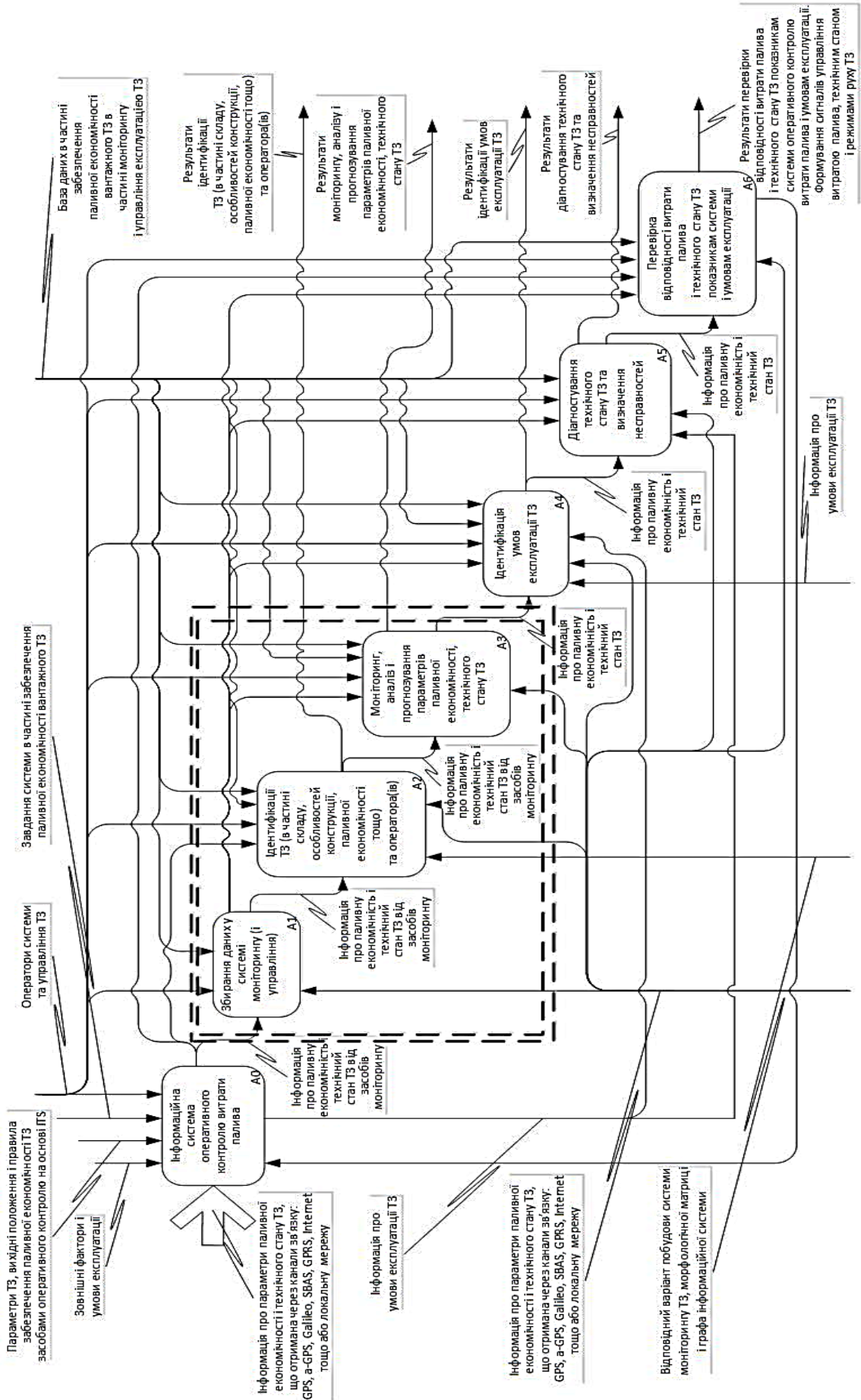


Рисунок 2.8 – Структурована інформаційна модель системи оперативного контролю витрати палива ТЗ в умовах ITS

Процес прогнозування характеристик і параметрів стану ТЗ відповідно до положень наукових робіт [15-17; 20; 24; 27-29; 37; 39; 41; 49; 53-56; 75 тощо] представимо як деяке перетворення оператора Π вхідної інформації про досліджуваний об'єкт у вигляді його відображення на майбутнє, що обмежено глибиною прогнозу [54; 75]:

$$\Pi : \{D_{\Sigma}, T\} \rightarrow I, \quad (2.22)$$

де Π – оператор прогнозування; $D_{\Sigma} = D_1 + \dots + D_i$ – інформація про вихідний стан об'єкта моніторингу (у нашому випадку - часовий ряд інформації про технічні параметри при здійсненні моніторингу ТЗ D_1 і складових D_i); T - горизонт прогнозу для відповідного параметру ТЗ; I - результат прогнозу.

При побудові в умовах *ITS* системи моніторингу виконуються відповідні етапи планової роботи, а саме: визначення мети прогнозування параметрів контролю стану ТЗ і витрати палива; визначення інтервалів прогнозу; вибір раціональної однієї або декількох кривих, форма яких може відповідати характеру зміни ряду значень у часі; оцінка параметрів обраних ліній кривих; перевірка адекватності опису обраних кривих прогнозування і остаточний вибір лінії кривої; розрахунок прогнозу параметра у відповідному інтервалі часу; оцінка точності прогнозування і наявність автокореляції випадкових складових [38; 61; 71; 100; 105].

Вибір режиму проведення описаної взаємодії припускає завдання всіх параметрів і характеристик ТЗ, а також отримання результатів моніторингу одним зі способів: або безпосереднє вимірювання, або імпорт даних уже проведених випробувань, або спільні дії. Використання стандартних форматів зберігання даних при розробці описаного ПЗ дозволяє використовувати його у складі будь-якого ІПК без серйозних структурних змін.

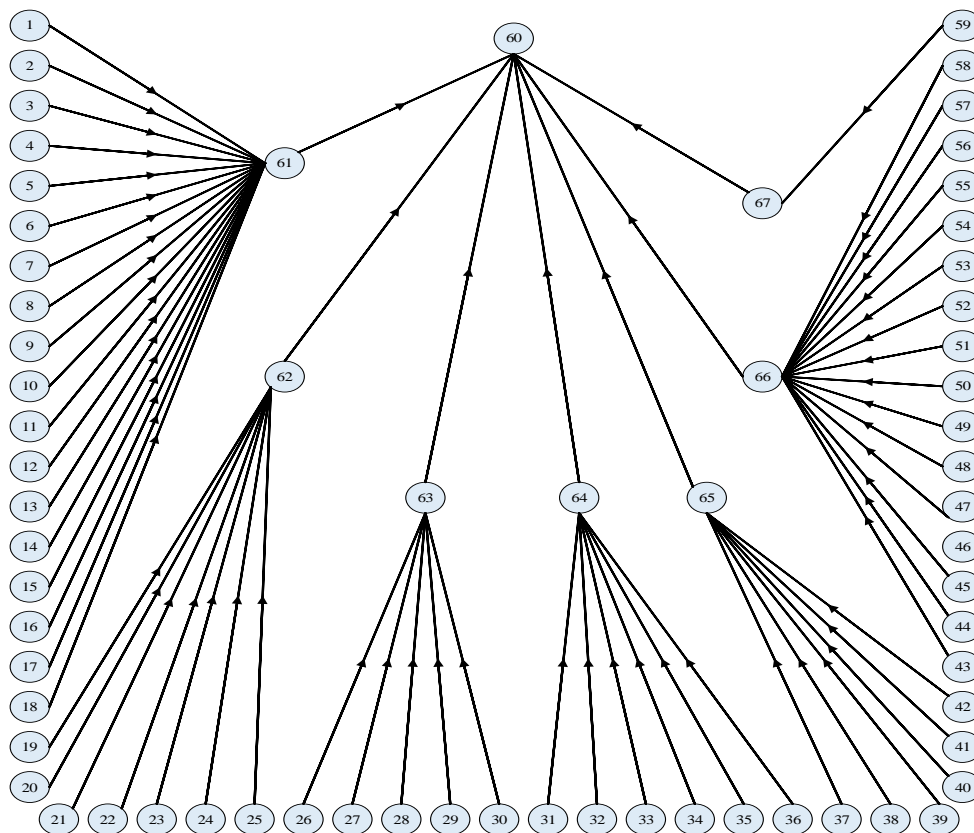
2.5. Моделі бази даних інформаційної моделі системи оперативного контролю витрати палива

Розроблені моделі бази даних інформаційної системи забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем в умовах експлуатації з перспективами їх використання в подальшому. Відповідно до завдання дослідження в частині проведення експериментальних досліджень в інформаційній системі моніторингу засобами оперативного контролю і отримання інформації були застосовані наступні складові: система моніторингу транспортного засобу; реєстратори для підключення додаткових датчиків ТЗ, двигуна, фізичного стану і режимів роботи операторів. Тоді модель предметної області $M_{заг}$ системи моніторингу параметрів витрати палива, технічного стану ТЗ разом з реєстраторами, трекером та засобами реєстрації фізичного стану оператора(ів) може бути представлена у вигляді множини компонентів і складових інформаційної системи, а саме параметрів технічного стану (витрати палива) ТЗ $M_{ТЗ}$; режимів роботи оператора(ів) $M_{тг}$; додаткових параметрів стану автопоїзда $M_{тр}$ та фізичного стану оператора(ів) $M_{фсоі}$. Формули представлені в загальному вигляді:

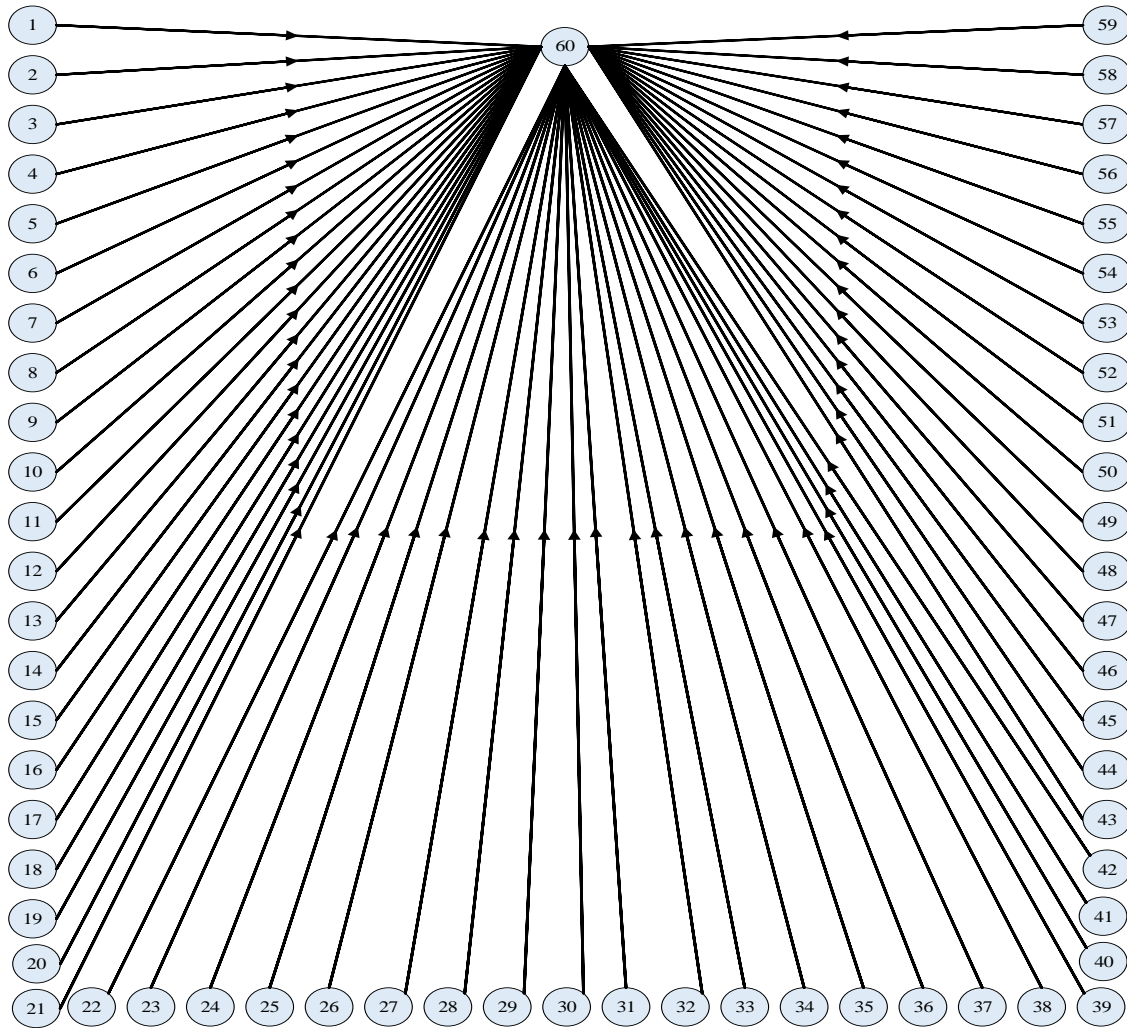
$$M_{заг} = \left\{ \begin{matrix} M_{ТЗ} \\ M_{тг} \\ M_{тр} \\ M_{фсоі} \end{matrix} \right\}_{ТЗ} = \left\{ \begin{matrix} \langle O_{ТЗ}, V_{ТЗ\text{ вх.}}, V_{ТЗ\text{ вих.}}, F_{ТЗ}, H_{ТЗ}, P_{ТЗ}, R_{ТЗ} \rangle \\ \langle O_{тг}, V_{тг\text{ вх.}}, V_{тг\text{ вих.}}, F_{тг}, H_{тг}, P_{тг}, R_{тг} \rangle \\ \langle O_{тр}, V_{тр\text{ вх.}}, V_{тр\text{ вих.}}, F_{тр}, H_{тр}, P_{тр}, R_{тр} \rangle \\ \langle O_{фсоі}, V_{фсоі\text{ вх.}}, V_{фсоі\text{ вих.}}, F_{фсоі}, H_{фсоі}, P_{фсоі}, R_{фсоі} \rangle \end{matrix} \right\}, \quad (2.23)$$

де (показано функціонал моделі предметної області (2.23) тільки для ТЗ): $O_{ТЗ} = \{o_{ТЗm} | m_{ТЗ} = \overline{I, M_{ТЗ}}\}$ – множини об'єктів автоматизації ТЗ; $V_{ТЗ\text{ вх.}} = \{v_{ТЗl} | l \in L_{ТЗ\text{ вх.}}\}$ – множини вхідних інформаційних елементів; $V_{ТЗ\text{ вих.}} = \{v_{ТЗl} | l \in L_{ТЗ\text{ вих.}}\}$ – множини вихідних інформаційних елементів; $V_{ТЗ} = V_{ТЗ\text{ вх.}} \cup V_{ТЗ\text{ вих.}}$ – множини інформаційних елементів; $F_{ТЗ} = \{f_{ТЗi} | i_{ТЗ} = \overline{I, I_{ТЗ}}\}$ – множини функцій користування; $H_{ТЗ} = \{h_{ТЗj} | j_{ТЗg} = \overline{I, J_{ТЗ}}\}$ – множини завдань обробки даних системи моніторингу параметрів; $P_{ТЗ} = \{p_{ТЗk} | k_{ТЗ} = \overline{I, K_{ТЗ}}\}$ – множини користувачів; $R_{ТЗ} = \{r_{ТЗy} | y_{ТЗ} = \overline{I, Y_{ТЗ}}\}$ – множини відносин системи. За аналогією складові представлені для компонентів $M_{тг}$, $M_{тр}$, $M_{фсоі}$.

Для предметної області інформаційної системи забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем визначили наявний загальний інформаційний елемент для усіх груп інформації (Додаток А) [5; 20; 61]. Цей елемент – «Час збирання інформації» – d_{T360} , d_{tg94} , d_{tr132} , d_{FCO159} , який є ключовим з причини залежності даних спостереження параметрів технічного стану від часу збирання інформації про ТЗ. Тобто з урахуванням особливостей дослідження розроблена інформаційна система спостереження за параметрами стану ТЗ має множину інформаційних ключів: $W_{1.1}=\{d_{60}\}$, $W_{2.1}=\{d_{94}\}$, $W_{3.1}=\{d_{132}\}$, $W_{4.1}=\{d_{159}\}$; і, відповідно, множина атрибутів системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, зі встановленими компонентами: $W_{1.2}=\{d_i=1,\dots,59\}$, $W_{2.2}=\{d_i=80,\dots,93\}$, $W_{3.2}=\{d_i=120,\dots,131\}$, $W_{4.2}=\{d_i=151,\dots,158\}$.



a



б

Рисунок 2.9 – Оргграфи системи забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем:
а – оргграф G інформаційної структури моделі системи у складі компонентів;
б – оргграф G канонічної структури моделі системи

Відповідно до множини розглянутих значень основних параметрів контролю витрати палива і технічного стану ТЗ розроблена реляційна модель системи спостереження на основі канонічної структури бази даних ТХЗ (рис. 2.9).

На рис. 2.10 показано приведений до канонічної структури оргграф системи моніторингу витрати палива та параметрів стану ТЗ категорії N3.

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

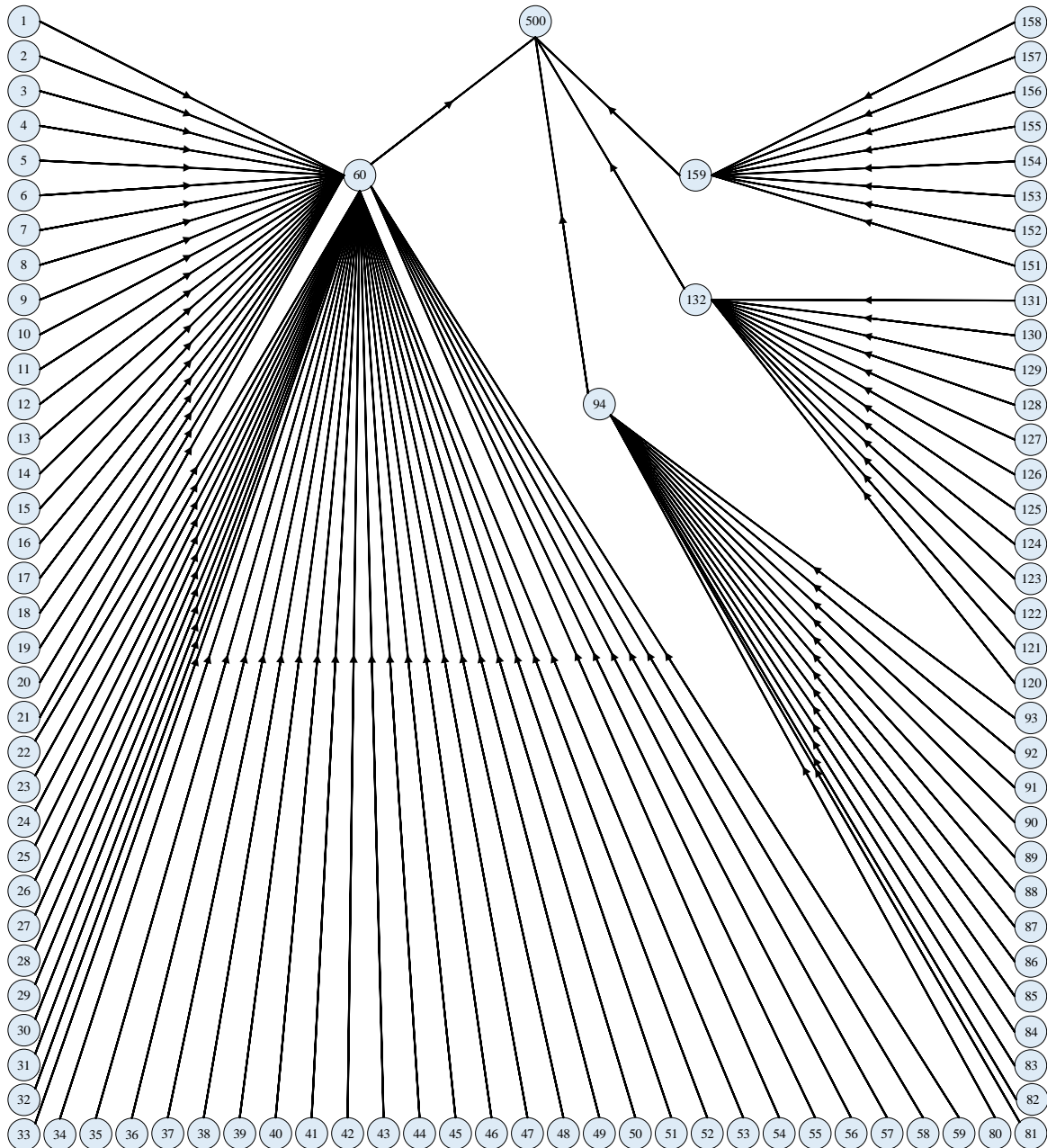


Рисунок 2.10 – Загальний оргграф G канонічної структури моделі системи моніторингу витрати палива та параметрів технічного стану ТЗ категорії N3

Тобто отриманої в результаті проведеного аналізу інформації достатньо для створення системи забезпечення паливної економічності вантажного ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем, у тому числі й у компонентах системи моніторингу.

2.6. Удосконалення методу визначення і розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації

Завдання щодо удосконалення методу визначення і розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації – це завдання, яке вирішується із використанням системних положень і методів дослідження [20; 54; 71; 73]. Потрібно відзначити, що визначення витрати палива ТЗ в умовах експлуатації методами оперативного контролю є основною складовою частиною проведеного дослідження [20; 73; 78-83]. Для забезпечення оперативного контролю витрати палива ТЗ категорії N3 при перевезенні вантажів використовувалась система дистанційного контролю витрати палива на основі інтелектуальних транспортних технологій [54; 56]. З метою реалізації поставленого завдання в аналітичній частині системи було удосконалено основні підходи до реалізації на основі математичних моделей, що дозволяють визначати, аналізувати й оцінювати паливну економічність, що базується в першу чергу на витраті палива в умовах експлуатації.

Реалізація процесів удосконалення в частині підходів полягає у варіативності використання удосконалених у необхідних частинах доступних прикладних математичних програм з розроблених попередньо [84-91], а саме: розрахунок швидкості і витрати палива ТЗ в окремих режимах руху та їздових циклах згідно з правилами ЄЕК ООН [74; 78; 83]; розрахунок і аналіз властивостей ТЗ у модулі «ТЗ-дорога» на основі динамічного розрахунку [99; 100; 104]; формування заходів для підтримання технічного стану ТЗ на основі імовірнісної моделі системи ТЕА-АСУ технологічного розрахунку підприємства автомобільного транспорту / модуль коректування нормативів ТО і ПР в умовах експлуатації з урахуванням інформації дистанційного моніторингу [54; 106, 107].

Колективом авторів були удосконалені такі математичні програми, як розрахунок робочого процесу двигуна, дослідження індикаторних та ефективних показників ДВЗ на основі математичної моделі моніторингу й контролю показників

транспортних двигунів [39, с. 86-88] (розроблено НТУ); розрахунковий модуль динамічної системи «ТЗ-дорога» в ІПК «IdenMonDiaOperCon “HNADU-16”» і «MonDiaFor “HADI-15”» [40; 84; 85] у складі програми технічний регламент віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту «ХНАДУ ТЕСА» (розроблено ХНАДУ), Результати визначення показників технологічного розрахунку комерційної експлуатації інженерно-технічної служби під час ТО і Р з використанням програмного продукту «Віртуальний механік «HADI-12»» і технологічного розрахунку комерційної експлуатації інженерно-технічної служби під час ТО і Р та екологічних показників роботи ТЗ «Service Fuel Eco “NTU-HADI-12”» [40, с. 89-91] (розроблено ХНАДУ). У кожній з математичних програм удосконаленню підлягали тільки необхідні для аналізу паливної економічності компоненти та складові.

З метою реалізації поставленого завдання в аналітичній частині системи було удосконалено також основний метод реалізації, тобто метод визначення і розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації, що безпосередньо дозволяє аналізувати й оцінювати витрату палива ТЗ в умовах експлуатації. Було запропоновано визначати витрату палива ТЗ і аналізувати паливну економічність в дистанційному оперативному режимі за допомогою інтелектуальних транспортних технологій на основі дистанційного виконання поточного розрахунку нормативної витрати палива ТЗ в умовах експлуатації (2.5) на основі власної програми (табл. 2.3), що працює у сукупності (варіантах використання) з іншими, описаними вище математичними програмами у варіантах (табл. 2.2), а також проводити оцінку паливної економічності на основі коефіцієнтів паливовикористання (рис. 2.11). Метод визначення і розрахунку витрати палива в тому числі зі складовою, яка пропонується вперше автором, саме в частині сумарного коригуючого коефіцієнту, що враховує умови експлуатації ТЗ ((2.18), розділ 2.3).

Особливості удосконаленого методу загалом полягає в наступному. В удосконаленому методі описуються як окремі варіанти визначення паливної економічності на основі розрахунку нормативної витрати палива в умовах експлуатації за допомогою даних дистанційного моніторингу й урахування умов експлуатації ТЗ при перевезенні вантажів, так і проводиться одночасна (паралельна) оцінка витрати палива на відповідних математичних моделях на основі методів закладених в них (а саме методів теорії двигунів, тягового розрахунку ТЗ і технологічного розрахунку підприємства автомобільного транспорту). Крім цього, після перевірки достовірності результатів за експериментальними даними можна проводити визначення паливної економічності ТЗ в умовах їздових циклів. При цьому в розрахунках на математичних моделях описуються відповідні показники паливної економічності, швидкості і технічного стану ТЗ в процесі руху на маршруті, де одночасно з моделюванням окремих режимів руху ТЗ моделюються маршрутні умови, які враховують дорожні, транспортні, природно-кліматичні та умови керування.

На кожному етапі забезпечення і визначення паливної економічності ТЗ в процесах експлуатації проводиться перевірка достовірності результатів шляхом порівняння з експериментальними та статистичними даними, діючими нормами тощо. Наприкінці розробленого алгоритму (табл. 2.2), що базується на удосконаленій методиці, проводиться загальна економічна оцінка досліджуваних варіантів і формується загальний висновок щодо забезпечення паливної економічності. Результати використання запропонованого методу визначення і розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації в отриманих результатах показано в розділі 4. Удосконалений алгоритм розрахунку витрати палива вантажних транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації у варіанті використання 2 і 4 етапів алгоритму (табл. 2.2) показаний і описаний у розділі 2.7.

2.7 Удосконалення алгоритму програми розрахунку показників паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації

Вище було вказано, що для визначення паливної економічності ТЗ умовах експлуатації при відтворенні процесів здійснення перевезень вантажів на маршруті використовувалась варіація розроблених і удосконалених у необхідних частинах доступних прикладних математичних програм, з розроблених попередньо, що були системно зв'язані між собою (табл. 2.2).

Як приклад, розглянуто для проведення дослідження один з можливих варіантів дослідження – поєднання розробленої автором математичної моделі розрахунку нормативної витрати палива в умовах експлуатації і математичної моделі розрахунку швидкості і витрати палива ТЗ в окремих режимах руху та їздових циклах згідно з правилами ЄЕК ООН. Вказане поєднання виконано на основі розробленого автором методу визначення витрати палива ТЗ в умовах експлуатації методами оперативного контролю на основі засобів ITS. При цьому розглядалися окремі ділянки і маршрут руху та звичайний їздовий цикл загалом. Вхідні дані задавалися автором попередньо для ТЗ, двигуна та особливостей маршруту. Крім цього, в удосконаленій математичній програмі (в частині алгоритму) використовувалися отримані результати дистанційного моніторингу параметрів витрати палива і технічного стану ТЗ категорії N3. Отримана математична модель в цілому представлена диференціальними й алгебраїчними рівняннями і розроблена в Національному транспортному університеті. Застосування представленого методу і математичних моделей необхідно для визначення, дослідження і оцінки показників паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації.

В основу використаної математичної моделі в режимах руху на маршруті при моделюванні руху ТЗ покладено визначення необхідного крутного моменту двигуна M_e та частоти обертання колінчастого вала n_d , які забезпечують відповідні значення швидкості V_a і прискорення j_a ТЗ. На ділянках розгону руху на маршруті визначаються значення крутного моменту, частоти обертання колінчастого вала

двигуна ТЗ у початковому та кінцевому моментах ділянки для подібних умов у сталих режимах і вважається, що зміна показників відбувається лінійно. Оскільки система керування двигуном ТЗ відключає подачу палива під час руху ТЗ у режимі примусового холостого ходу, то при сповільненні із включеним зчепленням крутний момент не визначається і приймається, що витрата палива та викиди шкідливих речовин із відпрацьованими газами відсутні. Під час сповільнення ТЗ з виключеним зчепленням приймається, що частота обертання колінчастого вала відповідає мінімальній частоті обертання холостого ходу.

Укрупнений алгоритм удосконаленої на основі математичної моделі системи програми розрахунку показників паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації, який використовується для дослідження паливної економічності ТЗ, показаний на рис. 2.11.

У блоці 1 проводиться встановлення інтервалів оцінювання витрати палива ТЗ для ділянки і(або) маршруту.

Перед початком проведення розрахунків до блоків 2-4 здійснюється введення початкових даних. До блока 2 вводяться параметри двигуна ТЗ, а до блока 3 – параметри ТЗ відповідно. До основних параметрів відносяться: хід поршня, s , м; довжина шатуна, l , м; ступінь стиску, ε ; діаметр циліндра, d , м; кількість циліндрів, i ; атмосферний тиск, p_0 , Па; температура довкілля, T_0 , °С; нижча теплота згоряння палива, H_u , Дж/кг; теоретична кількість повітря для згоряння 1 кг палива, l_0 , кг/кг; фази газорозподілу, $\varphi_{в.о.}$, $\varphi_{вп.о.}$, $\varphi_{в.з.}$, $\varphi_{вп.з.}$, град н.к.в.; кількість впускних та випускних клапанів, $i_{в.} / i_{вп.}$, од.; діаметр тарілки впускного та випускного клапанів, $d_{в.} / d_{вп.}$, мм; діаметр корінної та шатунної шийок, d_1 / d_{12} , мм, діаметр поршневого пальця, d_{23} , мм; кількість компресійних та маслознімних кілець, i_k вага ТЗ і водія, k_2 , площа фронтального перерізу ТЗ, m^2 , радіус колеса, m , коефіцієнт аеродинамічного опору, передаткове число 1–5-ї передачі й головної передачі, ККД трансмісії транспортного засобу [114, с. 86-88]. До блока 4 вносяться параметри дороги та оточуючого середовища: атмосферний тиск, p_0 , Па, коефіцієнт дорожнього опору, ψ , температура довкілля, T_0 , К [114, с. 86-88].

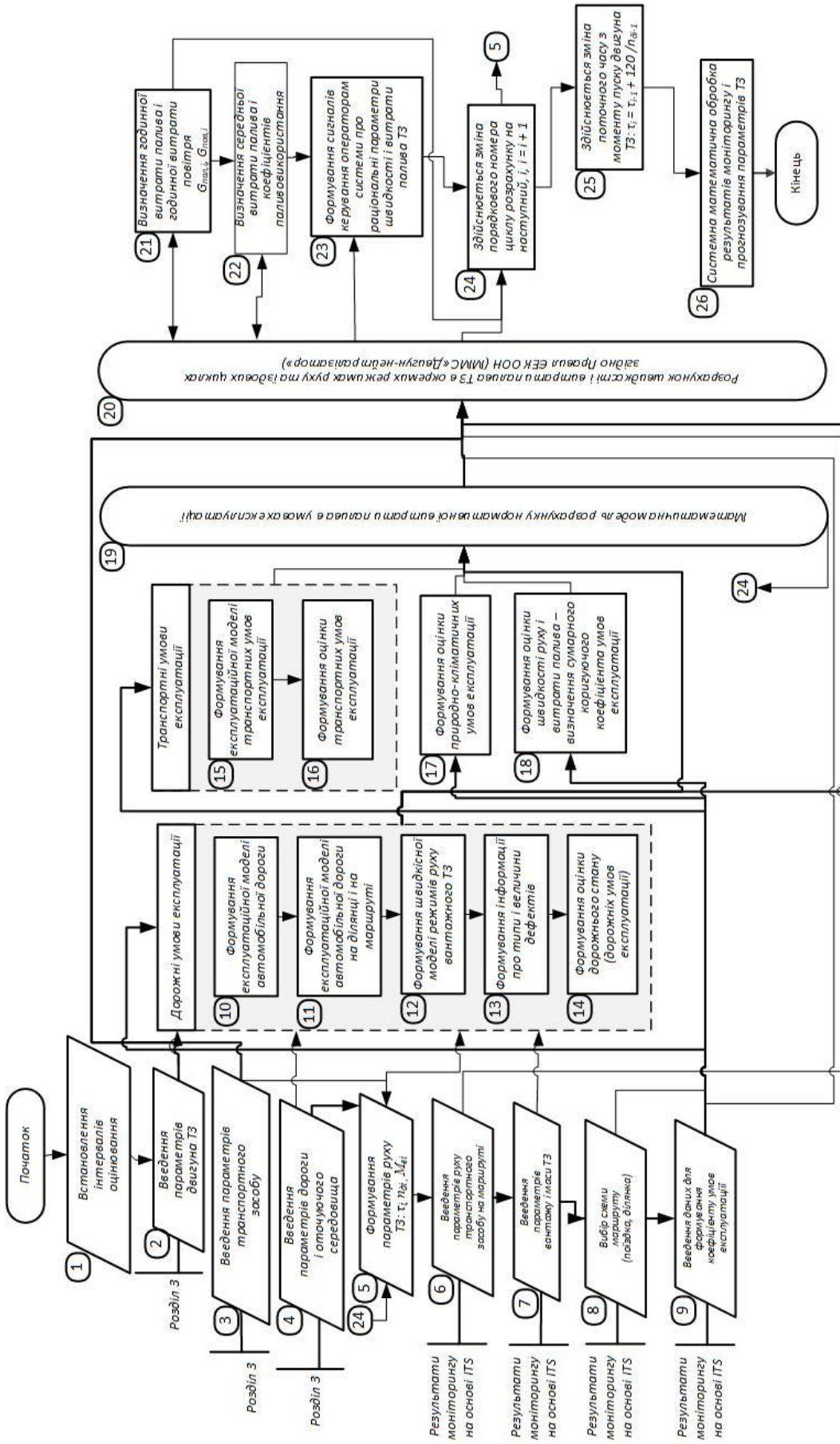


Рисунок 2.11 – Укрупнений удосконалений алгоритм дослідження паливної економічності на основі математичної моделі програми розрахунку показників транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем

У блоці 5 відбувається формування параметрів руху транспортного засобу на маршруті (відповідно до положень (руху на маршруті)). У блоках 6-9 відбувається введення вихідних даних програми за результатами моніторингу на основі ITS, а саме у блоці 6 – введення параметрів руху транспортного засобу на маршруті (швидкість, витрата палива, параметри технічного стану ТЗ), у блоці 7 – введення параметрів вантажу й маси ТЗ (вагові й конструктивні параметри ТЗ встановлюються на електронних вагах при виїзді ТЗ на маршрут), у блоці 8 – вибір схеми маршруту (поїздка, ділянка) – встановлюється оператором мережі, у блоці 9 – введення даних для формування коефіцієнта умов експлуатації за формулою (2.5): $K_{Zij}(t)$ – сумарний коригуючий коефіцієнт, що враховує умови експлуатації ТЗ для i -ї ділянки j -ї поїздки – для визначення у блоці 19.

Параметри умов експлуатації визначаються за транспортними, дорожніми, і атмосферно-кліматичними умовами визначаються у блоках 10-17 на основі даних блока 9. Дорожні умови експлуатації визначаються наступним чином: у блоках 10-14 здійснюється формування експлуатаційної моделі автомобільної дороги, формування експлуатаційної моделі автомобільної дороги на ділянці і на маршруті, формування швидкісної моделі режимів руху вантажного ТЗ, формування інформації про типи й величини дефектів, формування оцінки дорожнього стану (дорожніх умов експлуатації) – за залежностями (2.8) – (2.14).

За формулами (2.15) – (2.17) в блоках 15-16 здійснюється оцінка транспортних умов експлуатації, а саме: формування експлуатаційної моделі транспортних умов експлуатації і формування оцінки транспортних умов експлуатації.

Формування оцінки природно-кліматичних умов експлуатації за даними блоків 4 і 9 здійснюється в блоці 17.

У блоці 18 здійснюється формування оцінки швидкості руху й витрати палива і визначення сумарного коригуючого коефіцієнта умов експлуатації за формулами (2.18) і (2.19). Відповідно до виконаного здійснюється корекція швидкісного режиму ТЗ у відповідних встановлених умовах експлуатації.

У блоці 19 проводяться основні розрахунки в математичній моделі розрахунку нормативної витрати палива в умовах експлуатації за формулою (2.5) на основі, введених оператором, визначених у математичній моделі й отриманих у результаті моніторингу ТЗ.

У блоці 20 здійснюється розрахунок швидкості і витрати палива ТЗ в окремих режимах руху та їздових циклах згідно з правилами ЄЕК ООН (на основі математичної моделі системи (ММС) «Двигун-нейтралізатор» (НТУ)) (Додаток В). Детальний опис програми наведений у [39, с. 86-88].

У блоці здійснюється визначення годинної витрати палива і годинної витрати повітря $G_{\text{пал},i}$, $G_{\text{пов},i}$ за залежностями блока 20. На основі даних блока 19 в блоці 20 здійснюється визначення середньої витрати палива й коефіцієнтів паливовикористання на залежностями (2.6) і (2.7).

У блоці 23 здійснюється формування сигналів керування операторам системи про раціональні параметри швидкості й витрати палива ТЗ на основі отриманих результатів у блоках 18, 20, 22.

Після розрахунку паливо-економічних показників ТЗ у 24 блоці виконується зміна порядкового номера циклу розрахунку на наступний, i , $i = i + 1$, а у 25 блоці – зміна поточного часу з моменту пуску двигуна ТЗ: $\tau_i = \tau_{i-1} + 120 / n_{\text{дi-1}}$.

У блоці 26 виконується системна математична обробка результатів моніторингу і прогнозування параметрів ТЗ для виконання подальшого кроку розрахунків. За аналогічною методикою і за допомогою удосконаленої моделі можливо отримати залежності для режиму руху ТЗ на маршруті.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ N3 В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

3.1. Мета та задачі експериментальних досліджень

Основною метою експериментальних досліджень є визначення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 у процесах транспортування вантажів у змінних умовах експлуатації із врахуванням впливу маси вантажу, який перевозить ТЗ, швидкісного режиму, режимів керування ТЗ, геозони, у якій рухається ТЗ і можливість оперативного контролю витрати палива та технічного стану ТЗ, отриманих за допомогою засобів інтелектуальних транспортних систем.

Відповідно до поставленої мети в процесі експериментальних досліджень необхідно вирішити такі завдання:

- визначити, розробити, сформулювати та узагальнити структуру, функціональні можливості та інформаційну взаємодію інформаційної системи оперативного контролю витрати палива як основного інструменту для автоматизації процесів контролю та управління витратою палива транспортних засобів категорії N3;

- розробити та адаптувати алгоритми й інформаційну модель дистанційного моніторингу, діагностування та прогнозування витрати палива і технічного стану ТЗ категорії N3 на основі розробленої інформаційної системи;

- адаптувати інформаційну систему оперативного контролю витрати палива до функціонування в реальних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою;

- провести експериментальні дослідження параметрів паливовикористання транспортними засобами категорії N3 в умовах інформаційної взаємодії інформаційної системи оперативного контролю витрати палива із засобами моніторингу інфраструктури.

Для виконання представлених вище задач було проведено експериментальні дослідження представленої інформаційної системи оперативного контролю витрати палива.

3.2. Програма, методика та об'єкти експериментальних досліджень

Для досягнення поставленої мети програма експериментальних досліджень включала два етапи.

На першому етапі експериментальних досліджень було поставлене завдання визначення показників паливовикористання та технічного стану ТЗ, що експлуатується на міжнародному маршруті вантажних перевезень, а саме автопоїзду у складі сідлового тягача та напівпричепу. Враховувались параметри витрати палива, експлуатаційні показники, інфраструктурні фактори та фізичний стан оператора (водія). Інформація про фізичний стан оператора (водія) реєструвалась для визначення його втомленості з метою дотримання вимог Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР) [115].

На другому етапі досліджень було поставлене завдання визначення показників аналогічних першому етапу, але для вантажного транспортного засобу у складі сідлового тягача та напівпричепу, що експлуатується на маршруті вантажних перевезень промислового вузла в циклічному режимі з рухом міськими та заміськими ділянками. Крім того, для експлуатації зазначеного ТЗ у визначених умовах важливим є змінний параметр – маса вантажу, який вимірюється для кожної окремої поїздки.

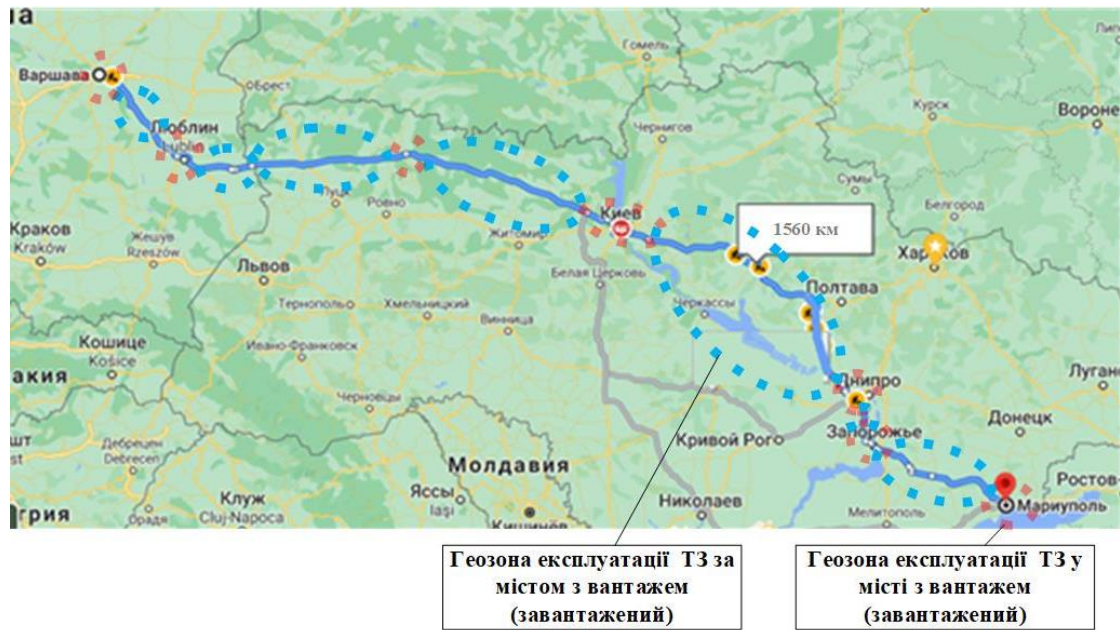
Для вирішення поставленого завдання визначення витрати палива та технічного стану вантажний ТЗ було обладнано відповідним бортовим комплексом обладнання для вимірювання, фіксації та передачі необхідної інформації відносно паливовикористання та зміни інших експлуатаційних показників із подальшою їх реєстрацією в дистанційному режимі.

У процесі дослідження для кожної поїздки фіксувалося положення ТЗ у просторі (на карті), витрата палива, швидкість руху та інші параметрів технічного стану ТЗ за допомогою штатних і додаткових датчиків. Додатково отримувалась інформація від інфраструктури про параметри транспортних потоків, природно-кліматичні умови тощо. При цьому весь маршрут умовно поділявся на геозони

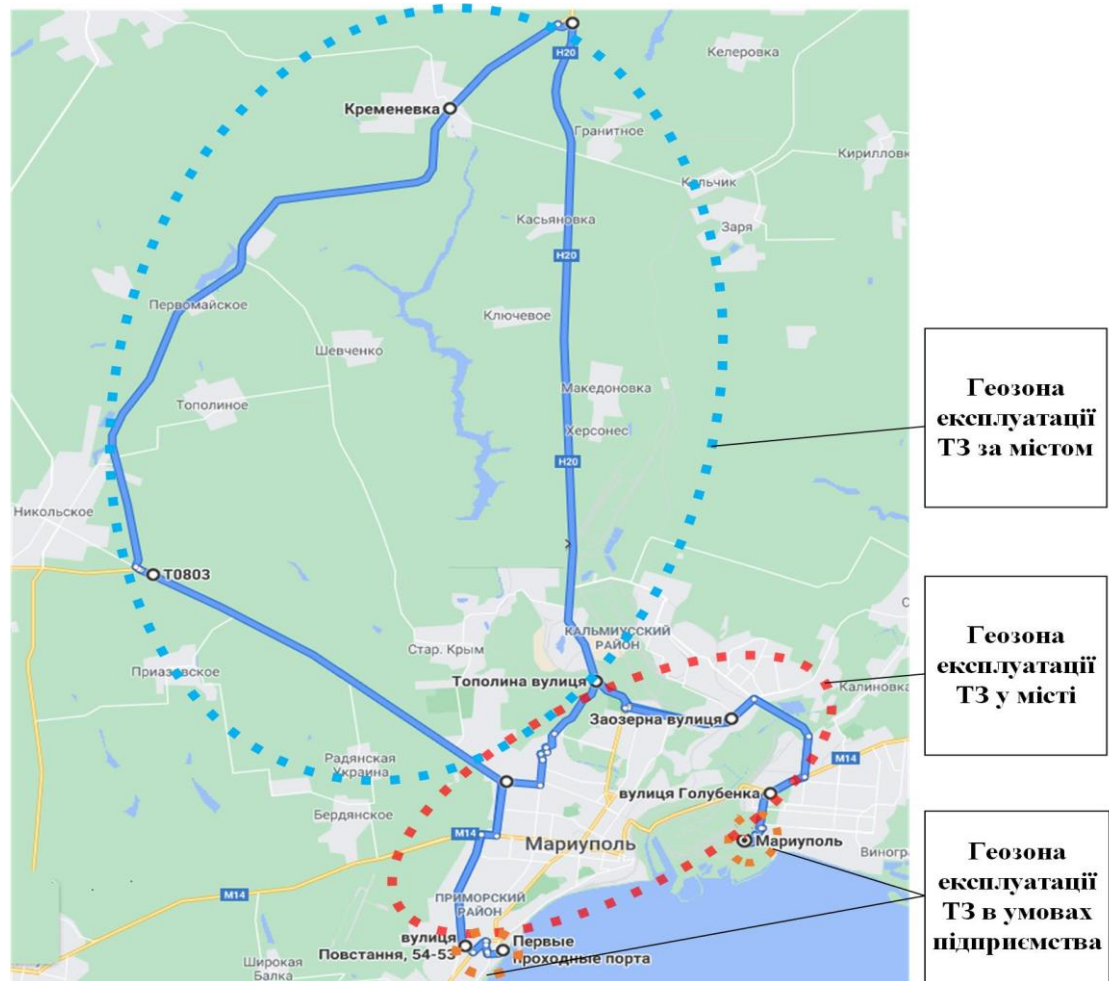
відповідно до обмежень швидкісного режиму: геозона експлуатації ТЗ у місті і геозона експлуатації ТЗ за містом – для кожного етапу, та додатково для другого етапу – геозона експлуатації в умовах підприємств (рис. 3.1). Кожна геозона своєю чергою поділялась на окремі ділянки, просторові та часові обмеження яких фіксувалися в момент зупинок ТЗ на маршруті експлуатації.

Уся сукупність параметрів експлуатації ТЗ, що були зареєстровані, передавалась до аналітичного модуля системи, де аналізувалась на предмет перевищення нормативних показників, які динамічно встановлювались відносно зміни умов експлуатації. Взаємозв'язок між елементами системи моніторингу витрати палива та технічного стану ТЗ в умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою забезпечувався на основі доступних в розглянутих регіонах технологій геопозиціонування (GPS, Galileo, Глонас) та мобільного зв'язку (стандарти GSM, GPRS, 3G, 4G, 5G). Інформація для операторів виводилась: для водія – на екран мобільного пристрою (смартфон або планшетний ПК) у спеціальному додатку, для диспетчера – на екрані монітора у програмі «СУВП».

Відповідно до вимог ДСТУ 2942–94 [116] автомобілі, що беруть участь у проведенні експерименту, були в справному технічному стані, укомплектовані й заправлені ПММ відповідно до нормативно-технічної документації та відрегульовані відповідно до вимог заводу-виготовлювача. Двигун, агрегати й шини пройшли обов'язкову обкатку не менше 6000 км. Згідно з приписами ДСТУ шини автомобіля не повинні мати пошкоджень і зносу протектора понад 50 %, тиск у них повинен відповідати нормі. Застосовувалися мастильні матеріали, рекомендовані підприємством-виробником транспортного засобу. Вікна, вентиляційні люки при проведенні випробувань були закритими. Перед випробуваннями агрегати і вузли автомобіля прогрівалися пробігом не менше 30 км при швидкості руху до 50 км / год. Випробування проводилися при температурі від +18 до +25 °С і тиску 748...753 мм рт.ст., швидкість вітру досягала 2-3 м/с.



a



б

Рисунок 3.1 – Формування геозон експлуатації дослідних вантажних ТЗ:

a – для ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS (I етап); *б* – для ТЗ DAF XF 105.460 (II етап)

Для проведення випробувань були обрані досвідчені водії, зі стажем водіння не менше 10 років.

Вимірювання витрати палива проводилося з використанням додаткового бортового обладнання (датчик рівня палива, підключений до трекера).

Як об'єкти експериментального дослідження визначені автопоїзди у складі сідлових тягачів Mercedes-Benz Actros 1841 LS для I етапу та DAF XF 105.460 для II етапу (рис. 3.2).



a



б

Рисунок 3.2 – Загальний вигляд дослідних транспортних засобів:

a – Mercedes-Benz Actros 1841 LS; б – Т3 DAF XF 105.460

Транспортні засоби мають штатне оснащення в частині двигуна і конструкції ТЗ (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики дослідних ТЗ

Найменування параметра	Значення	
	Модель	Mercedes-Benz Actros
Тип автомобіля	1841 LS	XF 105.460
Рік випуску	2016	2014
Номер шасі	WDB93403210201425	XLRTG47MS0E965450
Колісна формула	4x2	6x2
Базова модель шасі	93403212	095B203T
Виконання шасі	Сідловий тягач	Сідловий тягач
Тип кабіни	Megaspace	SpaceCab
Колісна база	3600 мм	3600 мм
Припустима повна маса	19000 кг	25000 кг
Вантажопідйомність / навантаження на ССУ	10834 кг	13000 кг
Розміщення органів управління	зліва	зліва
Зміщення сидельно-зчпного пристрою	540 мм	540 мм
КПП: модель, к-сть передач	PowerShift 2, 12	16S23, 16
Умовне позначення двигуна	OM 470	Paccar MX 340
Кількість циліндрів	6	6
Робочий об'єм (л)	10,7	12,9
Потужність двигуна	315 кВт (428 л.с.)	340 кВт (460 л.с.)
Номінальна частота обертання (об / хв)	1800	2300
Макс. крутний момент (Нм)	2100	2200
Число обертів при максимальному моменті, що крутить (об / хв)	1100-1500	1000-1400
Відповідність екологічним нормам	Євро-6	Євро-5

До переліку стандартного обладнання обох ТЗ відноситься: вигнута балка переднього моста, блокування диференціала заднього моста, блок підготовки повітря з підігрівом, дискові гальма на передній і задній осях, гальмівна система з ABS і ASR, двоконтурна пневматична гальмівна система; автоматична настройка гальм; роз'єми для двоконтурної гальмівної системи причепа, спіральні шланги й кабелі з'єднання з причепом, протидкотна система, стабілізатор передньої осі, стабілізатор задньої осі під рамою, рульова колонка регульована по висоті і нахилу, багатофункціональне рульове колесо, 15-контактний роз'єм з'єднання з причепом,

електросклопідіймачі дверей, дзеркало водія з широким кутом огляду та обігрівом, іммобілайзер з транспондером, задня стінка кабіни без вікна, дзеркало з широким кутом огляду з боку пасажирів, дзеркало заднього виду з електроприводом і обігрівом, рампове дзеркало з боку пасажирів, центральний замок, повітряний фільтр вентиляції кабіни, управління системою опалення та вентиляції кабіни, комбінація приладів з графічним дисплеєм, тахограф (1 день + 2 водії, модульний), показник зовнішньої температури, напрямок вихлопу вниз, показник витрати палива, 6-секційна задня блок-фара з рефлекторами, лампа освітлення сходів кабіни, фари з прозорою оптикою, переривник для додаткових показників повороту, круїз-контроль, повітрязабірник за кабіною зверху, фільтр на рамі, виконання двигуна Євро 5, тримач запасного колеса збоку, запасне колесо, сидіння пасажирів відкидне, сидіння водія з пневмопідвіскою, відповідність заходам щодо зниження шуму ЄС 96/20, сходи й майданчик за кабіною, обтічник передній нижній, комплект інструментів, домкрат 12 т, автомобіль для правостороннього руху [117; 118].

3.3 Удосконалення і адаптація інформаційної моделі системи дистанційного моніторингу на основі інформаційної системи оперативного контролю витрати палива до особливостей експлуатації

Для виконання задач дистанційного моніторингу витрати палива та технічного стану вантажних ТЗ в умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою було побудовано удосконалену схему інформаційного обміну між елементами запропонованої системи. Розроблена схема інформаційного обміну між елементами інформаційної системи оперативного контролю витрати палива представлена структурою інформаційної взаємодії між відповідними елементами системи в процесі моніторингу витрати палива та технічного стану ТЗ показана на рис. 3.3.

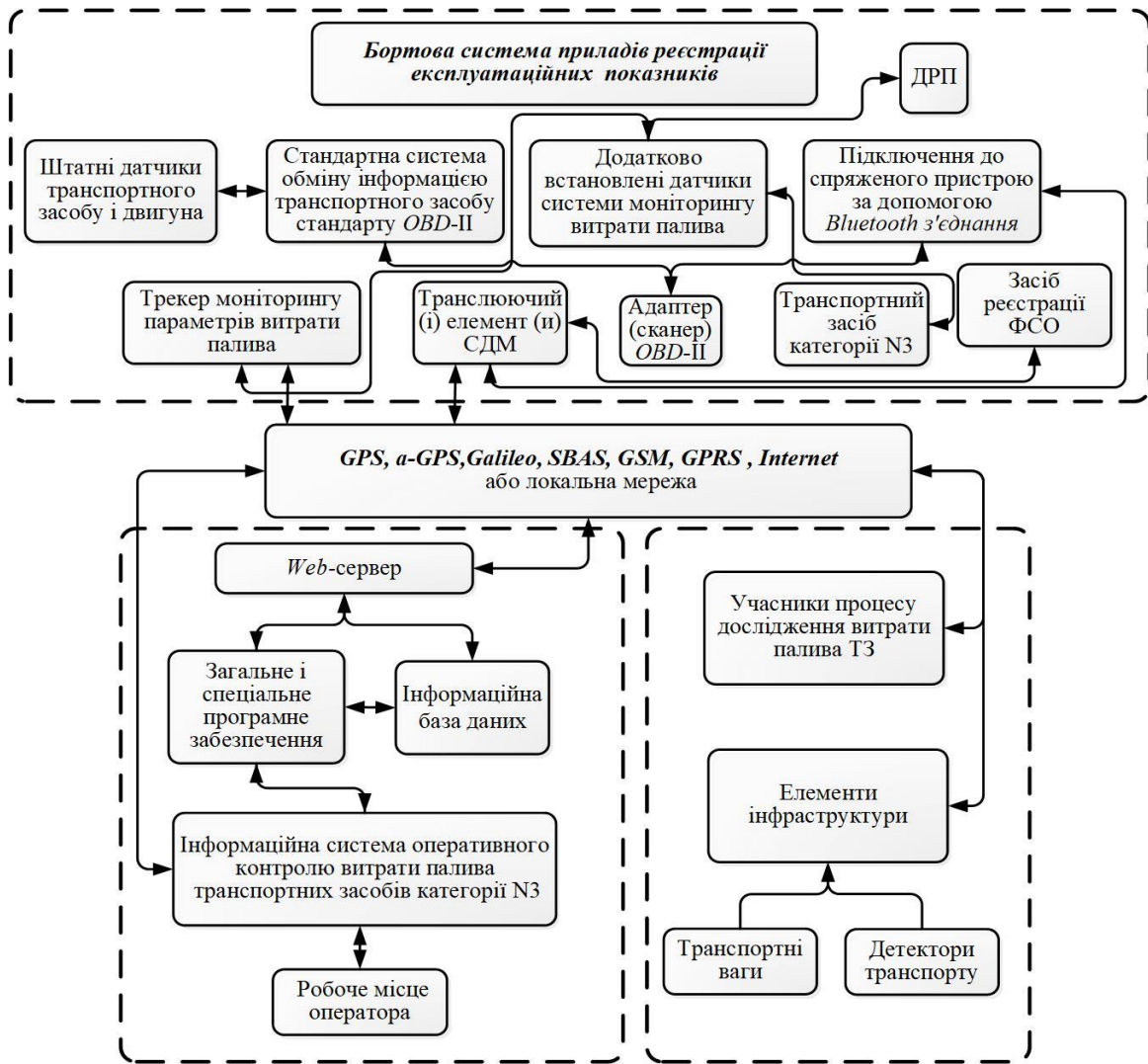


Рисунок 3.3 - Схема інформаційного обміну між елементами інформаційної системи для здійснення дистанційного моніторингу витрати палива та параметрів технічного стану вантажного ТЗ

Структура інформаційної взаємодії (обміну) містить: ТЗ категорії N3, штатні та додатково встановлені датчики (ДРП, засіб реєстрації ФСО), трекер моніторингу основних експлуатаційних параметрів, трансляційні елементи, мережі зв'язку на основі GPS, GPRS, a-GPS, SBAS, Galileo, Інтернет чи локальної мережі, вебсервер, інформаційну базу даних, спеціальне програмне забезпечення, інформаційно-аналітичний керуючий комплекс забезпечення моніторингу експлуатаційних параметрів транспортного засобу, учасників процесу випробування ТЗ в експлуатації, елементи та обладнання інфраструктури (детектори транспорту, транспортні ваги), робоче місце оператора системи моніторингу.

Інформацію про зміну експлуатаційних параметрів вантажного ТЗ, що отримана на основі штатних датчиків, зчитують за допомогою сканера або адаптера *OBD-II* (для АТЗ, які обладнані системою відповідного стандарту). Для ТЗ, не обладнаних системою стандарту *OBD-II* інформація з додаткових датчиків може передаватись до трекера при умові спряження з ним відповідних датчиків. Вся сукупність зібраної інформації зі сканера *OBD-II* та/або трекера передається, використовуючи технології передачі інформації через GSM-канали (GPRS, 3G, 4G, 5G), *Інтернет* або локальну мережу з обов'язковим застосуванням технології геопозиціонування (GPS, a-GPS, ГЛОНАСС, Galileo), до вебсервера, з якого далі вона заноситься до бази даних, де накопичується, та до спеціального програмного забезпечення і інформаційної системи. Крім того, відбувається інформаційна взаємодія з усіма учасниками процесу дослідження витрати палива вантажними ТЗ, а також інформаційний обмін із засобами інфраструктури, а саме передача інформації про масу вантажу з електронних вагових комплексів та параметри транспортних потоків на маршруті руху дослідних автопоїздів. Як основні параметри, що надходять до системи від ТЗ, виступають витрата палива G_T , швидкість ТЗ $V_{TЗ}$, частота обертання n_{δ} ДВЗ, фіксація часу проходження ділянки t_{dil} тощо. Від елементів інфраструктури надходить інформація про масу вантажу, що завантажений у ТЗ $m_{вант}$, та інтенсивність транспортного потоку на i -й ділянці маршруту $N_{потоку\ i}$.

Автоматизоване робоче місце (АРМ) інформаційної системи може бути від'єднано або під'єднано до мережі, тобто може працювати в режимі онлайн або офлайн. Відповідно до режиму роботи АРМ буде визначатися рівень управління витратою палива та іншими параметрами експлуатації вантажних ТЗ залежно від сукупності означених факторів.

Сформована інформаційна система оперативного контролю витрати палива та моніторингу технічного стану транспортних засобів категорії N3 має призначення для вирішення виробничих завдань автомобільного транспорту та оптимізації роботи парку вантажних ТЗ. Основна особливість розглянутої системи – забезпечення безперервного моніторингу основних параметрів експлуатації ТЗ, фізичного стану операторів в умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою.

3.4. Прилади та обладнання, які застосовувалися під час проведення експериментальних досліджень. Оцінка похибки приладів і вимірювань

Для реєстрації основних параметрів, що необхідно було отримати в результаті експериментальних досліджень, застосовувались прилади та обладнання з різним функціоналом для кожного з етапів та режимів експлуатації ТЗ. Це пов'язано з необхідністю врахування повноти інформації для конкретних умов експлуатації (міжнародний маршрут або місцевий), що залежить як від вимог нормативних актів, так і від об'єктивної необхідності врахування визначених параметрів експлуатації.

3.4.1. Характеристика бортового обладнання

Стандартним та необхідним обладнанням ТЗ при експлуатації на міжнародних маршрутах є тахограф. ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 обладнано тахографом фірми-виробника VDO (рис. 3.4). Цей прилад функціонує безперервно під час руху, зупинок, простоїв ТЗ та реєструє режими праці й відпочинку операторів (водіїв) [119].



Рисунок 3.4 – Тахограф VDO DTCSO 3283

Технічні характеристики тахографа представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики тахографа VDO DTCSO 3283

Назва параметра	Показник
Розмір	178×50×150 мм
Напруга	24В або 12V
Діапазон вимірів	від 0 до 220 км/год

Закінчення табл. 3.2

1	2
Діапазон температур експлуатації в транспортному засобі	-25 градусів С до +70 градусів С
Діапазон температур зберігання	-40 градусів С до +85 градусів С
Кількість імпульсів	4,000 до 25 000 імпульсів/км
Години згідно з часом	За Гринвічем
Входи	КИТАС 2171, n-sensor, додатково зони
Вихід	2 · v імпульс, 1 · 4, імпульс/м
Точність вимірювання	Точність 1 км/год, всього: точність 1 %, за часом: точність 2 s/день
Вага	1,35 кг

Витрата палива визначається ЕБУ та може виводитись на екран бортового комп'ютера ТЗ або передаватись до зовнішніх приладів зчитування у разі їх підключення за стандартом OBD-II. Але для більш точного визначення витрати палива на автомобілі додатково встановлені датчики рівня палива ДУ-02 виробництва ТОВ «Оргтехавтоматика» (рис. 3.5) [120].



Рисунок 3.5 – Зображення датчика рівня палива ДУ-02М виробництва ТОВ «Оргтехавтоматика»

ДРП встановлено у паливному баку автомобіля та під'єднано до трекера для передавання інформації про рівень палива протягом усього часу експлуатації ТЗ. Основні технічні характеристики ДРП ДУ-02М представлено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики датчика ДРП ДУ-02М

Назва параметра	Одиниця вимірювання	Значення	Примітка
Довжина робочої частини датчика (базове виконання)	мм	700±1	До 300 мм максимум
Мінімальна довжина робочої частини датчика	мм	300	Після обрізання
Напруга первинного джерела живлення постійного струму	В	9-30	
Струм споживання від джерела живлення	мА	25	
Основна допустима похибка вимірювання в статичному режимі	%	±0,1	Від діапазону При 0 ... 1023 біт
Максимальне значення виведення даних у літрах	літр	16380	
Максимальне число точок тарування		254	
Максимальний обсяг ємності, що тарується	літр	16380	
Період усереднення результатів вимірювань в динамічному режимі	сек	12 або 25	Обирається користувачем
Цифровий інтерфейс		RS485	Обирається при замовленні
Діапазон робочих температур	°C	Від -40 до +85	
Ступінь захисту корпусу від пилу і вологи		IP68	

Трекер є невід’ємним елементом побудови системи дистанційного моніторингу експлуатаційних показників ТЗ. У дослідній системі використовуються 2 типи трекерів для забезпечення принципу повноти інформації відносно визначених умов експлуатації (рис. 3.6). Для АТЗ Mercedes-Benz Actros 1841, що експлуатуються на міжнародних маршрутах, необхідним функціоналом трекера є необхідність з’єднання з більшістю доступних для зчитування інформації датчиків та з тахографом, що можливо через підключення до CAN-шини (протокол OBD-II). Для ТЗ DAF XF 105.460 система бортового обладнання побудована за принципом мінімально необхідної кількості обладнання для завдань оперативного контролю витрати палива, тому в цьому випадку застосовувався трекер без підключення до CAN-шини. Вимірювання витрати палива в цьому разі здійснювалось у системі дистанційного моніторингу на основі безперервного контролю рівня палива в паливному баку ТЗ. Технічні характеристики трекерів представлені у табл. 3.4.



Рисунок 3.6 – Трекери для моніторингу основних параметрів експлуатації ТЗ:
а – трекер Teltonika FMB003; б – трекер BI TREK 520L

Додатковий контроль за фізичним станом операторів (ФСО) можливо здійснити за допомогою смартгодинника, який об'єднує функції вимірювання пульсу, насиченості крові киснем, артеріального тиску людини, що є вихідними даними для визначення втомленості та стресу.

Таблиця 3.4 – Основні технічні характеристики трекерів

Назва параметра	Показник	
1	2	
Модель трекера	Teltonika FMB003	BI 520L TREK
Діапазон напруги живлення	10-30 В постійної напруги із захистом від перенапруги	Від 9 до 36 В
Тип живлення	Постійне	Постійне
Стандарт передачі даних	GSM 850/900/1800/1900	GSM 900/1800
Технології	GSM, GPRS, GNSS, BLUETOOTH	GSM, GPRS
Антени	Внутрішні	Внутрішні
Тип навігаційної системи	GPS, Glonass, GALILEO, BEIDOU, SBAS, QZSS, DGPS, AGPS	GPS або Glonass/GPS, LBS
Акселерометр	+	+
OBD II	+	-
OBD II інтерфейс	Дані K-Line, дані шини CAN Читання даних: До 32 бортових параметрів автомобіля, підтримувані протоколи OBD:	-
SIM-карти	1	1
USB	2.0 Micro-USB	необхідний кабель перетворювач USB-UART

1	2	
Обсяг пам'яті	128 МБ	2 МБ
Точність позиціонування	<3м	<10м
внутрішній акумулятор	3,7V 45 mAh	130 mAh
Робоча температура	Від -40 °С до +85 °С	Від -30 °С до +80 °С
Габарити	52,6×29,1×26 мм	96×60×14 мм
Маса	55 гр	70 гр
Клас захисту корпусу	IP 41	IP 54
Матеріал корпусу	Пластик	Пластик
Відносна вологість навколишнього повітря	(95±5) %	(80±15) %

Оператори системи забезпечені смартгодинниками Zeblaze Neo (рис.3.7) [123].



Рисунок 3.7 – Смартгодинник Zeblaze Neo для фіксування основних параметрів ФСО

Смартгодинник Zeblaze Neo має набір функцій для персоналізованого контролю за станом здоров'я, розширені можливості для інформаційного обміну, ергономічний дизайн і простий інтуїтивний інтерфейс. Цей пристрій дає можливість контролювати багато аспектів життя операторів, від самопочуття за рахунок відстеження фізичної активності та управління стресом, до оптимізації ефективності виконання повсякденних завдань. Вказану модель смартгодинника обладнано датчиками серцевого ритму, акселерометром, гіроскопом та тонометром. Для моніторингу та передачі параметрів ФСО в реальному часі наручний смартгодинник під'єднується за каналом зв'язку Bluetooth до смартфона, або планшетного ПК і таким чином передає визначені параметри до зовнішнього сервера через мережу GSM [123].

3.4.2. Обладнання, що враховує інфраструктурні умови

Основні інфраструктурні фактори, визначаються параметрами: маса вантажу, що перевозиться ТЗ та інтенсивність руху транспортного потоку на маршрутах експлуатації вантажних ТЗ. Для їх вимірювання та фіксації в системі моніторингу застосовують спеціальне обладнання – електронні транспортні ваги та детектори транспорту відповідно.

Маса вантажу визначається як різниця між масою порожнього ТЗ та завантаженого для кожної поїздки.

$$m_{\text{вант.}} = m_{\text{пор. ТЗ}} - m_{\text{зав. ТЗ}} \quad (3.1)$$

На підприємствах Маріупольського промислового вузла встановлені вагові комплекси для визначення маси АТЗ (рис. 3.8). Заглибленні автомобільні ваги 80 ВА-1-2 ПМ-18 на 80 тонн з функцією повісного зважування - технологія, яка дозволяє визначати навантаження на кожній осі АТЗ і отримати загальну вагу автомобіля. Завдяки чому на підприємство не потрібно встановлювати 2 різних вагових комплексу. При визначенні навантаження на кожную ось АТЗ (автопоїзда) похибка становить до 2 %, а точність показань становить 0,1 % від загальної маси [124].



Рисунок 3.8 – Ваговий комплекс 80ВА-1-2ПМ-18 [124]

Алгоритм зважування автомобіля (повісного) на вагах складається з наступної послідовності: Автопоїзд рухається по вагах зі швидкістю до 5 км / год і зупиняється. У результаті на ваговому індикаторі відображаються дані про навантаження на кожну вісь та повна маса автомобіля. Ці дані передаються до системи оперативного контролю. Паралельно в автоматичному режимі формується товарно-транспортна накладна для кожного відправлення. Як додаткову опцію доступне підключення термопринтера, за допомогою якого роздруковуються результати зважування ТЗ.

Переваги технології визначення навантаження також полягають у прискоренні транспортного потоку: визначення навантаження на вісь і повної маси автомобіля виконується в процесі одного зважування.

Довжина платформи вагового комплексу може варіюватись від 18 до 24 м, а ширина становить 3 м. Платформа вагового комплексу складається з декількох секцій завдовжки 6 м кожна, а його монтаж займає всього 2 дні. Ваговий комплекс оснащено ортотропною ваговою платформою з оптимально розташованою слідовою секцією на ортотропних несучих балках, завдяки чому досягається рівномірний розподіл навантажень. Конструкція поперечної балки – електрозварний Т-тавр, що дозволяє звести до мінімуму обертання поперечної балки [124].

Ваговий комплекс обладнано індикатором ваги серії 3590 ETD, який застосовується для зважування АТЗ і передає оброблену інформацію до АРМ відповідних операторів. Загальні характеристики вагового індикатора 3590 ETD [124]:

- сенсорний графічний дисплей;
- вбудована незалежна пам'ять;
- створення, редагування шаблонів друку;
- можливість підключення до принтерів і етикетувальники;
- 2 послідовні порти RS232;
- 1 послідовний порт RS232 / RS485;
- збереження даних, годинник в реальному часі;
- корпус із захистом IP65;
- габарити: 278×125×186 мм.

Автомобільні ваги вантажопідйомністю 80 тонн є двохінтервальними. При статичному зважуванні автомобіля масою до 60 т ціна ділення становить 20 кг, а понад 60 т – 50 кг. Платформа встановлюється на аналогові або цифрові тензометричні датчики 3-го класу точності С3. Для підвищення точності автомобільні ваги встановлюються на тензодатчики класу точності С5. Технічні характеристики електронного обладнання вагового комплексу представлені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики вагового комплексу 80ВА-1-2ПМ-18 [124]

Статичне зважування автомобіля		
Максимальна вантажопідйомність, т	80	
	Двохінтервальні	
Інтервали зважування	1-й інтервал	2-й інтервал
Найбільша границя зважування, Max, т	Max1 = 60	Max2 = 80
Найменша границя зважування, Min, т	0,4	
Ціна поділу= ціна повірочного поділу, кг	d1=e1=20	d2=e2=50
Межі допустимої похибки при контролі в експлуатації, кг	від Min до 10 т: ± 20 від 10 т до 40 т: ± 40 від 40 т до 60 т: ± 60	від 60 т до 80 т: ± 100
Визначення навантаження на вісь		
Найбільша межа зважування на вісь, (Max), т	20...50	
Найменша границя зважування, (Min), т	1	
Клас точності тензометричного датчика	С3	
Відстань передачі даних, до м.	50	
Дискретність (d) і ціна повірочної поділки (e) при визначенні навантаження на вісь, кг	10 / 20 / 50 / 100	
Клас точності вагового комплексу згідно з ДСТУ OIML R 134-1: 2010	2; 5	
Межі допустимої відносної похибки при експлуатації,% (процентна частина від умовного значення маси транспортного засобу), не більше	2/5/10	
Напрямок руху при зважуванні	двосторонній	
Швидкість АТЗ при зважуванні, км / год	до 5	
Діапазон робочих температур, 0С: вантажоприймальна платформа, тензодатчики ваговимірювальний контролер	від -30 до +70 від -10 до +40	
Напруга живлення, В	220 (160-240)	
Ступінь захисту по ДСТУ EN 60529: 2014 року, не менше: тензодатчики ваговимірювальний контролер	IP68 IP54	

Детектори транспорту є елементами інфраструктури, до яких була можливість доступу під час проведення експериментального дослідження. Детектор транспорту являє собою технічний засіб, що призначений для реєстрації кількості транспортних засобів, які проходять через перетин дороги, визначення параметрів транспортних потоків тощо. Ці дані необхідні для реалізації алгоритмів гнучкого регулювання, розрахунку або автоматичного вибору програми управління дорожнім рухом.

Як стандартне обладнання для детектування транспортних потоків застосовувались радіолокаційні детектори транспортних потоків «Аркен–Кросс» (рис. 3.9) є однією із ключових складових інтелектуальної транспортної системи та моніторингу дорожнього руху, оскільки він дає можливість отримувати інформацію про транспортний потік і завантаженість основних ділянок вулично-дорожньої мережі міста або траси [125]. Технічні характеристики детектора транспорту представлені у (табл. 3.6) [126].



Рисунок 3.9 – Детектор транспорту

Датчики детекторів бачать усі рухомі або зупинені транспортні засоби, включаючи більш дрібні транспортні засоби, такі як мотоцикли та велосипеди, на під'їздах до перехрестя. Отримані дані використовуються в централізованих, децентралізованих системах управління та додатках ІТС. Детектор «Аркен Кросс» функціонує в режимі реального часу, що дозволяє використовувати його для

побудови адаптивних автоматизованих систем управління. Радіолокаційна технологія дозволяє правильно розрізнити смуги руху у разі виявлення як рухомих, так і зупинених транспортних засобів, забезпечуючи найбільш точні дані. Багатопроміньовий датчик має 16 спрямованих приймально-передавальних антен розташованих таким чином, щоб перекрити сектор в 90°. Антени перемикаються одна за одною, таким чином здійснюється сканування області.

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики детектора «Аркен Крос»

Назва параметра	Показник
Споживана потужність	9 Вт
Напруга живлення	10–28 В (пост.)
Маса	1,9 кг
Фізичні габарити	33,5×26,9×8,4 см
Конектор	MIL-C-26482
Діапазон виявлення	від 1,8 м до 42,7 м
Кут огляду	90°
Кількість радарів	16
Горизонтальний кут огляду	90°
Ширина смуги пропускання на передачу	245 МГц
Кількість радіочастотних каналів	8
Інтервал позиціонування смуги руху	0,3 м

Сканування відбувається 3600 раз за секунду, що дозволяє безперервно відстежувати транспортні засоби, відрізнити смуги й точно виявляти присутність рухомих і зупинилися біля СТОП-лінії транспортні засоби. «Аркен Крос» є FMCW-радаром, який дозволяє вимірювати як швидкість, так і відстань до об'єктів. Це дає можливість точно призначати виявлені транспортні засоби на смуги руху.

При скануванні детектор створює двомірне зображення транспортних засобів. Наявність 16 антен дозволяє безперервно відстежувати траєкторію руху всіх об'єктів, а спеціальні алгоритми не дозволяють втрачати об'єкти з виду при тимчасовому перекритті більш дрібних об'єктів більшими. «Аркен Крос» володіє високою роздільною здатністю. Кожен із 16 секторів розбивається на безліч дрібних зон, з можливістю незалежної настройки чутливості. Це дозволяє

використовувати датчик максимально ефективно при будь-якої інтенсивності дорожнього руху. Датчик дозволяє закрити до 10 смуг руху навіть на зігнутих дорогах за допомогою гнучкого розміщення зон.

Програмне забезпечення дозволяє користувачеві створювати зони в будь-якій точці 90-градусної зони виявлення.

Під час експериментальних досліджень використовувалось зазначене обладнання в комбінаціях його поєднання згідно із завданнями кожного з етапів.

3.4.3. Особливості формування предметної області системи спостереження в частині складових об'єктів автоматизації вантажного ТЗ (автопоїзду) категорії N3

Для формування інформаційної моделі, предметна область системи моніторингу в частині складових об'єктів автоматизації вантажного ТЗ (автопоїзду) категорії N3 (табл. 3.7) для дослідження паливної економічності була розподілена на основні інформаційні об'єкти (множини компонентів).

Таблиця 3.7 – Множина об'єктів автоматизації ТЗ категорії N3

№	Позначення	Найменування
1	<i>O_{ТЗ 1.1}</i>	Блок збирання і передачі інформації від двигуна ТЗ
2	<i>O_{ТЗ 1.2}</i>	Блок збирання і передачі інформації про витрату палива ТЗ
3	<i>O_{ТЗ 1.3}</i>	Блок збирання і передачі інформації про забезпечення значень викидів забруднюючих речовин
4	<i>O_{ТЗ 1.4}</i>	Блок збирання і передачі інформації про результати діагностування технічного стану ТЗ
5	<i>O_{ТЗ 1.5}</i>	Блок збирання і передачі інформації від ТЗ про параметри технічного стану
6	<i>O_{ТЗ 1.6}</i>	Блок збирання і передачі інформації про умови експлуатації ТЗ
7	<i>O_{ТЗ 1.7}</i>	Блок збирання і передачі інформації про ідентифікацію ТЗ

Спочатку розглядаємо предметну область вантажного ТЗ, потім окремі складові компонентів (у частині досліджуваних множин), а потім представимо загальні положення щодо функціонала предметної області загалом для ТЗ.

На виконання вище викладеного складові формули (2.23) представлено у формалізованому вигляді та в таблицях 3.7 – 3.9 для ТЗ.

Множина об'єктів автоматизації для вантажного ТЗ (2.23) представляється у вигляді виразу $O_{T3} = \{O_{T3m} | m_{T3} = 1, 7\}$, при цьому $P_{T3}(O_{T3}) = 7$ і звуженої області визначення функції інформаційної системи.

Залежно від технічних особливостей і математичного опису складових, модель описує для відповідного напрямку автоматизації усіх необхідних інформаційних елементів (вхідних та вихідних даних), а саме повної множини інформаційних елементів $V_{T3} = \{v_{T3l} | l_{T3} = 1, L_{T3}\}$ (табл. 3.8), де $V_{T3} = \{v_{T3l} | l_{T3} = 1, 60\}$, $P_{T3}(V_{T3}) = 60$, де $P_{T3}(V_{T3})$ – встановлена кількість елементів множини інформаційних елементів; l_{T3} – обмеження функції і частині звуження області визначення досліджуваної функції на множині окремих інформаційних елементів.

Таблиця 3.8 – Множина інформаційних елементів об'єктів автоматизації ТЗ категорії N3

№	Позначення	Найменування
1	2	3
1	$v_{T3 1}$	Тиск моторної оливи (наявність нормального тиску моторного мастила)
2	$v_{T3 2}$	Температура охолоджувальної рідини двигуна
3	$v_{T3 3}$	Частота обертання двигуна
4	$v_{T3 4}$	Положення колінчастого валу
5	$v_{T3 5}$	Положення розподільного валу
6	$v_{T3 6}$	Температура у впускному колекторі
7	$v_{T3 7}$	Тиск повітря у впускному колекторі
8	$v_{T3 8}$	Масова витрата повітря
9	$v_{T3 9}$	Тиск палива в паливному ресивері
10	$v_{T3 10}$	Тиск парів в системі подачі палива
11	$v_{T3 11}$	Кут випередження впорскування
12	$v_{T3 12}$	Абсолютне положення дроселя
13	$v_{T3 13}$	Відносне положення дроселя
14	$v_{T3 14}$	Абсолютне значення навантаження на двигун
15	$v_{T3 15}$	Кількість мотогодин
16	$v_{T3 16}$	Дистанційне керування ТЗ (двигун, гальма)
17	$v_{T3 17}$	Напруга бортової мережі (акумуляторної батареї) ТЗ
18	$v_{T3 18}$	Напруга в системі керування двигуном
19	$v_{T3 19}$	Рівень палива в баку ТЗ
20	$v_{T3 20}$	Миттєва витрата палива, літр / км (км / літр)
21	$v_{T3 21}$	Середня витрата палива, літр / км (км / літр)
22	$v_{T3 22}$	Витрата палива на 100 км пробігу (встановлена відстань)
23	$v_{T3 23}$	Середня витрата палива на 100 км. Пробігу
24	$v_{T3 24}$	Передбачувана витрата палива на відповідний пробіг

Закінчення таблиці 3.8

1	2	3
25	$v_{T3\ 25}$	Положення педалі акселератора (дозуючого органу)
26	$v_{T3\ 26}$	Температура відпрацьованих газів (ВГ) у випускному колекторі
27	$v_{T3\ 27}$	Викиди відпрацьованих газів, г / км
28	$v_{T3\ 28}$	Викиди відпрацьованих газів, середні, г / км
29	$v_{T3\ 29}$	Напруга на датчику відпрацьованих газів №1
30	$v_{T3\ 30}$	Напруга на датчику відпрацьованих газів №2
31	$v_{T3\ 31}$	Пробіг (відстань) від моменту появи похибки (несправності), км
32	$v_{T3\ 32}$	Час пробігу ТЗ від моменту появи похибки (несправності), с
33	$v_{T3\ 33}$	Виявлення несправності
34	$v_{T3\ 34}$	Розпізнавання несправності
35	$v_{T3\ 35}$	Попередження про наявність несправності
36	$v_{T3\ 36}$	Передача інформації про визначену несправність
37	$v_{T3\ 37}$	Крутний момент транспортного двигуна (в русі ТЗ)
38	$v_{T3\ 38}$	Потужність двигуна ТЗ на пересування (в русі ТЗ)
39	$v_{T3\ 39}$	Прискорення ТЗ (загальне, при встановленні додаткових датчиків))
40	$v_{T3\ 40}$	Режими активного круїз-контролю
41	$v_{T3\ 41}$	Режими ТО
42	$v_{T3\ 42}$	Навантаження на другу вісь ТЗ
43	$v_{T3\ 43}$	Швидкість ТЗ (GPS)
44	$v_{T3\ 44}$	Швидкість ТЗ (OBD)
45	$v_{T3\ 45}$	Порівняння (різниця) значень швидкостей GPS і OBD
46	$v_{T3\ 46}$	Пробіг (відстань) ТЗ загальний, км
47	$v_{T3\ 47}$	Пробіг (відстань) від початку вимірювань, км
48	$v_{T3\ 48}$	Пробіг (відстань) добовий, км
49	$v_{T3\ 49}$	Час пробігу ТЗ, с
50	$v_{T3\ 50}$	Час пробігу ТЗ загальний, с
51	$v_{T3\ 51}$	Час пробігу ТЗ в русі, загальний, с
52	$v_{T3\ 52}$	Час відстою ТЗ загальний, с
53	$v_{T3\ 53}$	Час пробігу ТЗ після запуску двигуна, с
54	$v_{T3\ 54}$	Номер сесії моніторингу (вимірювання на відповідному кроці сесії)
55	$v_{T3\ 55}$	Середня температура навколишнього середовища
56	$v_{T3\ 56}$	Середній тиск навколишнього середовища (за наявності відповідного датчика)
57	$v_{T3\ 57}$	Координата ТЗ – довгота (GPS)
58	$v_{T3\ 58}$	Координата ТЗ – широта (GPS)
59	$v_{T3\ 59}$	CAN ідентифікатор ТЗ (VIN-код)
60	$v_{T3\ 60}$	Час збирання інформації

Функція автоматизації системи спостереження за параметрами ТЗ категорії N3, що мають моделюватися системою моніторингу $F_{T3} = \{f_{T3i} | i_{T3} = \overline{1, I_{T3}}\}$, визначається за виразом $F_{T3} = \{f_{T3i} | i_{T3} = \overline{1, 22}\}$, $P_{T3}(F_{T3}) = 22$ (табл. 3.9) де $P_{T3}(F_{T3})$ – кількість складових елементів автоматизації.

Таблиця 3.9 – Функції автоматизації інформаційної системи моніторингу параметрів стану ТЗ категорії N3

№	Позначення	Найменування
1	$f_{T3 1}$	Періодичне збирання даних параметрів двигуна ТЗ за інтервал часу Δt
2	$f_{T3 2}$	Періодичне збирання даних параметрів витрати палива ТЗ за інтервал часу Δt
3	$f_{T3 3}$	Періодичне збирання даних параметрів щодо забезпечення екологічної безпеки ТЗ за інтервал часу Δt
4	$f_{T3 4}$	Періодичне збирання параметрів щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ за інтервал часу Δt
5	$f_{T3 5}$	Періодичне збирання даних параметрів транспортного засобу за інтервал часу Δt
6	$f_{T3 6}$	Періодичне збирання даних параметрів щодо умов експлуатації ТЗ за інтервал часу Δt
7	$f_{T3 7}$	Періодичне збирання даних щодо інформації про ідентифікацію ТЗ за інтервал часу Δt
8	$f_{T3 8}$	Прогнозування значень параметрів двигуна ТЗ
9	$f_{T3 9}$	Прогнозування значень параметрів витрати палива ТЗ
10	$f_{T3 10}$	Прогнозування значень параметрів забезпечення екологічної безпеки ТЗ
11	$f_{T3 11}$	Прогнозування значень параметрів щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ
12	$f_{T3 12}$	Прогнозування значень параметрів ТЗ
13	$f_{T3 13}$	Прогнозування значень параметрів щодо умов експлуатації ТЗ
14	$f_{T3 14}$	Прогнозування значень параметрів щодо інформації про ідентифікацію ТЗ
15	$f_{T3 15}$	Формування звітів за параметрами двигуна ТЗ
16	$f_{T3 16}$	Формування звітів за параметрами витрати палива ТЗ
17	$f_{T3 17}$	Формування звітів за параметрами забезпечення екологічної безпеки ТЗ
18	$f_{T3 18}$	Формування звітів за параметрами щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ
19	$f_{T3 19}$	Формування звітів за параметрами ТЗ
20	$f_{T3 20}$	Формування звітів за параметрами умов експлуатації ТЗ
21	$f_{T3 21}$	Формування звітів за параметрами щодо інформації про ідентифікацію ТЗ
22	$f_{T3 22}$	Забезпечення актуальності даних для прогнозування параметрів

Основні задачі обробки даних (завдання, процедури) системи інформаційного моніторингу параметрів ТЗ категорії N3 $H_{T3} = \{h_{T3j} | j_{T3} = \overline{1, J_{T3}}\}$ мають вигляд $H_{T3} = \{h_{T3j} | j_{T3} = 1, 21\}$, $P_{T3}(H_{T3}) = 21$ (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Основні задачі та процедури обробки даних системи моніторингу параметрів ТЗ категорії N3

№	Позначення	Найменування
1	$h_{T3 1}$	Періодичне додавання в БД значень параметрів двигуна ТЗ
2	$h_{T3 2}$	Періодичне додавання в БД значень параметрів витрати палива ТЗ
3	$h_{T3 3}$	Періодичне додавання в БД значень параметрів забезпечення екологічної безпеки ТЗ
4	$h_{T3 4}$	Періодичне додавання в БД значень параметрів щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ
5	$h_{T3 5}$	Періодичне додавання в БД значень параметрів ТЗ
6	$h_{T3 6}$	Періодичне додавання в БД значень параметрів щодо умов експлуатації ТЗ
7	$h_{T3 7}$	Періодичне додавання в БД значень параметрів щодо інформації про ідентифікацію ТЗ
8	$h_{T3 8}$	Видалення даних параметрів двигуна ТЗ із бази даних (БД) у випадку втрати їх актуальності
9	$h_{T3 9}$	Видалення даних параметрів витрати палива ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності
10	$h_{T3 10}$	Видалення даних параметрів щодо забезпечення екологічної безпеки ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності
11	$h_{T3 11}$	Видалення даних параметрів щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ у випадку втрати їх актуальності
12	$h_{T3 12}$	Видалення даних параметрів транспортного засобу із БД у випадку втрати їх актуальності
13	$h_{T3 13}$	Видалення даних параметрів щодо умов експлуатації ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності
14	$h_{T3 14}$	Видалення даних параметрів щодо інформації про ідентифікацію ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності
15	$h_{T3 15}$	Вибирання даних з БД за параметрами двигуна ТЗ для їх аналізу і прогнозування
16	$h_{T3 16}$	Вибирання даних з БД за параметрами витрати палива ТЗ для їх аналізу і прогнозування
17	$h_{T3 17}$	Вибирання даних з БД за параметрами щодо забезпечення екологічної безпеки ТЗ для їх аналізу і прогнозування
18	$h_{T3 18}$	Вибирання даних з БД за параметрами щодо результатів діагностування технічного стану ТЗ для їх аналізу і прогнозування
19	$h_{T3 19}$	Вибирання даних з БД за параметрами транспортного засобу для їх аналізу і прогнозування
20	$h_{T3 20}$	Вибирання даних з БД за параметрами щодо умов експлуатації ТЗ для їх аналізу і прогнозування
21	$h_{T3 21}$	Вибирання даних з БД за параметрами щодо інформації про ідентифікацію ТЗ для їх аналізу і прогнозування

Для множин користувачів $P_{T3} = \{p_{T3k} | k_{T3} = \overline{1, K_{T3}}\}$ формування множини значень, що характеризує їхній склад (табл. 3.11), представляється у вигляді $P_{T3} = P_{tg} = P_{tr} = P_{\Phi COi} = \{p_{T3k} | k_{T3} = p_{tgk} | k_{tg} = p_{trk} | k_{tr} = p_{\Phi COik} | k_{\Phi COi} = \overline{1, 3}\}$,
 $P_{T3B}(P_{T3B1}) = P_{tg}(P_{tg1}) = P_{tr}(P_{tr1}) = P_{\Phi COi}(P_{\Phi COi1}) = 3$.

Таблиця 3.11 – Склад персоналу, який при експлуатації забезпечує моніторинг параметрів витрати палива і технічного стану ТЗ категорії N3

№	Позначення	Найменування
1	$P_{T31}; P_{tg1};$ $P_{tr1}, P_{\Phi CO1}$	Технічний оператор робочого місця мережі моніторингу ТЗ: інженер, механік, менеджер
2	$P_{T32}; P_{tg2};$ $P_{tr2}, P_{\Phi CO2}$	Черговий оператор: реагування на аварійні сигнали
3	$P_{T33}; P_{tg3};$ $P_{tr3}, P_{\Phi CO3}$	Представник служби сервісу (виробника)

Формування і аналіз інформаційної моделі предметної області ТЗ категорії N3 і всіх його рівнянь (2.23) проводимо відповідно до відомих принципів обробки й формування інформаційних моделей [5; 20; 61; 75].

За аналогією наводимо основні інформаційні елементи об'єктів автоматизації складових компонентів ТЗ (Додаток Б) [5; 20].

Визначення множини елементів системи моніторингу витрати палива і технічного стану ТЗ виконувалось так: до елементів множини об'єктів (O) автоматизації, додавали елементи множин інформаційних елементів об'єктів (V) автоматизації і індексували їх. У результаті отримали: для системи моніторингу технічного стану ТЗ категорії N3 - $D_{T3} = \{d | l_{T3} = \overline{1, 67}\}$, $P_{T3}(D_{T3}) = 67$; для ТЗ, обладнаного реєстратором – тахографом $D_{tg} = \{d | l_{tg} = \overline{80, 99}\}$, $P_{tg}(D_{tg}) = 20$; для ТЗ, обладнаного реєстратором-трекером $D_{tr} = \{d | l_{tr} = \overline{120, 134}\}$, $P_{tr}(D_{tr}) = 1$; для моніторингу фізичного стану операторів (реєстратором) $D_{\Phi COi} = \{d | l_{\Phi COi} = \overline{1, 11}\}$, $P_{\Phi CO}(D_{\Phi CO}) = 11$. Додаткові елементи об'єктів автоматизації ТЗ категорії N3 без повторювання вже відомих інформаційних елементів для об'єктів автоматизації (табл. 3.8) наведено в табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Додаткові елементи об’єктів автоматизації ТЗ категорії N3 в запропонованій системі моніторингу

№	Позначення	Найменування
61	$v_{T3\ 61}$	Блок збирання і передачі інформації від двигуна ТЗ
62	$v_{T3\ 62}$	Блок збирання і передачі інформації про витрату палива ТЗ
63	$v_{T3\ 63}$	Блок збирання і передачі інформації про забезпечення екологічної безпеки ТЗ
64	$v_{T3\ 64}$	Блок збирання і передачі інформації про результати діагностування технічного стану ТЗ
65	$v_{T3\ 65}$	Блок збирання і передачі інформації від транспортного засобу
66	$v_{T3\ 66}$	Блок збирання і передачі інформації про умови експлуатації ТЗ
67	$v_{T3\ 67}$	Блок збирання і передачі інформації про ідентифікацію ТЗ

Для отриманих множин структурних елементів моделі системи моніторингу витрати палива та параметрів технічного стану ТЗ категорії N3 складена матриця $B = \|b_{ij}\|$ семантичної суміжності, тобто квадратна бінарна матриця. Вона проіндексована за двома осями множини елементів структури D (3.2).

Множина передування $C(d_i)$ сформована з елементів, що відповідають одиничним записам у i -му стовпці, а множина $F(d_i)$ сформована з елементів, які відповідають одиничним записам у i -му рядку матриці семантичної досяжності A .

Аналіз множини складових $C(d_i)$ дозволяє виділити основні типи структурних елементів, а саме інформаційні елементи та групи.

Розрахунково були визначені множини передування і досяжності для кожного складового структурного елемента системи моніторингу й оперативного контролю витрати палива й параметрів стану вантажного ТЗ категорії N3:

$$\forall_{T31, i=1, \dots, 59} C(d_i) = \varnothing, C_{T31}(d_{T361}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 1, \dots, 18, 60 \right\},$$

$$C_{T31}(d_{T362}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 19, \dots, 25, 60 \right\}, C_{T31}(d_{T363}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 26, \dots, 30, 60 \right\},$$

$$C_{T31}(d_{T364}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 31, \dots, 36, 60 \right\}, C_{T31}(d_{T365}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 37, \dots, 42, 60 \right\},$$

$$C_{T31}(d_{T366}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 43, \dots, 58, 60 \right\}, C_{T31}(d_{T367}) = \left\{ \frac{d_i}{i} = 59, 60 \right\}.$$

Отримана множина елементів інформаційної системи моніторингу витрати палива та параметрів стану ТЗ категорії N3 з урахуванням функціональних можливостей встановленого обладнання D^0 авторами була отримана й має вигляд $D_{T31}^0 = \{d_{T31} - d_{T359}\}$, а отримана множина елементів групи (груповий елемент) D^c був визначений з виразу $D_{T31}^c = D \setminus D^0 = \{d_{T361}, d_{T362}, d_{T363}, d_{T364}, d_{T365}, d_{T366}, d_{T367}\}$.

На основі застосування інтелектуальних транспортних систем визначили існуючий загальний інформаційний елемент для інформаційних груп системи моніторингу ТЗ (табл. 3.13).

Таблиця 3.13 - Типи структурних елементів інформаційної системи витрати палива та параметрів технічного стану ТЗ категорії N3

№	Позначення	Найменування	Тип даних
1	2	3	4
1	d_{T31}	Тиск моторної оливи (наявність нормального тиску моторного мастила)	Дійсний
2	d_{T32}	Температура охолоджувальної рідини двигуна	Дійсний
3	d_{T33}	Частота обертання двигуна	Дійсний
4	d_{T34}	Положення колінчастого вала	Дійсний
5	d_{T35}	Положення розподільного вала	Дійсний
6	d_{T36}	Температура у впускному колекторі	Дійсний
7	d_{T37}	Тиск повітря у впускному колекторі	Дійсний
8	d_{T38}	Масова витрата повітря	Дійсний
9	d_{T39}	Тиск палива в паливному ресивері	Дійсний
10	d_{T310}	Тиск парів в системі подачі палива	Дійсний
11	d_{T311}	Кут випередження впорскування	Дійсний
12	d_{T312}	Абсолютне положення дроселя	Дійсний
13	d_{T313}	Відносне положення дроселя	Логічний
14	d_{T314}	Абсолютне значення навантаження на двигун	Логічний
15	d_{T315}	Кількість мотогодин	Логічний
16	d_{T316}	Дистанційне керування ТЗ (двигун, гальма)	Логічний
17	d_{T317}	Напруга бортової мережі (акумуляторної батареї) ТЗ	Дійсний
18	d_{T318}	Напруга в системі керування двигуном	Дійсний
19	d_{T319}	Рівень палива в баку ТЗ	Логічний
20	d_{T320}	Миттєва витрата палива, літр / км (км / літр)	Логічний
21	d_{T321}	Середня витрата палива, літр / км (км / літр)	Логічний
22	d_{T322}	Витрата палива на 100 км пробігу (встановлена відстань)	Логічний
23	d_{T323}	Середня витрата палива на 100 км пробігу	Логічний
24	d_{T324}	Передбачувана витрата палива на відповідний пробіг	Логічний
25	d_{T325}	Положення педалі акселератора (дозуючого органу)	Логічний
26	d_{T326}	Температура відпрацьованих газів (ВГ) у впускному колекторі	Дійсний

Закінчення таблиці 3.13

1	2	3	4
27	$d_{T3\ 27}$	Викиди відпрацьованих газів, г / км	Логічний
28	$d_{T3\ 28}$	Викиди відпрацьованих газів, середні, г / км	Логічний
29	$d_{T3\ 29}$	Напруга на датчику відпрацьованих газів № 1	Дійсний
30	$d_{T3\ 30}$	Напруга на датчику відпрацьованих газів № 2	Дійсний
31	$d_{T3\ 31}$	Пробіг (відстань) від моменту появи похибки (несправності), км	Дійсний
32	$d_{T3\ 32}$	Час пробігу ТЗ від моменту появи похибки (несправності), с	Дійсний
33	$d_{T3\ 33}$	Виявлення несправності	Логічний
34	$d_{T3\ 34}$	Розпізнавання несправності	Логічний
35	$d_{T3\ 35}$	Попередження про наявність несправності	Логічний
36	$d_{T3\ 36}$	Передача інформації про визначену несправність	Дійсний
37	$d_{T3\ 37}$	Крутний момент двигуна (в русі ТЗ)	Логічний
38	$d_{T3\ 38}$	Потужність двигуна ТЗ на пересування (в русі ТЗ)	Логічний
39	$d_{T3\ 39}$	Прискорення ТЗ (загальне, при встановленні додаткових датчиків))	Логічний
40	$d_{T3\ 40}$	Режими активного круїз-контролю	Логічний
41	$d_{T3\ 41}$	Режими ТО	Логічний
42	$d_{T3\ 42}$	Навантаження на другу вісь ТЗ	Логічний
43	$d_{T3\ 43}$	Швидкість ТЗ (GPS)	Дійсний
44	$d_{T3\ 44}$	Швидкість ТЗ (OBD)	Дійсний
45	$d_{T3\ 45}$	Порівняння (різниця) значень швидкостей GPS і OBD	Дійсний
46	$d_{T3\ 46}$	Пробіг (відстань) ТЗ загальний, км	Дійсний
47	$d_{T3\ 47}$	Пробіг (відстань) від початку вимірювань, км	Дійсний
48	$d_{T3\ 48}$	Пробіг (відстань) добовий, км	Дійсний
49	$d_{T3\ 49}$	Час пробігу ТЗ, с	Логічний
50	$d_{T3\ 50}$	Час пробігу ТЗ загальний, с	Логічний
51	$d_{T3\ 51}$	Час пробігу ТЗ в русі, загальний, с	Логічний
52	$d_{T3\ 52}$	Час відстою ТЗ загальний, с	Логічний
53	$d_{T3\ 53}$	Час пробігу ТЗ після запуску двигуна, с	Логічний
54	$d_{T3\ 54}$	Номер сесії моніторингу (вимірювання на відповідному кроці сесії)	Дійсний
55	$d_{T3\ 55}$	Середня температура навколишнього середовища	Дійсний
56	$d_{T3\ 56}$	Середній тиск навколишнього середовища (за наявності відповідного датчика)	Дійсний
57	$d_{T3\ 57}$	Координата ТЗ – довгота (GPS)	Дійсний
58	$d_{T3\ 58}$	Координата ТЗ – широта (GPS)	Дійсний
59	$d_{T3\ 59}$	CAN ідентифікатор ТЗ (VIN-код)	Дійсний
60	$d_{T3\ 60}$	Час збирання інформації	Дата

З метою використання розробленої системи в практиці експлуатації ТЗ для дослідження паливної економічності для інформаційної моделі виконано формування предметної області системи спостереження в частині об'єктів автоматизації складових вантажного ТЗ (автопоїзду) категорії N3, яка була

розподілена на основні об'єкти (інформаційні множини компонентів). Розглянута предметна область вантажного ТЗ в умовах експлуатації, окремі складові компоненти (в частині досліджуваних множин). На основі застосування інтелектуальних транспортних систем визначили існуючий загальний інформаційний елемент для інформаційних груп системи моніторингу ТЗ.

3.4.4. Оцінка похибки приладів і вимірювань

Похибки вимірювань при випробуваннях оцінювались відповідно до методу вимірювань, який застосовувався, і за методиками, що наведені в [127-129].

У процесі проведення одноразових прямих і непрямих вимірювань похибки вимірювань визначаються похибками вимірювальних приладів, що застосовуються. Основні технічні дані та характеристики аналого-цифрових перетворювачів визначались можливостями ПК.

Перелічене свідчить про те, що прилади й вимірювальне обладнання відповідають вимогам щодо вимірювальної апаратури.

При виконанні експериментальних досліджень здійснювались прямі та непрямі багаторазові вимірювання.

При прямому вимірюванні похибки визначались таким чином. При n вимірюваннях визначалось середнє арифметичне A та середньоквадратична абсолютна похибка [129]:

$$\sigma_A = \pm \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2}{n(n-1)}}, \quad (3.3)$$

де $\varepsilon_n = A - a_n$ – відхилення результату окремого вимірювання від середнього арифметичного.

За середньоквадратичною абсолютною похибкою визначалась гранична абсолютна похибка, перевищення якої мало ймовірно $\sigma_{max} \approx 3\sigma_A$, найімовірніші абсолютна $\rho_A \approx \frac{2}{3}\sigma_A$ та відносна $\delta = \pm \frac{\rho}{A}$ похибки. При однократному вимірюванні використовувалась гранична абсолютна похибка, у ролі якої приймалась найменша

ціна поділки приладу. При визначенні параметра за декількома заміряними величинами він розглядається як функція декількох аргументів $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Гранична абсолютна похибка визначалась за залежністю [128; 129]:

$$\varepsilon_y = \pm \left(\left| \frac{df}{dx_1} dx_1 \right| \pm \left| \frac{df}{dx_2} dx_2 \right| \pm \dots \pm \left| \frac{df}{dx_n} dx_n \right| \right), \quad (3.4)$$

де $\frac{df}{dx_1}, \frac{df}{dx_2}, \dots, \frac{df}{dx_n}$ – окремі похідні функції; dx_1, dx_2, \dots, dx_n – абсолютні похибки величин, що вимірюються безпосередньо.

Відносна похибка в цьому випадку дорівнює диференціалу натурального логарифма функції, що розглядається:

$$\delta_y = \pm \frac{\varepsilon_y}{y} = \pm d|\ln y| \quad (3.5)$$

Для оцінювання адекватності і точності запропонованих у монографії моделей, а також ступеня оптимальності структури моделі у підсистемах використовували відповідні залежності.

3.5. Особливості застосування інформаційної системи оперативного контролю витрати палива та параметрів технічного стану ТЗ категорії N3 для дослідження паливної економічності автопоїздів в умовах експлуатації

Для забезпечення виконання експериментального дослідження використовувались можливості розробленої системи дистанційного моніторингу витрати палива ТЗ категорії N3.

Інформаційний обмін у процесах моніторингу витрати палива та технічного стану ТЗ категорії N3 забезпечувався наявними мережами зв'язку, за допомогою яких була можливість передавати цифрові, голосові дані, відеодані. Оперативне управління здійснювалось з АРМ диспетчера та АРМ інженера відділу експлуатації, між якими в системі існують горизонтальні лінії зв'язку, що мінімізує витрати часу на погодження дій та управлінських впливів [6; 75].

Основною метою побудови та запуску в експериментальне функціонування системи дистанційного моніторингу параметрів експлуатації ТЗ було забезпечення працездатності та безперебійного функціонування побудованої системи й забезпечення стійкої інформаційної взаємодії всіх ланок процесу забезпечення паливної економічності вантажних ТЗ.

Під час моніторингу витрати палива, параметрів технічного стану ТЗ і ФСО зчитувались дані з усіх доступних датчиків, після чого отримана інформація проходила алгоритмічну обробку. У межах алгоритмічної обробки формувались масиви даних та повідомлення, які передавались на вебсервер, після чого надходили до АРМ диспетчера, АРМ інженера служби експлуатації й учасників процесу експлуатації ТЗ категорії N3.

Інтерфейс програмної частини програми оперативного контролю витрати палива інтегрованої до системи моніторингу, доступний із зазначених АРМів, представлений на рис. 3.10. Першочерговим кроком після запуску програми є процес ідентифікації транспортного засобу (сідлового тягача і причепа) та оператора (водія), що підтверджується відповідною інформацією: державним реєстраційним номером ТЗ, VIN-кодом, особистими даними оператора (водія) тощо. Крім того, на цьому етапі є можливість обрати підключення інформаційних джерел, тобто обрання тих груп даних, які необхідні для відповідних умов експлуатації.

Після введення всіх необхідних даних на першому етапі, є можливість переходів до наступних вікон налаштування програми, які виконуються в наступній послідовності: розширена інформація про ТЗ, причіп та операторів (водіїв); моніторинг параметрів причепа (опційно); моніторинг параметрів фізичного стану оператора(ів); основні технічні характеристики поточного стану ТЗ; моніторинг додатково встановлених датчиків ТЗ і причепа; результати діагностування і отримання кодів несправностей; аналіз даних попереднього моніторингу (рис. 3.10, 3.11).

Підключення джерел інформації відбувається за рахунок активації фіксування даних з відповідних штатних та додаткових датчиків, які належать до бортового обладнання ТЗ та до інфраструктури. За необхідності доступне редагування введеної інформації, яка може змінюватись у процесі експлуатації ТЗ.

СУВП
Ідентифікація транспортного засобу (ТЗ), причепу і водія

Інформація про номер реєстрації або VIN-код ТЗ (вихідна)

Інформація про номер реєстрації або VIN-код причепа (вихідна)

ТЗ
Номер державної реєстрації ТЗ: AA5106TA
або VIN-код ТЗ: WDB93403210201120

Причеп
Номер державної реєстрації причепа: AA9711XP
або VIN-код причепа: WKESD000000892999

Ідентифікація водія: Зінченко Сергій Петрович

Умови експлуатації ТЗ
Підключення джерел інформації

- Параметри стану і положення ТЗ і причепа
- Параметри стану водія
- Транспортні умови
- Атмосферно-кліматичні умови
- Дорожні умови
- Ідентифікація ТЗ
- РРД

Далі >

Стартове вікно

Підключення джерел інформації для визначення умов експлуатації ТЗ і стану водія

Ідентифікація водія

а

СУВП
Ідентифікація транспортного засобу (ТЗ), причепа і водія
Інформація вихідна в умовах ITS

Робоче вікно з розширеною робочою областю інформації про ТЗ, причеп і екіпаж

Номер державної реєстрації ТЗ: AA5106TA
або VIN-код ТЗ: WDB93403210201120
Марка ТЗ: Mercedes-Benz Actros 3 1
Група ТЗ: вантажний
Тип ТЗ: вантажний - N3
Модифікація ТЗ: базовий
Рік випуску: 2017

Номер державної реєстрації причепа: AA9711XP
або VIN-код причепа: WKESD000000892999
Марка причепа: Alka
Тип причепа: напівпричеп - O4
Модифікація причепа: базовий
Рік випуску причепа: 2016

Ідентифікація водія 1: Зінченко Сергій Петрович
Ідентифікація водія 2: Петренко Василь Володимир

Контроль СО водія 1: Так Ні
Контроль СО водія 2: Так Ні

Підтвердити дані:

Далі >

Ідентифікація екіпажу, контроль СО

Кнопки «Так» і «Редагувати»

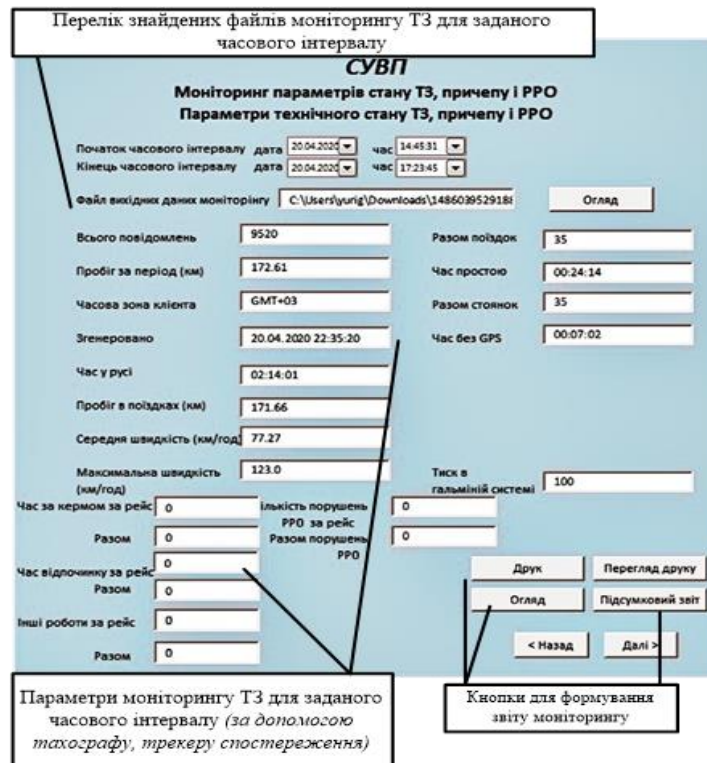
Інформація про ТЗ і причеп

б

Рисунок 3.10 – Робочі вікна налаштувань програми оперативного контролю витрати палива та параметрів технічного стану вантажного ТЗ:
а – стартове вікно програми; б – робоче вікно налаштувань програми



а



б

Рисунок 3.11 – Робочі вікна програми з результатами оперативного контролю витрати палива та параметрів технічного стану вантажного ТЗ

а – вікно програми для діагностування технічного стану ТЗ;

б – вікно програми для перегляду історії моніторингу параметрів ТЗ

Особливістю зазначеної програми моніторингу витрати палива та параметрів технічного стану вантажних ТЗ є його адаптивність до автомобілів з різними характеристиками щодо типу палива (ДП, бензин, газ, газ/бензин, ДП/бензин), екологічного класу (Євро-6, Євро-5, Євро-4, Євро-3, Євро-2, Євро-1, Євро-0), об'єму двигуна тощо.

Збір інформації в межах зазначеної програми здійснюється за такими позиціями (параметрами):

- швидкісні характеристики ТЗ (поточна швидкість в певні моменти часу (км/год), середня швидкість ТЗ (км/год));
- паливовикористання (середня витрата палива за поїздку, середня витрата палива на ділянці, середня витрата палива за певний часовий проміжок, питома витрата палива на ділянці, питома витрата палива за певний часовий проміжок, рівень палива в баку тощо);
- параметри технічного стану ТЗ (значення частоти обертання колінчатого валу ДВЗ транспортного засобу (хв^{-1}), тиск та температура моторної оливи в ДВЗ (МПа), температура охолоджувальної рідини ($^{\circ}\text{C}$)).

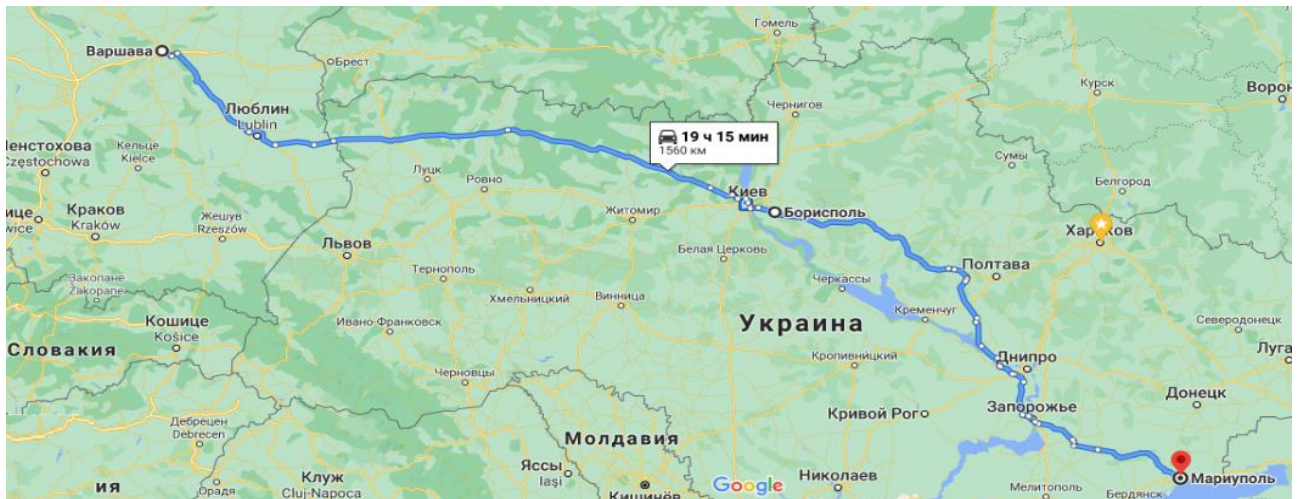
Залежно від функціональних можливостей системи моніторингу та бортового обладнання ТЗ швидкісні характеристики визначаються за GPS або за даними OBD. Характеристики паливовикористання формуються на основі показань штатних датчиків або встановлених додатково у паливних баках ТЗ датчиків рівня палива.

Формування звітів доступне у форматах xls (MS Office Excel), https, PDF або у роздрукованому вигляді на паперовому носії.

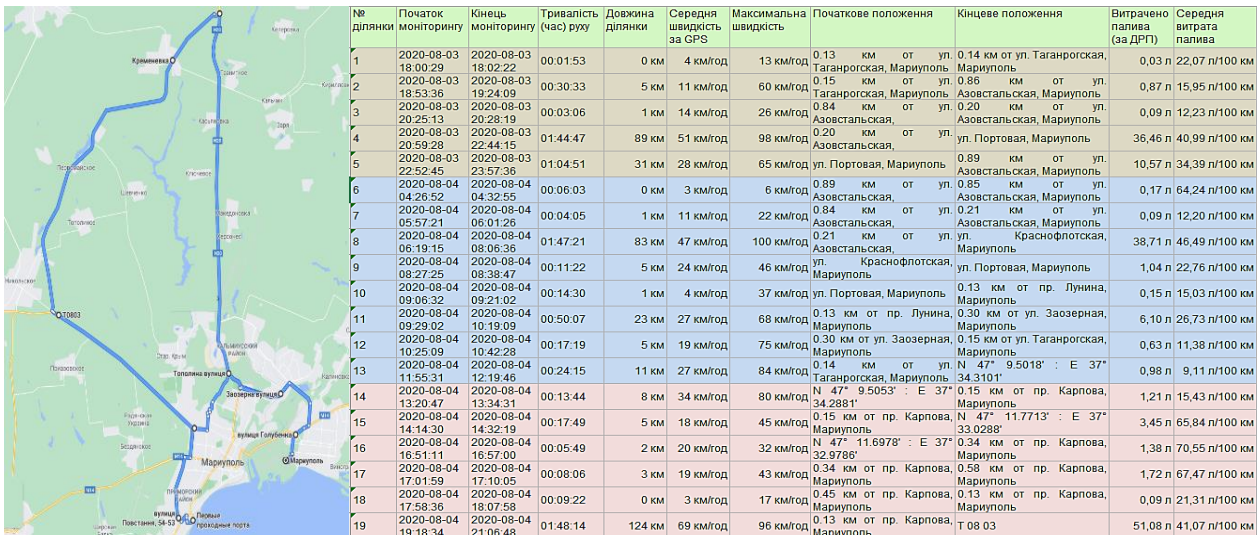
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ТА РОЗРАХУНКОВО-ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Результати експериментальних досліджень вантажних транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем

У результаті експериментальних досліджень ТЗ категорії N3 у частині витрати палива у змінних умовах експлуатації отримані результати для розрахунково-теоретичних досліджень, які згруповані у вигляді таблиць з основними експлуатаційними показниками, інтегрованих у програму Excel (Додаток Г). Фрагменти звітів із результатами проведених вимірювань дослідних параметрів транспортних засобів категорії N3 представлені на рис. 4.1.



№ лп	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	К	Л	М	О	Р	Q	R	S	T		
№ лп	Початок моніторингу	Точка протоколу початкова	Початкове положення (населений пункт)	Координати початкового положення	Кінець моніторингу	Точка протоколу кіцева	Кіньцеве положення (населений пункт)	Координати кіньцеве положення	Тривалість (час) руку	Тривалість (час) простою	Довжина ділянки, км	Середня швидкість на ділянці за GPS, км/год	Середня швидкість на ділянці за OBD, км/год	Максимальна швидкість на ділянці за GPS, км/год	Максимальна швидкість на ділянці за OBD, км/год	Середня витрата палива, л км/год	Обмеження швидкості, км/год	Стовпчик	Зупинки	
1	1	7:12:45	1	Варшава, Польща	52.191718; 20.810	07:35:37	2	Пясечно, Мазовецьке воєводство	52.090580; 21.0	0:22:52	20,70	79,20	78,10	80,00	80,00	26,50	80	0	0	
2	2	7:35:37	2	Пясечно, Мазовецьке воєводство	52.090580; 21.019	07:38:24	2	Пясечно, Мазовецьке воєводство	52.068636; 21.0	0:02:47	2,30	49,20	49,50	50,00	50,00	30,30	50	0	0	
3	3	7:38:24	3	Пясечно, Мазовецьке воєводство	52.068636; 21.035	08:23:43	3	Колбел, Мазовецьке воєводство	52.047527; 21.4	0:45:19	38,60	75,80	76,30	79,00	78,90	26,50	80	0	0	
4	4	8:23:43	4	Колбел, Мазовецьке воєводство	52.047527; 21.432	08:26:16	5	Колбел, Мазовецьке воєводство	52.039935; 21.4	0:01:53	00:00:40	1,40	44,39	44,50	47,80	47,30	30,20	50	0	1
5	5	8:26:16	5	Колбел, Мазовецьке воєводство	52.039935; 21.494	08:42:23	6	Колбел, Мазовецьке воєводство	51.931669; 21.5	0:16:07	20,80	78,49	77,40	79,50	79,50	26,90	80	0	0	
6	6	8:42:23	6	Гарволін, Мазовецьке воєводство	51.931669; 21.588	08:43:58	7	Гарволін, Мазовецьке воєводство	51.872356; 21.5	0:01:35	1,20	45,82	45,30	47,60	47,30	29,70	50	0	0	
7	7	8:43:58	7	Гарволін, Мазовецьке воєводство	51.872356; 21.593	09:12:51	8	Рики, Люблинське воєводство	51.649559; 21.9	0:27:53	00:01:00	35,70	76,49	76,80	78,80	78,50	26,90	80	0	2
8	8	9:12:51	8	Рики, Люблинське воєводство	51.649559; 21.904	09:16:12	9	Рики, Люблинське воєводство	51.611299; 21.9	0:03:21	2,30	42,73	46,20	46,50	46,80	29,50	50	0	0	
9	9	9:16:12	9	Рики, Люблинське воєводство	51.611299; 21.968	09:39:40	10	Курув, Люблинське воєводство	51.422010; 22.1	0:23:28	30,90	79,00	79,00	79,90	80,00	26,50	80	0	0	
10	10	9:39:40	10	Курув, Люблинське воєводство	51.422010; 22.159	10:32:26	11	Курув, Люблинське воєводство	51.397597; 22.2	0:02:46	00:50:00	2,10	46,63	45,30	48,50	49,00	29,90	50	1	4
11	11	10:32:26	11	Курув, Люблинське воєводство	51.397597; 22.217	10:59:23	12	Люблін, Люблинське воєводство	51.287364; 22.6	0:26:57	34,10	76,38	75,90	79,60	79,30	26,30	80	0	0	
12	12	10:59:23	12	Люблін, Люблинське воєводство	51.287364; 22.624	11:02:43	13	Люблін, Люблинське воєводство	51.263564; 22.6	0:02:30	00:00:50	1,90	45,73	45,30	47,80	47,60	30,10	50	0	2
13	13	11:02:43	13	Люблін, Люблинське воєводство	51.263564; 22.656	11:21:16	14	Пяски, Люблинське воєводство	51.151244; 22.7	0:18:33	23,60	77,29	76,30	79,80	80,00	26,70	80	0	0	
14	14	11:21:16	14	Пяски, Люблинське воєводство	51.151244; 22.798	11:26:48	15	Пяски, Люблинське воєводство	51.152322; 22.8	0:03:12	00:02:20	2,40	44,33	44,80	47,60	48,00	29,80	50	0	5
15	15	11:26:48	15	Пяски, Люблинське воєводство	51.152322; 22.893	11:59:04	16	Хелм, Люблинське воєводство	51.158075; 23.4	0:32:16	42,70	79,19	79,40	79,80	80,00	27,10	80	0	0	
16	16	11:59:04	16	Хелм, Люблинське воєводство	51.158075; 23.401	12:03:24	17	Хелм, Люблинське воєводство	51.141894; 23.5	0:04:20	3,30	46,83	45,60	48,90	49,00	31,10	50	0	0	
17	17	12:03:24	17	Хелм, Люблинське воєводство	51.141894; 23.526	12:38:24	18	Старовитове, Волинська область	51.188904; 23.8	0:30:00	00:05:00	27,50	81,90	82,50	86,40	87,10	26,30	90	1	4
18	18	12:38:24	18	Старовитове, Волинська область	51.188904; 23.812	12:41:51	19	Старовитове, Волинська область	51.194373; 23.8	0:02:35	00:00:52	1,50	47,30	47,30	79,00	48,70	30,00	50	0	2
19	19	12:41:51	19	Старовитове, Волинська область	51.194373; 23.834	13:19:07	20	Люблін, Волинська область	51.213768; 24.3	0:37:16	32,80	71,90	72,40	77,30	78,50	26,40	90	0	0	
20	20	13:19:07	20	Люблін, Волинська область	51.213768; 24.327	08:43:00	21	Люблін, Волинська область	51.213409; 24.3	0:03:53	19:20:00	2,20	44,90	44,70	49,00	40,00	30,70	50	1	4
21	21	8:43:00	21	Люблін, Волинська область	51.213409; 24.375	09:10:07	22	Ковель, Волинська область	51.202994; 24.6	0:27:07	25,50	74,90	75,90	77,40	78,40	26,40	90	0	0	
22	22	9:10:07	22	Ковель, Волинська область	51.202994; 24.659	07:27:33	23	Ковель, Волинська область	51.194373; 24.7	0:02:26	22:15:00	1,50	37,49	36,90	43,60	44,00	29,50	50	1	8
23	23	7:27:33	23	Ковель, Волинська область	51.194373; 24.715	08:01:40	24	Гулівка, Волинська область	51.249304; 25.2	0:34:07	34,70	76,60	73,10	76,30	78,50	26,50	90	0	0	



б

Рисунок 4.1 – Фрагменти результатів вимірювання дослідних параметрів вантажних ТЗ у системі дистанційного моніторингу

а – результати моніторингу для ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS;

б – результати моніторингу для ТЗ DAF XF 105.460

Підсумкові звіти містять такі графи зі значеннями параметрів:

- «Номер ділянки» – порядковий номер ділянки, на якій зафіксовано значення параметрів;
- «Початок моніторингу», «Кінець моніторингу» - фіксація часу початку та закінчення моніторингу експлуатаційних параметрів відповідно;
- «Початкове положення» - початкове положення ТЗ (населений пункт, вулиця, координати) при моніторингу на відповідній ділянці;
- «Кінець моніторингу» - кінцеве положення ТЗ (населений пункт, вулиця, координати) при моніторингу на відповідній ділянці;
- «Тривалість (час)» – час у русі або в простої на відповідній ділянці;
- «Довжина ділянки» – довжина, а відповідно і пробіг ТЗ на відповідній ділянці;
- «Середня швидкість» - середня швидкість ТЗ на ділянці (може вимірюватись за GPS або визначатись на основі OBD-підключення);
- «Максимальна швидкість» - значення максимально зафіксованої швидкості на ділянці (може вимірюватись за GPS або визначатись на основі OBD-підключення);

– «Витрачено палива (за ДРП)» - витрата палива на відповідній ділянці на основі показань датчика рівня палива;

– «Середня витрата палива» – визначається для кожної ділянки за OBD (за наявності OBD-підключення) або на основі показань датчика рівня палива.

Розроблена система моніторингу витрати палива та технічного стану ТЗ, крім фіксації основних параметрів, деякі показники розраховує. Середня швидкість на ділянці визначається за формулою:

$$V_{\text{сер.}ij} = S_{ij} / t_{ij}, \quad (4.1)$$

де S_{ij} – довжина i -ї ділянки j -ї поїздки, км;

t_{ij} – час проходження i -ї ділянки j -ї поїздки, год.

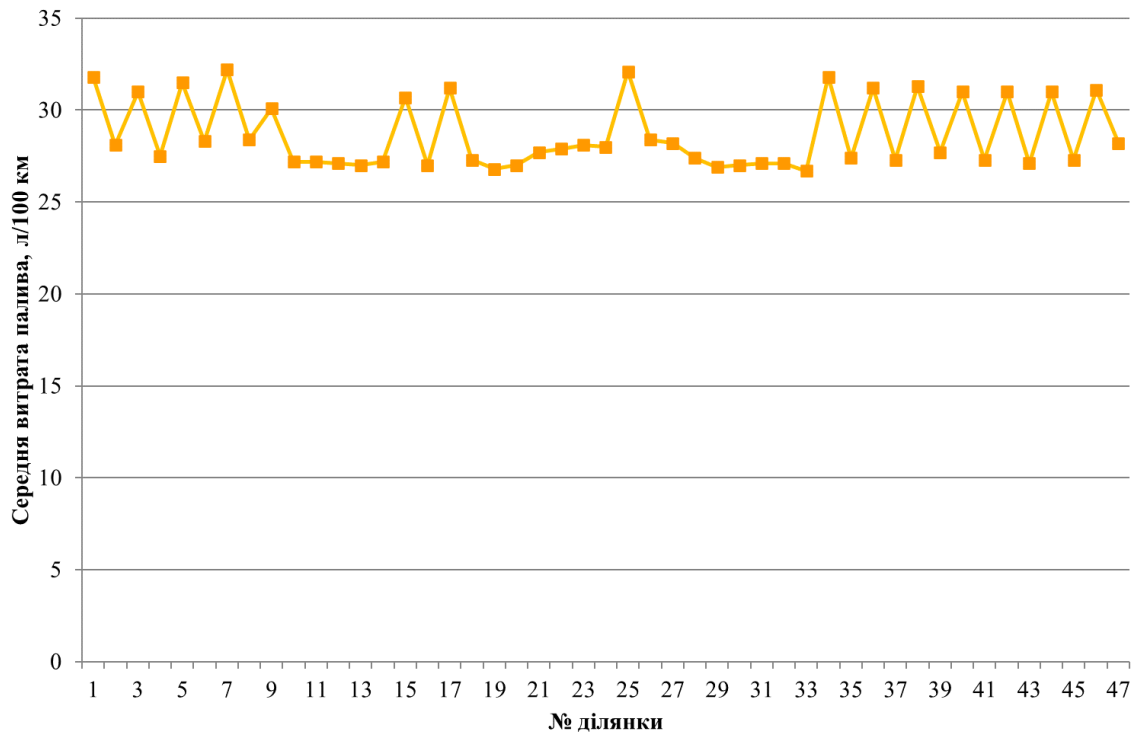
Середня витрата палива на ділянці визначається за формулою:

$$G_{\text{П}ij}^{\Phi}(t) = G_{\text{П}ij}^{\text{ДРП}}(t) / S_{ij} \cdot 100, \quad (4.2)$$

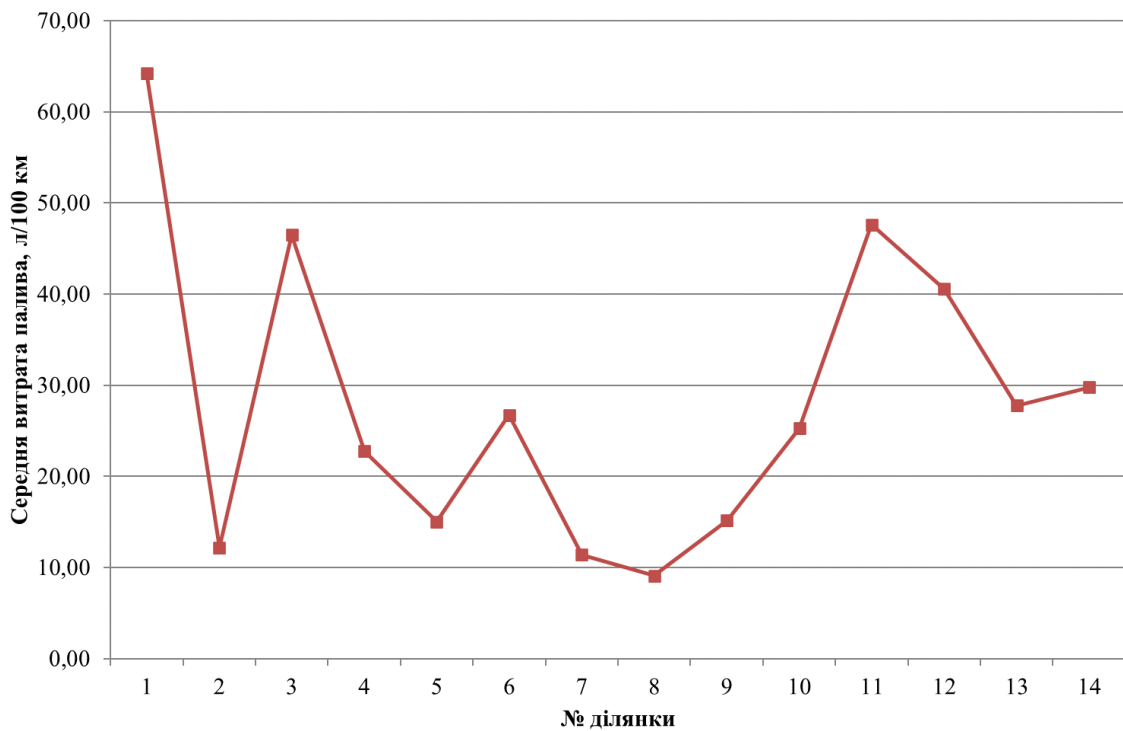
де $G_{\text{П}ij}^{\Phi}(t)$ – середня (фактична) витрата палива на ділянці маршруту на i -й ділянці j -ї поїздки;

$G_{\text{П}ij}^{\text{ДРП}}(t)$ – об'єм палива, що витрачено на i -й ділянці j -ї поїздки, за показаннями датчика рівня палива.

Оцінка витрати палива для транспортних засобів категорії N3 визначалась для кожної ділянки за добу по відповідному маршруту з урахуванням геозон, які формувались на основі врахування максимально допустимої швидкості (рис. 4.2). Аналіз параметрів за добу виконано у зв'язку з різною часовою та просторовою протяжністю маршрутів. Адже одна поїздка на міжнародному маршруті займає 3 доби (з урахування режимів праці та відпочинку водіїв) при відстані 1650 км. Для вантажного перевезення в умовах промислового вузла час в русі для однієї поїздки становить 3,5–4 години (без урахування невиробничих простоїв) при відстані – 127 км. Крім того, різниця полягає в тому, що для міжнародних маршрутів руху ТЗ виділялось 2 типи геозон – «за містом» та «у місті», а для маршрутів вантажних перевезень в умовах промислового вузла виділялось 3 типи геозон – «за містом», «у місті» та «підприємство».



a



б

Рисунок 4.2 – Моніторинг середньої витрати палива ТЗ

в умовах відповідних маршрутів руху (за добу):

a – для ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS на міжнародному маршруті;

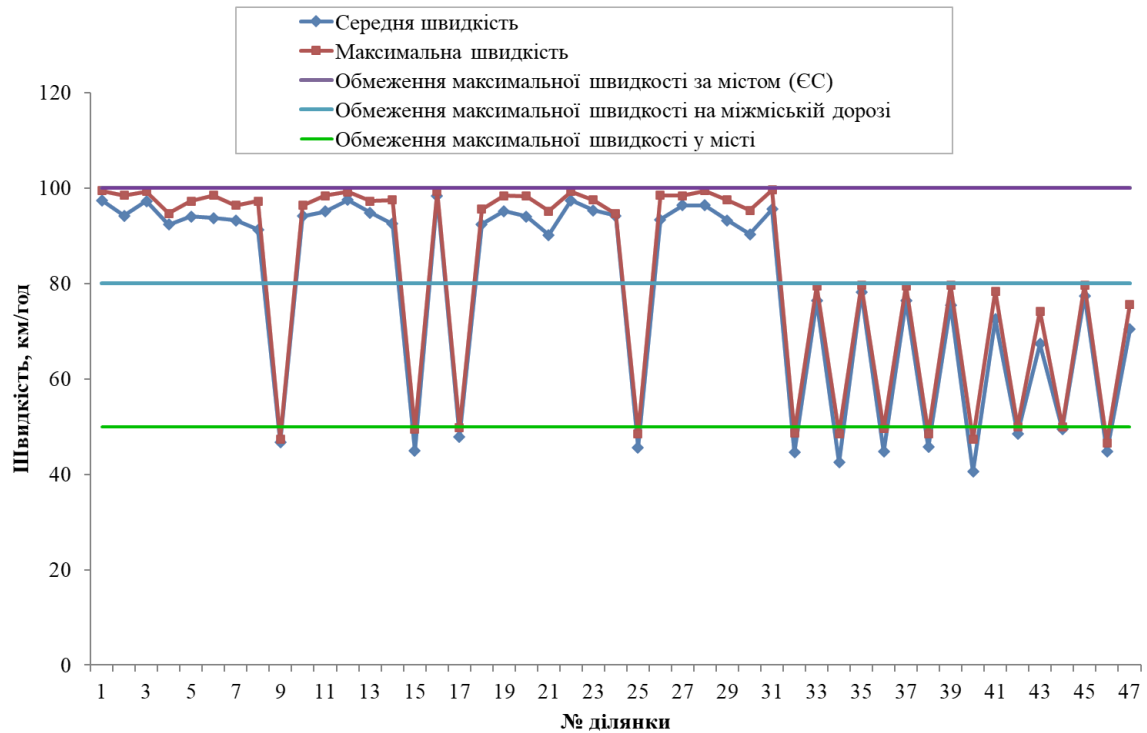
б – для ТЗ DAF XF 105.460 на маршруті промислового вузла

Крім того, проведено аналіз зміни швидкостей руху ТЗ на маршрутах вантажних перевезень, як одного з основних параметрів, що формують витрату палива (рис. 4.3). Для кожної ділянки в рамках відповідної геозони вказані обмеження швидкостей, та виявлено ділянки для яких характерні перевищення меж цього показника, для міжнародних маршрутів вони є фіксованими: за містом у більшості країн ЄС – 100 та 80 км/год в залежності від категорії автомобільної дороги, у місті – 50 км/год. Для України встановлені межі коливань перевищення: у місті – від 50 до 70 км/год, за містом – від 90 до 110 км/год. Перевищення нормативних показників швидкості руху не тільки знижує паливну економічність транспортних засобів, але й значно впливає на безпекову складову експлуатації ТЗ [11]. У межах аналізу зміни швидкостей встановлено, що більшість випадків перевищення швидкості руху ТЗ характерні для 2 етапу досліджень (маршрути перевезень в умовах промислового вузла), причому перевищення нормативних значень показників швидкості в цьому випадку зареєстровані як для руху в місті, так і за містом. Графіки (рис. 4.3) підтверджують менші коливання швидкостей на міжнародних маршрутах (перший етап) у порівнянні з другим етапом, що дозволяє висунути припущення про більш сталий рух ТЗ на міжнародних маршрутах, причиною чого є більш жорсткі обмеження швидкостей руху, та постійний контроль за цим показниками. Крім того, обов'язковою вимогою при виконанні таких поїздок є обладнання ТЗ засобами реєстрації режимів роботи та відпочинку операторів (водіїв) згідно з угодою ЄУТР [115].

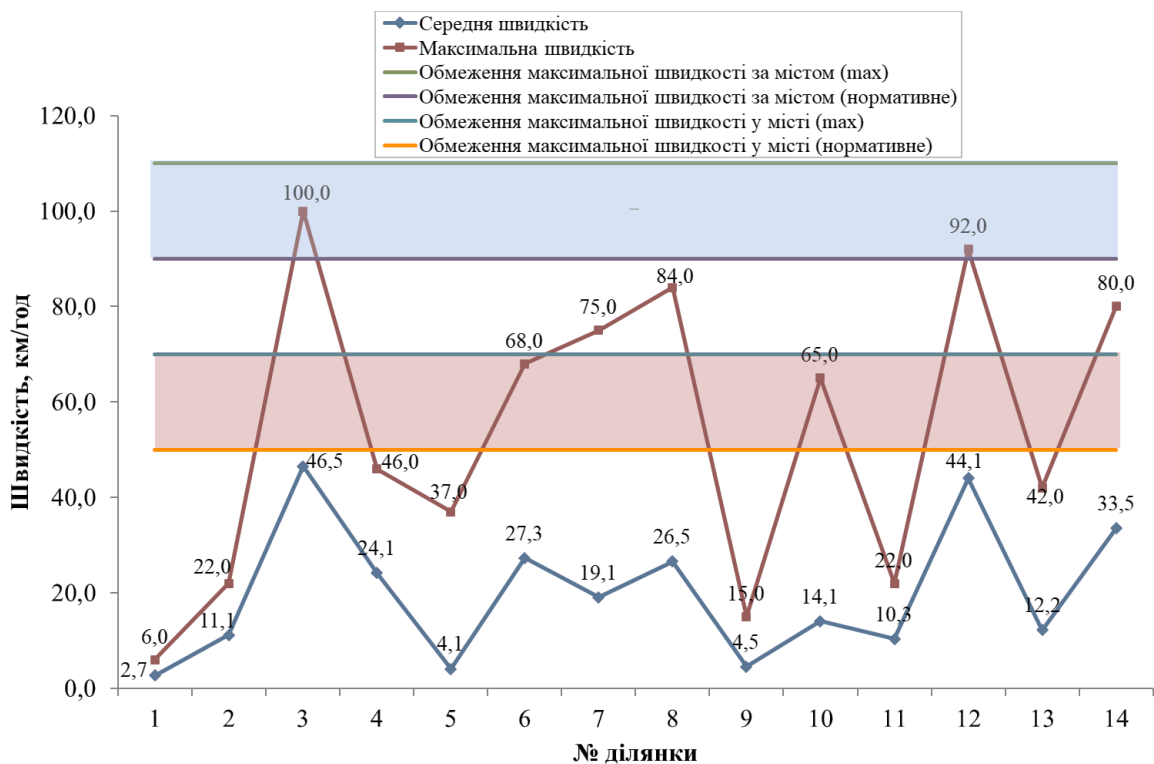
Для врахування витрати палива в розрізі рівня завантаженості ТЗ та пробіг застосовано показник питомої еквівалентної витрати палива [27] вантажного транспортного засобу категорії N3. Цей показник є критерієм ефективності паливовикористання, який оцінює витрату палива відносно «загальної» роботи, виконаної транспортним засобом (рис. 4.4). Він розраховується за формулою:

$$g_{\text{екв}} = \frac{G_{\text{П}ij}^{\text{ДРП}}(t)}{M_{aj} \cdot S_{ij}}, \quad (4.3)$$

де M_{aj} – повна маса вантажного ТЗ (автопоїзда) на j -му маршруті, т.



a



б

Рисунок 4.3 – Результати дослідження зміни середньої швидкості руху ТЗ категорії N3 на дослідних маршрутах:

a – для ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS на міжнародному маршруті;

б – для ТЗ DAF XF 105.460 на маршруті промислового вузла



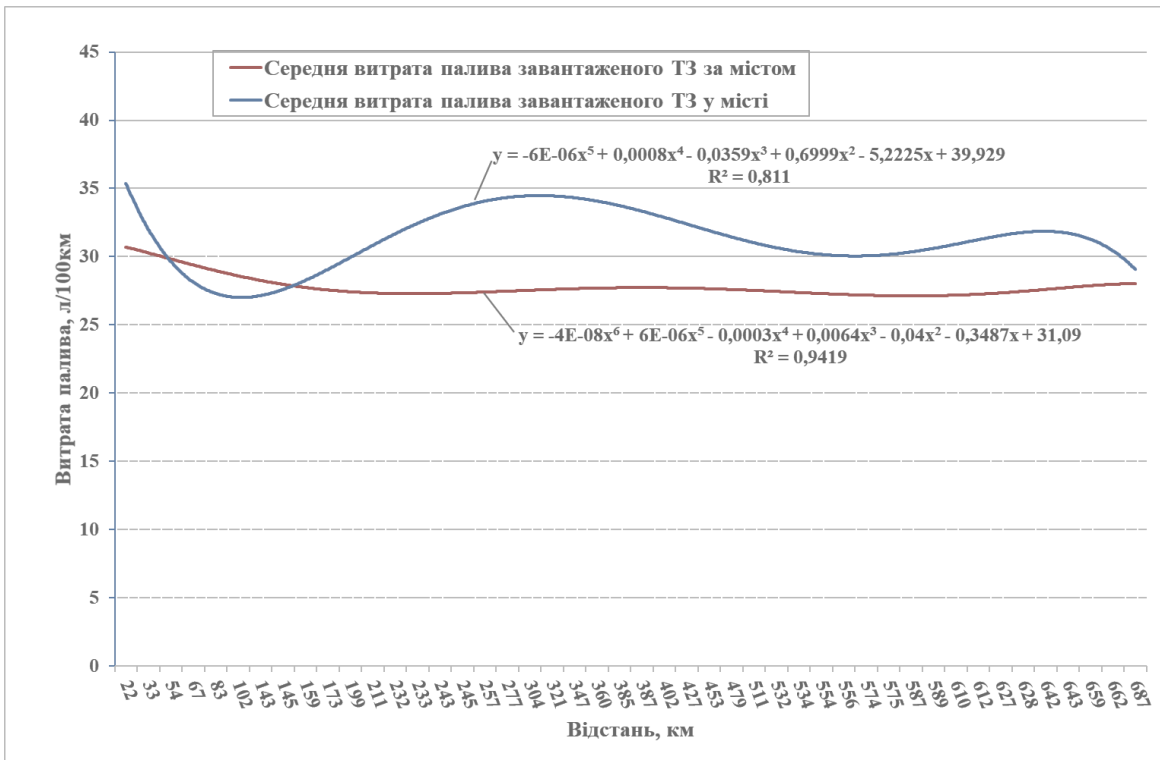
Рисунок 4.4 – Питомі еквівалентні витрати палива вантажних ТЗ категорії N3

Аналіз графіків питомих еквівалентних витрат палива для ТЗ категорії N3 підтверджує більш сталий режим руху, характерний для міжнародних маршрутів. Значні коливання цього показника для маршрутів руху ТЗ в умовах промислового вузла пов'язані не тільки з менш сталим режимом руху, але й зі зміною маси вантажів, а отже, і повної маси вантажного транспортного засобу.

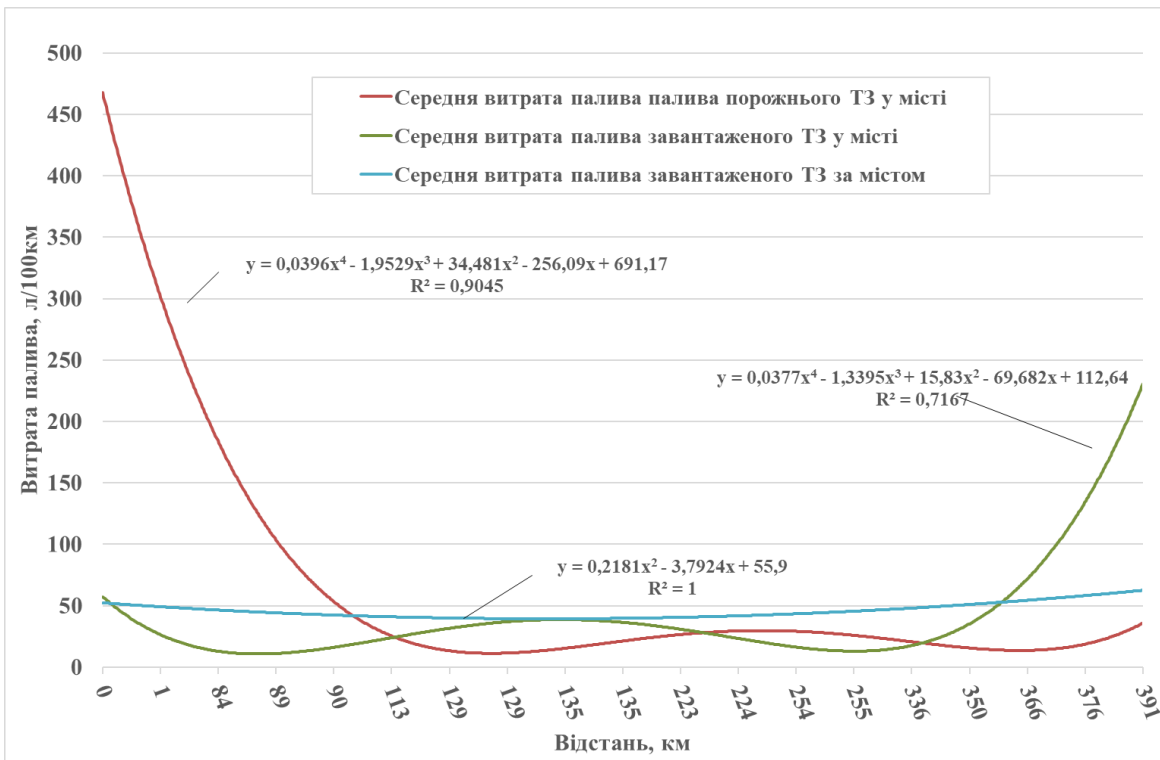
Значення основних експлуатаційних показників ТЗ категорії N3 з урахуванням умов їх експлуатації, які отримані в результаті досліджень використовувались для подальших розрахунково-теоретичних досліджень.

4.2. Математичні моделі транспортного засобу категорії N3 в частині дослідження паливної економічності у змінних умовах експлуатації

У процесі експериментальних досліджень, які проводились у 2 етапи в залежності від маршрутів руху ТЗ категорії N3 та умов експлуатації, характеристики зміни витрати палива автопоїздами були змодельовані шляхом апроксимації на основі поліноміальних залежностей (рис. 4.5).



а



б

Рисунок 4.5 – Моделювання витрати палива вантажними ТЗ

категорії N3 на основі поліноміальних залежностей

а – для вантажного ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS;

б – для вантажного ТЗ DAF XF 105.460

Формула для розрахунку фактичної витрати палива описана за поліноміальною залежністю виду [128]:

$$G_{T3} = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + \dots + a_n \cdot x^n, \quad (4.4)$$

де a_0, \dots, a_n – поліноміальні коефіцієнти; x – значення витрати палива вантажного ТЗ в певних умовах експлуатації.

Значення отриманих коефіцієнтів поліноміальних залежностей, які характеризують витрату палива транспортними засобами категорії N3 з урахуванням певних умов експлуатації та експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою, наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнтів поліноміальних залежностей для визначення витрат палива вантажних ТЗ в умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою

Параметр	Коефіцієнт поліноміальних залежностей						
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
ТЗ – Mercedes Actros 1841 LS							
$G_{T3}^{3.M.}$	39,929	-5,2225	-0,6999	-0,0359	$8 \cdot 10^{-4}$	$-6 \cdot 10^{-6}$	–
$G_{T3}^{3.3.M.}$	31,09	-0,3487	-0,04	$6,4 \cdot 10^{-3}$	$-3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-6}$	$-4 \cdot 10^{-8}$
ТЗ – DAF XF 105.460							
$G_{T3}^{3.M.}$	112,64	-69,682	15,83	-1,3395	$3,77 \cdot 10^{-2}$	–	–
$G_{T3}^{3.3.M.}$	55,9	-3,7924	0,2181	–	–	–	–
$G_{T3}^{II.M.}$	691,17	-256,09	34,481	-1,9529	0,0396	–	–

Отримані математичні залежності дають можливість визначити витрату палива транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою.

4.3. Перевірка адекватності математичних моделей паливної економічності транспортного засобу

Адекватність отриманих розрахунково-експериментальних і графічних залежностей у виконаному дослідженні, що описують показники паливної економічності ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою, оцінювалися показниками максимальним абсолютним відхиленням, середньоквадратичними відхиленнями; коефіцієнтом множинної кореляції, за критерієм Фішера [20; 128]. Перевірка підтвердила той факт, що залежності з достатньою точністю описують витрату палива вантажними ТЗ категорії N3.

Критерій Фішера обчислюємо за формулою [20]:

$$F_p = \frac{S_{AD}^2}{S_{[Y]}^2}, \quad (4.5)$$

де S_{AD}^2 – дисперсія адекватності; $S_{[Y]}^2$ – дисперсія дослідження.

Дисперсію адекватності визначаємо за формулою [20]:

$$S_{AD}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_0 - y_p)^2}{f_1}, \quad (4.6)$$

де y_0 – експериментальне значення; y_p – значення, отримане за допомогою математичної моделі; f_1 – число ступенів свободи, яке розраховується відносно різниці між N – кількістю дослідів і коефіцієнтами k апроксимації ($f_1 = N - k$).

Дисперсія розраховується за формулою:

$$S_{[Y]}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{f_2}, \quad (4.7)$$

де \bar{y} – середнє значення вимірюваних параметрів;

y_i – значення, яке отримується в i -му досліді;

$f_2 = n - 1$, число ступенів свободи (повторених досліджень).

Модель буде вважатись адекватною із заданою ймовірністю, якщо розрахункове значення критерію F не перевищує табличних даних. Для перевірки адекватності застосовували дані критерію Фішера на рівні 5% значущості, при надійній ймовірності – 95 %.

Адекватність встановлювалась шляхом перевірки відтворюваності, однорідності та адекватності дисперсій. У процесі перевірки адекватності в дослідженнях була перевірена характеристика паливної економічності – середня витрата палива для дослідних ТЗ у процесах експлуатації в умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою.

Результати порівняння експериментальних даних з розрахунковими даними витрати палива вантажними ТЗ представлені на рис. 4.6.

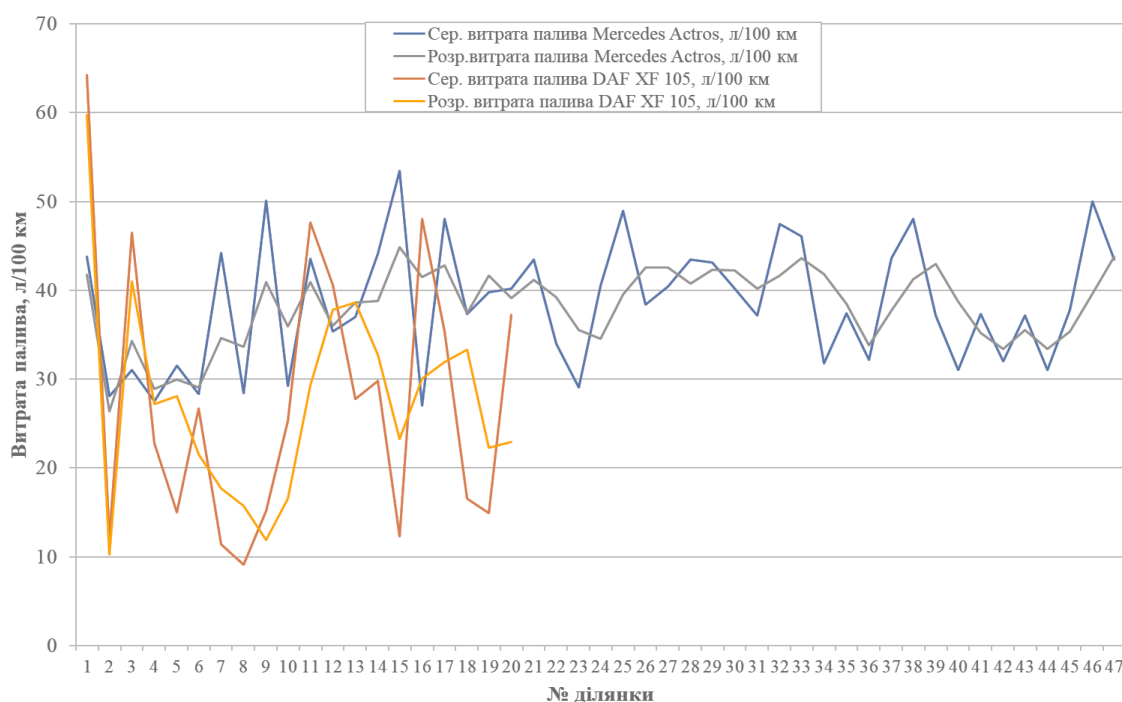


Рисунок 4.6 – Результати перевірки адекватності показників паливної економічності ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатації

Експериментальні дані було отримано при випробуванні вантажних ТЗ категорії N3 у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою. При цьому максимальне відхилення розрахункових даних від експериментальних даних склало 4,95 %.

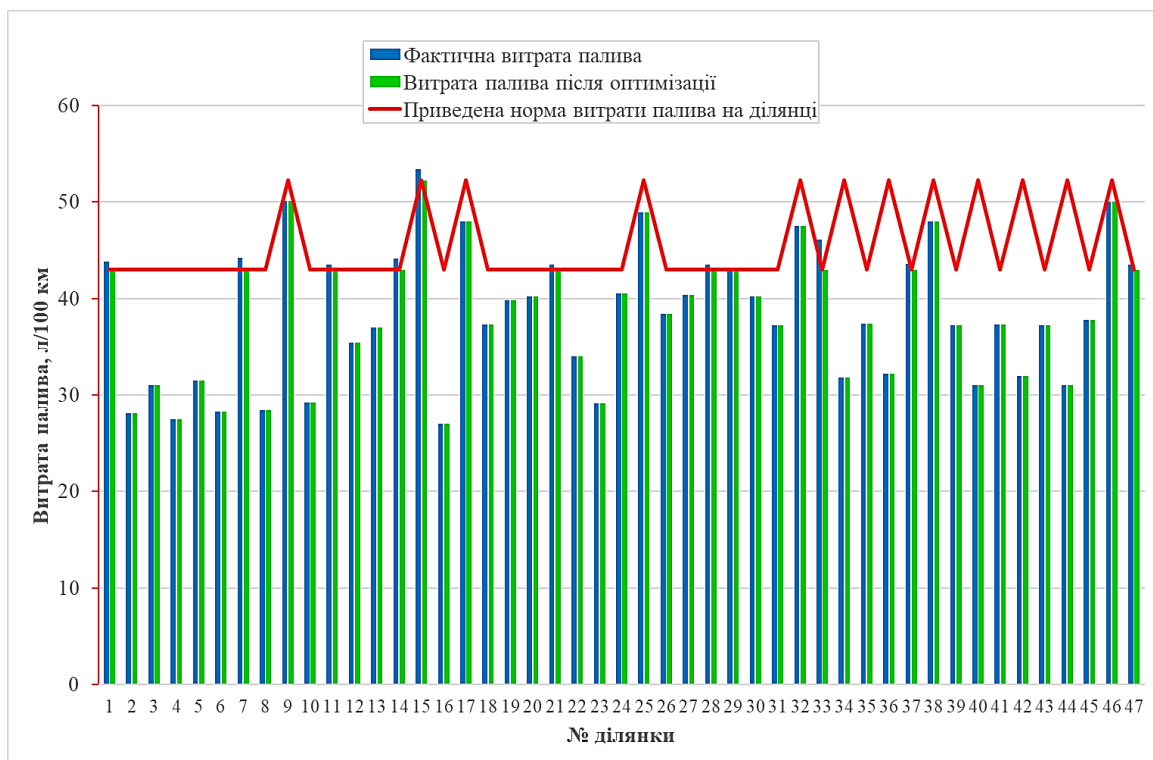
Результати проведеної перевірки свідчать, що математичні залежності моделей адекватно описують процеси, характерні для дослідної системи, що підтверджує можливість проведення теоретичних досліджень за допомогою складеної математичної моделі в подальшій роботі.

4.4. Порівняльні оцінки підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 в умовах експлуатації

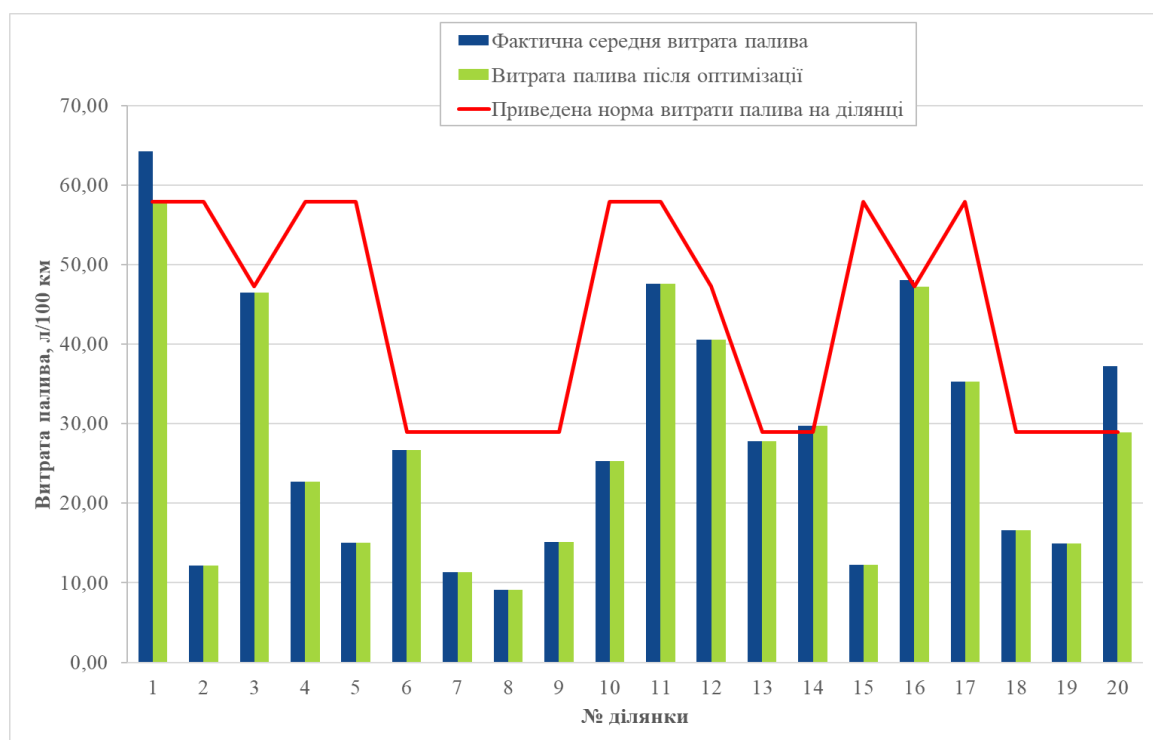
Завдяки застосуванню розробленого методу забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою досягнуто оптимізації основних експлуатаційних показників та критеріїв, що впливають на витрату палива.

У результаті розрахунково-аналітичного дослідження встановлено, що за рахунок реалізації методики нормування витрати палива транспортних засобів категорії N3 за приведеною нормою витрати палива на кожній ділянці маршруту (формула розрахунку представлена у розділі 3) досягнуто зменшення витрати палива. Особливістю застосування зазначеного показника є динамічний характер його розрахунку та фіксації для кожної ділянки маршруту, що враховує певні умови експлуатації ТЗ і вплив основних факторів. Так, для автопоїзда Mercedes-Benz Astros 1841 LS на міжнародному маршруті середня витрата палива знизилась при експлуатації у місті завантаженого – з 34,1 л/100 км до 32,4 л/100 км що становить 5 %, за містом завантаженого – з 28 л/100 км до 27,45 л/100 км, що складає 2 %, у середньому на 1–3 %, а для автопоїзда DAF XF 105.460 середня витрата палива знизилась при експлуатації у місті завантаженого – з 34,3 л/100 км до 31,1 л /100 км, що становить 10,3 %, за містом завантаженого – з 45 л/100 км до 43,1 л/100 км, що складає 4,3 %, у місті порожнього – з 20,5 л/100 км до 18,4 л/100 км, що становить 10,4 %, у середньому на 5–6 % (рис. 4.7).

У роботі було запропоноване використання безрозмірних факторів, які дозволяють абстрагуватися від розмірностей і водночас зосередити увагу на особливостях процесу витрати палива та характеристиках паливної економічності транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатації. Як оцінку зазначених факторів розраховані коефіцієнти: коефіцієнт паливовикористання, що враховує режими руху ТЗ на ділянках маршруту та коефіцієнт стійкої економії палива, розрахункові формули яких представлено в розділі 3.



а



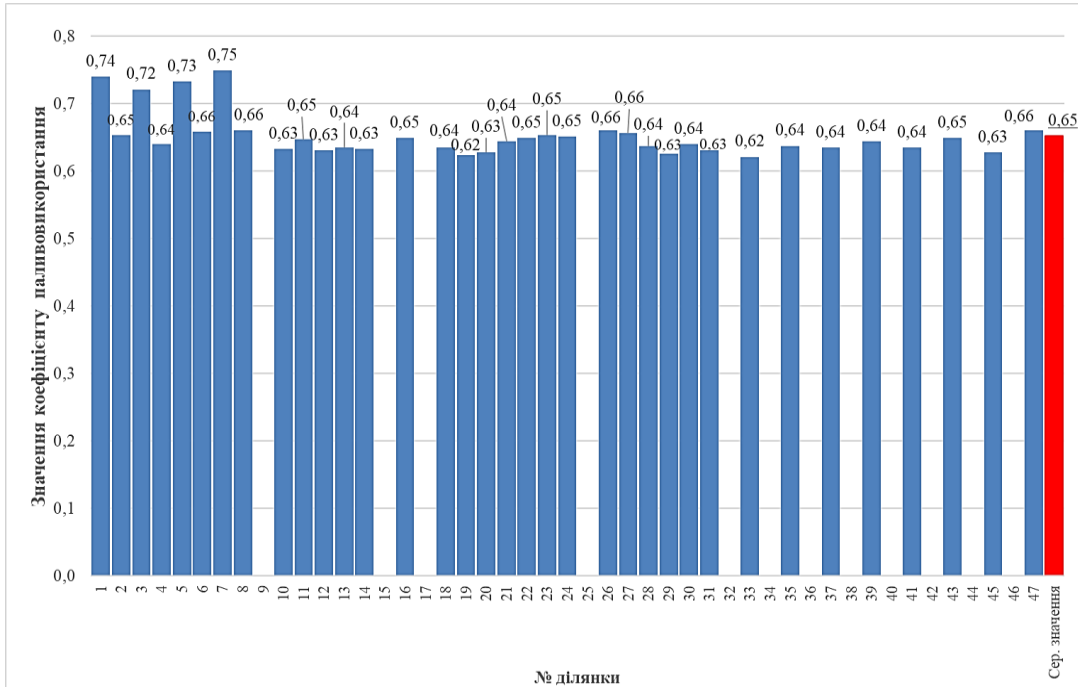
б

Рисунок 4.7 – Результати підвищення паливної економічності шляхом встановлення приведеної норми витрати палива на ділянках маршруту

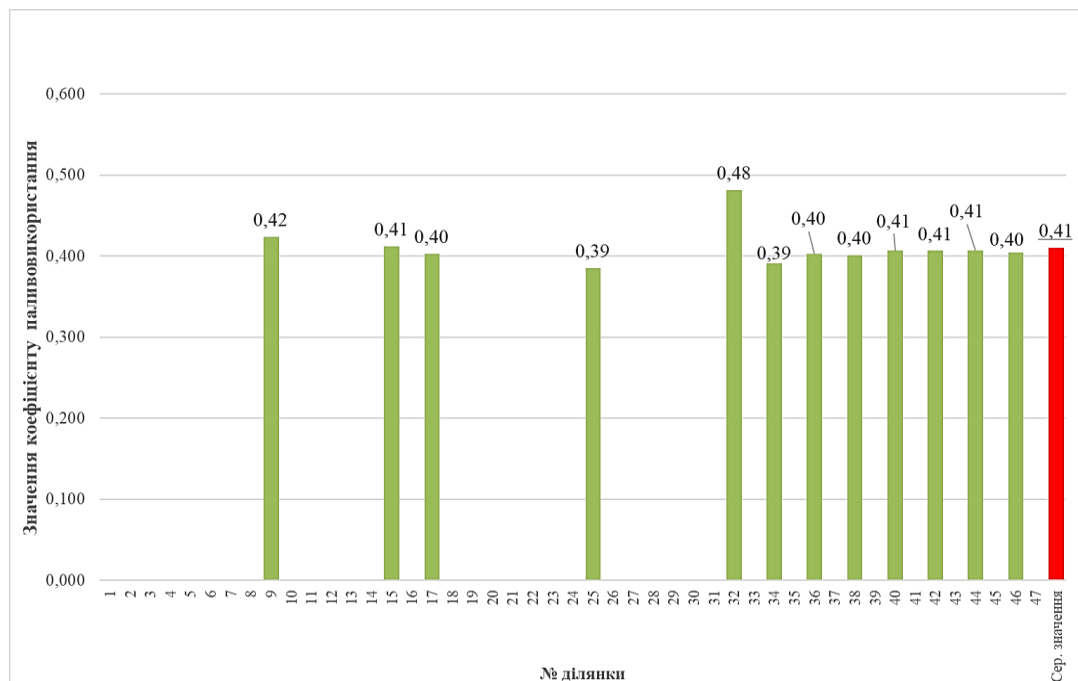
а – для вантажного ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS;

б – для вантажного ТЗ DAF XF 105.460

Коефіцієнт паливовикористання, що враховує режим руху змінюється в середньому в межах $k_{\text{ПВ}}^{\text{P.P.}}(t) = 0,38 - 0,74$ для ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS (рис. 4.8), та $k_{\text{ПВ}}^{\text{P.P.}}(t) = 0,26-0,34$ для ТЗ DAF XF 105.460 (рис. 4.9).



а

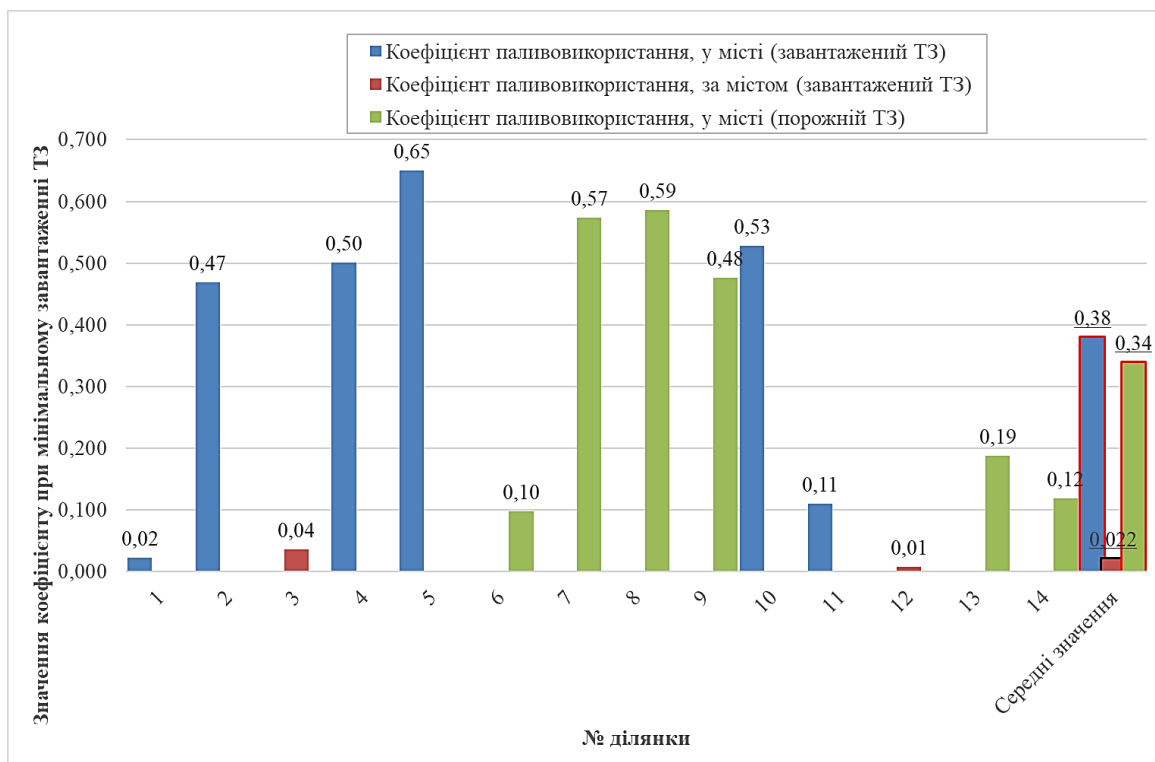


б

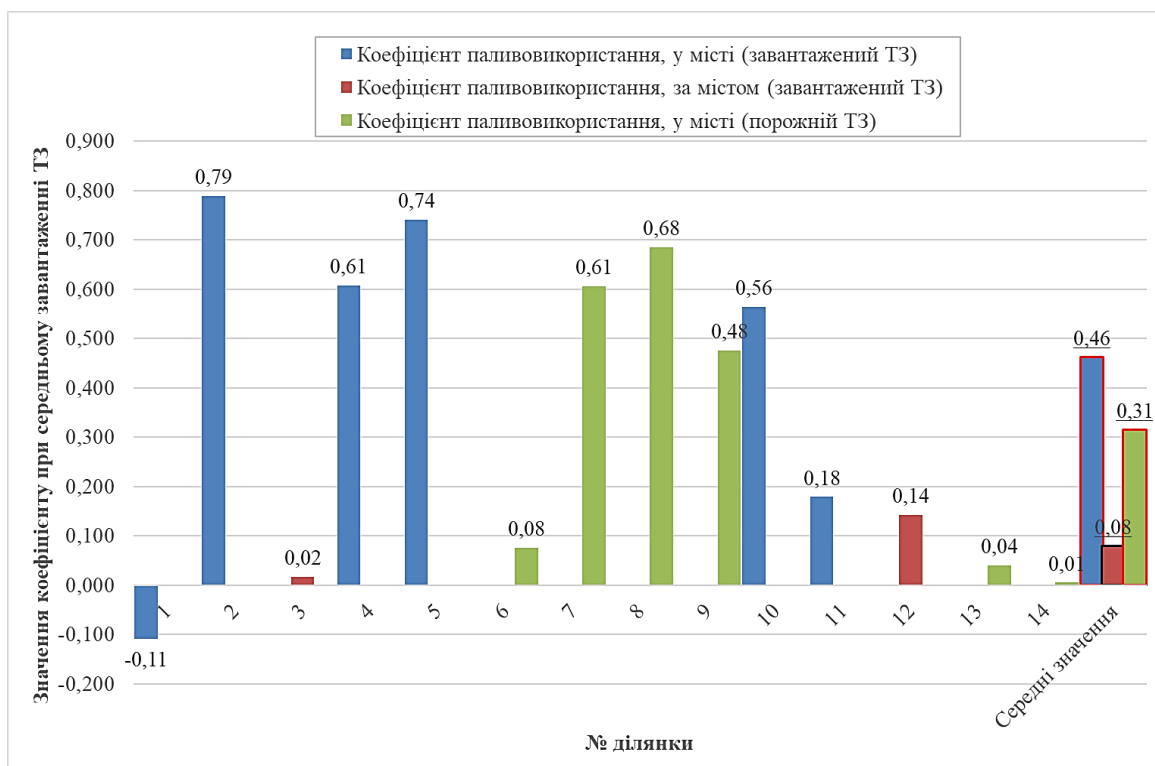
Рисунок 4.8 – Значення коефіцієнтів паливовикористання для ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS

а – рух ТЗ за містом; б – рух ТЗ у місті

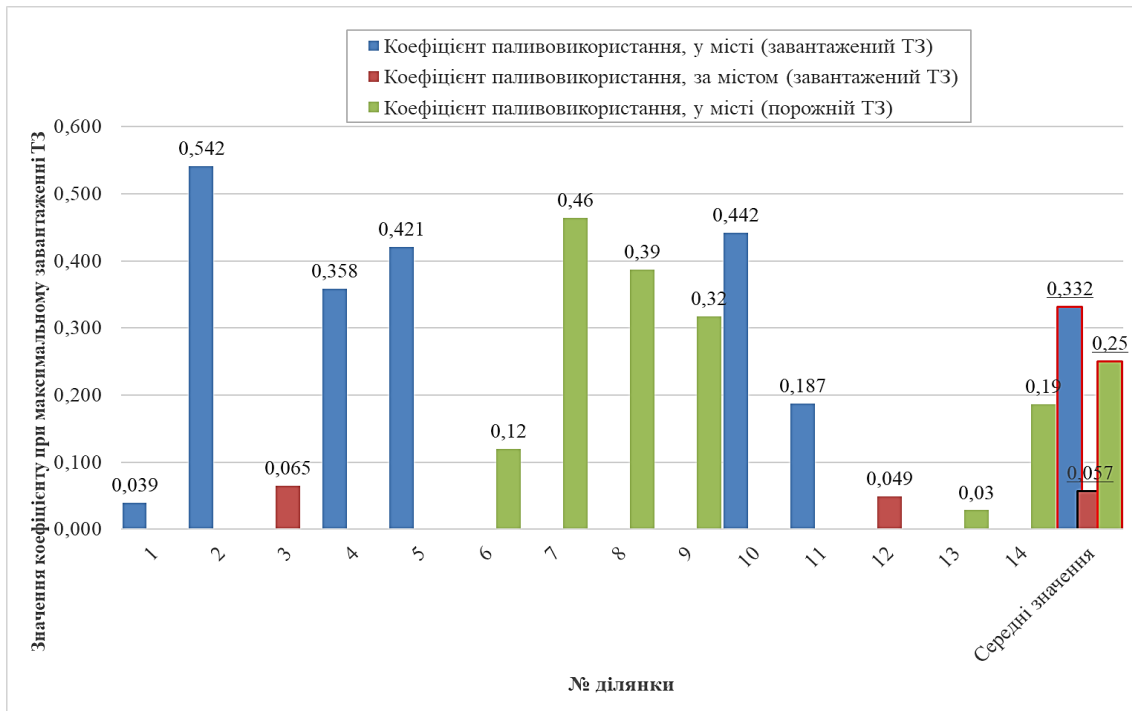
Результати експериментальних та розрахунково-теоретичних досліджень



a



б



в

Рисунок 4.9 – Значення коефіцієнтів паливовикористання для ТЗ DAF XF 105.460

а – рух ТЗ з мінімальним завантаженням; б – рух ТЗ із середнім завантаженням; в – рух ТЗ з максимальним завантаженням.

При цьому для ТЗ DAF XF 105.460 середні значення зазначеного коефіцієнта паливовикористання дорівнюють при мінімальній навантаженості – 0,31, при середній – 0,34, при максимальній – 0,26.

Коефіцієнт стійкої економії палива має інтегральний характер, охоплює всю сукупність ділянок маршрутів та забезпечує оцінку за різними умовами експлуатації. У зв'язку з чим доцільно розрахувати його для ТЗ DAF XF 105.460, експлуатація якого характеризується виконанням поїздок за однаковим маршрутом у циклічному режимі, на відміну від ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841 LS для якого розглянуто одна поїздка за міжнародним маршрутом, яка виконується протягом декількох днів. Кожний маршрут оцінюється коефіцієнтом стійкої економії палива за шкалою, наведеною в табл. 4.2 [6].

Таблиця 4.2 – Шкала стійкості економії палива

№ з/п	Характеристика стійкості економії палива	Значення $k_{ек.пал.}^{ст.}$
1	Дуже стійка	<0,80
2	Стійка	0,80 – 0,90
3	Слабо стійка	0,90 – 1,00
3	Не стійка	1,00 – 1,10
4	Стійкість відсутня	>1,10

У результаті розрахунків визначено, що коефіцієнт стійкої економії палива для автопоїзда DAF XF 105.460 знизився за рахунок реалізації запропонованого методу з $k_{ек.пал. j}^{ст.}(t) = 0,406 – 0,939$ до $k_{ек.пал. j}^{ст.}(t) = 0,29 – 0,348$ (табл. 4.3, рис. 4.10).

Таблиця 4.3 – Розрахунок значень коефіцієнта стійкої економії використання палива для ТЗ DAF XF 105.460 за добу

№ поїздки	Значення коефіцієнта стійкої економії використання палива	
	фактичне	після оптимізації
1	0,534	0,290
2	0,405	0,348
3	0,939	0,34

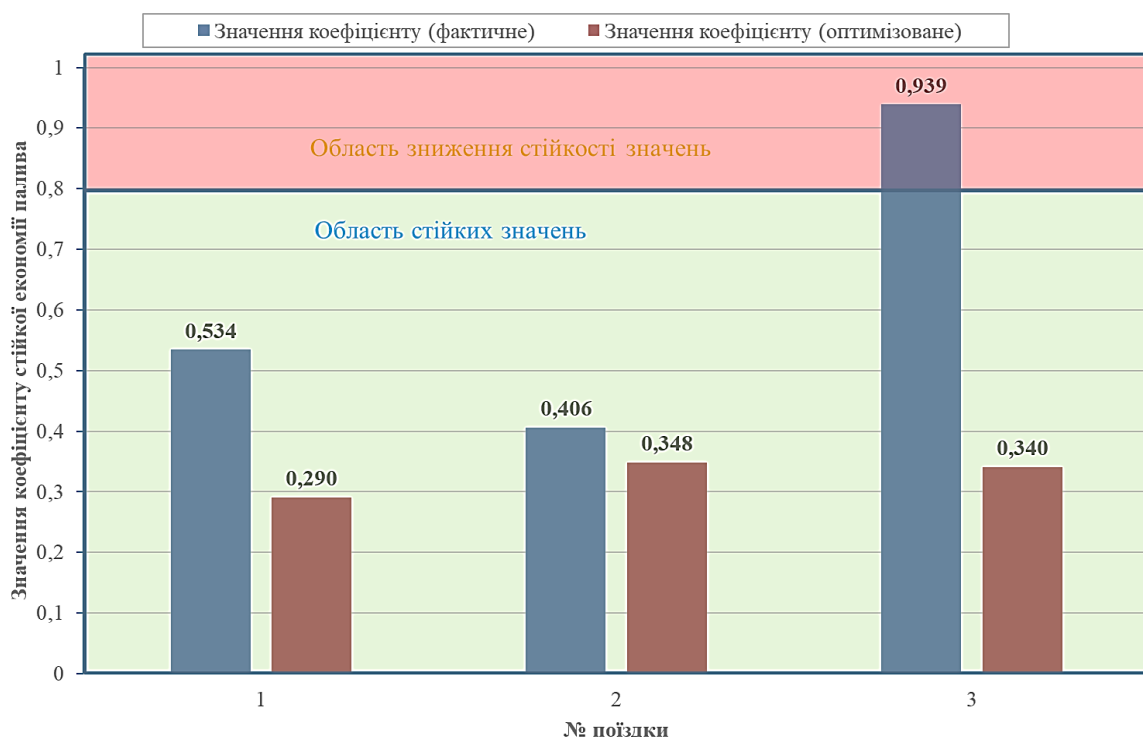


Рисунок 4.10 – Розрахункові значення коефіцієнта стійкої економії палива для ТЗ DAF XF 105.460

Наведені розрахунково-аналітичні дослідження підтверджують, що запропоновані в роботі підходи та метод забезпечення паливної економічності приводять до зниження витрати палива вантажними транспортними засобами.

4.5. Обґрунтування доцільності підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 шляхом використання оперативного контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем в умовах експлуатації

Передбачуваний економічний ефект від впровадження методу оперативного контролю і забезпечення паливної економічності вантажних транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою можливо кількісними показниками економії палива в результаті застосування того чи іншого способу коректування витрати палива (врахування маси транспортованого вантажу, швидкісного режиму й режимів керування ТЗ) в заданих умовах експлуатації за рахунок відповідних розрахункових модулів.

Для розрахунку кількості палива, яке можливо було зекономити у 2020 році, було проаналізовано масив статистичних даних, отриманих від дослідного ТЗ інформаційно-аналітичною системою. З усіх значень фактичної витрати палива дослідних ТЗ в період за рік експлуатації було визначено ділянки для яких витрата палива перевищувала нормативну. Після цього була визначена різниця між фактичною витратою палива та значенням нормативної витрати на цих ділянках. Загальний об'єм потенційно зекономленого палива являє собою суму значень для всіх відповідних ділянок.

За результатами аналізу та розрахунків встановлено, що об'єм палива, яке можливо було зекономити становить 427,68 літра за рік для ТЗ – Mercedes-Benz Actros 1841 LS, та 1787,33 літра за рік для DAF XF 105.460. Враховуючи середню вартість дизельного пального у 2020 році, яка становила 24,5 грн, сума зазначеної потенційної економії палива становить відповідно:

$$E_{\text{Mercedes}} = 427,68 \cdot 24,5 = 10478,16 \text{ грн};$$

$$E_{\text{DAF}} = 1787,33 \cdot 24,5 = 43799,385 \text{ грн}.$$

Результати розрахунку потенціальної економії палива підтверджує актуальність розроблених підходів та методу для ПАТ.

4.6. Рекомендації щодо впровадження результатів дослідження в умовах працюючих підприємств

Під час застосування методу забезпечення паливної економічності транспортних засобів категорії N3 рекомендується виконання наступних організаційно-технічних заходів:

– впровадження розроблених підходів та методу забезпечення паливної економічності вантажних транспортних засобів потребує наявності мінімального набору обладнання для оперативного контролю витрати палива й показників технічного стану ТЗ, а саме: датчику рівня палива та трекеру. Реалізація повної системи передбачає використання додаткового обладнання: реєстратора фізичного стану оператора (смартгодинник), ваг для транспорту на підприємствах, детекторів транспорту;

– реєстрація основних експлуатаційних показників має проводитись у режимі онлайн за допомогою системи дистанційного моніторингу для забезпечення оперативного контролю та управлінням витратою палива та технічним станом транспортних засобів категорії N3 у змінних умовах експлуатації;

– оперативне управління витратою палива в умовах розробленої системи можливе шляхом чіткого й безумовного виконання рекомендацій, переданих операторам системи в умовах їх взаємодії. Рекомендовано розробити чіткі інструкції для операторів системи та провести для них інструктажі.

ВИСНОВКИ

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

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

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

Розроблено схему та інформаційну систему оперативного контролю витрати палива на основі бортового комплексу ITS і оцінювання результатів застосування методів і технологій забезпечення паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації. Розроблено моделі бази даних інформаційної системи дистанційного моніторингу витрати палива, параметрів ТЗ з двигуном і інших складових. Особливість представленої системи полягає в тому, що підсистеми створюють спільне інформаційне поле системи моніторингу, але можуть діяти

окремо одна від одної, виходячи з особливостей поставлених задач. Розроблено інформаційно-аналітичну систему для забезпечення оперативного контролю параметрів витрати палива, технічного стану ТЗ категорії N3, зміни параметрів системи моніторингу в умовах експлуатації засобами ITS. Аналітична частина системи за допомогою розроблених алгоритмів, сформованої системи і технічних засобів моніторингу здатна забезпечувати визначення і поєднання інформації в частині витрати палива і середніх швидкостей руху на ділянках, які є основними орієнтирами при визначенні раціональної витрати палива в умовах експлуатації ТЗ.

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

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

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

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

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Формування раціональних маршрутів руху транспортних засобів в умовах індустріального центру / Я. І. Нефьодова, А. О. Лямзін, М. С. Мнацаканян, Є. О. Український. *Наукові вісті Давіського університету*. 2012. № 7. URL: http://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/2012_7_18.pdf.
2. Український Є. О. Механізм забезпечення ефективності управління конфліктними транспортними потоками в умовах міського середовища. *Вчені записки Таврійського Національного університету імені В. І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. 2018. С. 146–150.
3. Development of the analytical system for vehicle operating conditions management in the V2I information complex using simulation modeling / M. Volodarets, I. Gritsuk, Y. Ukrainskyi et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. № 5/3 (107). Pp. 6–16.
4. Український Є. О., Українська Т. А., Ганжеєв Д. І. Перспективи розвитку методів оперативного управління транспортними потоками в умовах вулично-дорожньої мережі міста // *Вчені записки Таврійського Національного університету імені В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. 2020. Т. 31(70), № 5. С. 234–238.
5. Features of the subject area of the information model of the system of remote monitoring of the technical condition and modes of operation of the truck / I. Gritsuk, I. Khudiakov, Y. Ukrainskyi et al. *Deutsche Internationale Zeitschrift für zeitgenössische wissenschaft*. 2021. Vol. 1, № 9. Pp. 53–58.
6. Украинский Е. А. Информационные системы управления коммерческими транспортными потоками. *Transport Problems : materials of the V International Scientific Conference*. Poland, Catowice, 2013. Pp. 455–460.
7. Грицук І. В., Худяков І. В., Український Є. О. Особливості формування підходів до забезпечення дистанційного інтелектуального керування станом вантажних транспортних засобів і режимами праці та відпочинку водіїв в умовах експлуатації. *Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика* : матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 9–12 вересня, 2020 р.). Херсон, 2020. С. 85–89.

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

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

10. Український Є.О. Особливості експлуатації вантажних транспортних засобів в умовах інфраструктури міста. *Університетська наука – 2021 : тези доп. Міжнар. наук.-техн. конф.* (Маріуполь, 19–20 травня 2021 р.) : в 4 т. / ДВНЗ «ПДТУ». Маріуполь, 2021. Т. 3. С. 141–142.

11. Шльончак І. А., Тарандушка І. П. Аналіз транспортних потоків та прогнозування інтенсивності руху різних видів транспорту на прикладі вулично-дорожньої мережі м. Черкаси. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки.* 2022. Вип. 5(36), ч. II. С. 307-312.

12. Український Є. О. Особливості розподілу автотransпортних потоків в умовах промислового району. *Університетська наука - 2015* : тез. докл. Міжнар. наук.-техн. конф. (Маріуполь, 19-20 травня 2015 р.) : у 4 т. / ДВНЗ «ПДТУ». Маріуполь, 2015. Т. 2. С. 186-187.

13. Лямзин А. А., Украинский Е. А., Украинская Т. А. Механизм оценки транзитного потенциала узлов транспортной сети промышленного района // *Topical problems of modern science : materials of the II International Scientific and Practical Conference.* Poland, Warsaw, 2017. Vol. 1. P. 12–17.

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

15. Говорущенко М. Я., Туренко О. М. Системотехніка транспорту (на прикладі автомобільного транспорту) : у 2 т. Харків : РІО ХДАДТУ, 1998. Т. 1. 255 с.; Т. 2. 219 с.

16. Говорущенко Н.Я. Економія палива і зниження токсичності на автомобільному транспорті. М. : Транспорт, 1990. 135 с.

17. Волков В. П. Дистанційний контроль технічного стану автомобілів. *Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів*. Харків, 2020. № 22. С. 98–108.

18. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів : у 3 ч. Ч. 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів : навчальний посібник / В. П. Сахно та ін. Донецьк : Ноулідж, 2014. 444 с.

19. Особливості формування та аналізу інформаційних структур системи моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів у взаємодії з тахографом / І. В. Худяков, Р. В. Симоненко, В. С. Манжелей, В. В. Черненко. *Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики* : монографія / за наук. ред. проф. Грицука Ігоря. – Херсон : ХДМА, 2019. – С. 250-259.

20. Грицук І. В. Концепція забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів в умовах експлуатації : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.20. Харків, 2016. 552 с.

21. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки : навч. посіб. / М.Ф. Дмитриченко, В.П. Матейчик, О.К. Грицук, М.П. Цюман. Київ : НТУ, 2014. 168 с.

22. Особливості моніторингу і визначення статусу несправностей транспортного засобу у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу / В. П. Волков, І. В. Грицук, А. П. Комов, Ю. В. Волков. *Вісник Національного транспортного університету*. 2014. Вип. 30. С. 51-62.

23. Маяк М.М. Автомобільне паливо та ефективність його використання : навч. посіб. Київ : УМК ВО, 1991. 148 с.

24. Гутаревич Ю. Ф. Зниження шкідливих викидів і витрат палива двигунами автомобілів шляхом оптимізації експлуатаційних факторів : дис. ... д-ра техн. наук : 05.04.02, 05.22.10. Київ, 1986.

25. Безбородова Г. Б., Вельбовець А. Ф. Зниження витрати палива шляхом оптимізації вантажопідйомності та швидкості руху причіпного автопоїзда. *Автомобільний транспорт* : респ. міжвід. наук.-техн. зб. Київ, 1990. Вип. 27. С. 3-7.

26. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. / В.П. Сахно та ін. Київ : КВІЦ, 2004. 174 с.

27. Матейчик В. П. Наукові основи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.02. Київ, 2004. 368 с.

28. Крайник Л. В., Боднар М. Ф. Алгоритм моделювання руху автобусів у типових їздових циклах та особливості розрахунку лінійної витрати палива. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2011. № 701 : Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. С. 38–42.

29. Шаша І. К. Наукові основи забезпечення безпеки на автомобільному транспорті України : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.20. Харків, 2007. 37 с.

30. Cloud-Driven Traffic Monitoring and Control Based on Smart Virtual Infrastructure / Hahanov V., Gharibi W., Litvinova E., Chumachenko S. et al. *SAE Technical Paper*. 2017-01-0092. DOI: <https://doi.org/10.4271/2017-01-0092>.

31. Official website of Continental AG. URL: <https://www.continental-automotive.com/>.

32. Patent US7724962B2 США, Y. Zhu, G. Baratoff, D. Jean, P. Acunzo, Context adaptive approach in vehicle detection under various visibility conditions, Published 25.05.2010.

33. Токарев А. А., Шмідт А. К., Шевченко Л. М. Новий підхід до нормування витрат палива. *Автомобільний транспорт*. 1992. № 12. С. 19.

34. Кравченко О. П., Верітельник Є. А. Можливості використання нечіткої логіки при прогнозуванні відмов елементів автомобілів. *Вісник ЖДТУ*. 2012. № 3(62). С. 88–93.

35. Худяков І. В. Моделі бази даних інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів. *Наукові нотатки*. Луцьк, 2019. Вип. 67. С. 141-148.

36. Особливості дистанційної ідентифікації режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів / І. В. Худяков та ін. *Збірник наукових праць державного університету інфраструктури та технологій Серія «Транспортні системи і технології»*. 2020. Вип. 35. С. 146-156.

37. Patent US 7969558 B2 США, Velodyne Acoustics Inc., High definition lidar system, Published 28.11.2011.

38. Patent US9063230 B2 США, Stephen W. Alland, S. Shi, Radar sensor module, Published 23.06.2015.

39. Patent US9554137 B2 США, K. Iwata, T. Shibayama, K. Matsubara, R. Imaoka, S. Mochizuki, Image receiving device, image transmission system, and image receiving method, Published 24.01.2017.

40. Наумов В. С. Аналіз існуючих методів раціоналізації процесу доставки вантажів у міжнародному сполученні і основні напрямки їх удосконалення [Текст]: сб. науч. тр. / В. С. Наумов, І. А. Бабич, В. С. Кокора // *Автомоб. тр-т – Х.*, 2007. – Вип. 21. – С. 57 – 60.

41. Muschko V. *Gradle in Action*. Manning. 2014. 480 p.

42. Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті : Наказ Міністерства транспорту України від 10 лютого 1998 р. № 43 із змінами і доп. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0043361-98#Text>.

43. Кривошапов С. І. Вдосконалення існуючої методики нормування витрат палива дорожньо-транспортних засобів. *Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики* : монографія / за науковою ред. проф. І. Грицука. Херсон : ХДМА, 2019. С. 419-434.

44. Пономарьова Н. В. Прогнозування вантажопотоків на наземних видах транспорту у міжнародному сполученні : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Харківський національний автомобільно-дорожній ун-т. – Харків, 2007. 20 с.

45. Лашених О. А., Кузькін О. Ф., Грицай С. В. Імовірнісні статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем : навчальний посібник. Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. 420 с.

46. Smirnov O. New Concept for Creating a Vehicle Hybrid Power Units / Oleh Smirnov, Anna Borysenko, Anton Marchenko, Igor Gritsuk, Oleksandra Litikova, Igor Parsadanov, Evgeniy Kalinin, Maksym Ahieiev, Mykyta Volodarets, Oleksandr Samarin, Roman Vrublevskyi, Igor Khudiakov // SAE International 2020-01-2248 Published 15 Sep 2020 ISSN 0148-7191.

47. Лобанов Є. М. Проектування доріг та організація руху з урахуванням водія/Є. М. Лобанов – М.: Транспорт, – 1980. –312 с.

48. Давідіч Ю. О., Куш Є. І., Понкратов Д. П. Ергономічне забезпечення транспортних процесів : навч. посіб. Харків : ХНАМГ, 2011. 392 с.

49. Amberg B., Vetter T. Optimal landmark detection using shape models and branch and bound. *International Conference on Computer Vision*. 2011. Pp. 455-462.

50. Shahin M., Ali Babar M., Zhu L. Continuous Integration, Delivery and Deployment: A Systematic Review on Approaches, Tools, Challenges and Practices. *IEEE Access*. 2017. Pp. 1-32.

51. Серов А. Скільки палива можна економити. *Автомобільний транспорт*. 1989. № 4. С. 28–29.

52. Програмне забезпечення систем моніторингу транспорту : монографія / М. Ф. Дмитриченко та ін. ; НТУ. Київ : НТУ, 2016. 204 с.

53. Інтеграція технічної експлуатації автомобілів у структури та процеси інтелектуальних транспортних систем : монографія / В. П. Волков та ін.; за ред. Волкова В.П. Донецьк : Ноулідж, 2013. 398 с.

54. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів / В. П. Матейчик та ін. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2014. Вип. 13. С. 126–138.

55. Горобченко О. М. Основи локомотивних інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень : монографія. *Beau Bassin* : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. 236 с.

56. Каменєв О.Ю. Процедура періодичного контролю підсистеми технічної діагностики об'єктних контролерів мікропроцесорної централізації. *Залізничний транспорт України*. 2014. № 3. С. 34–46.

57. Пестриков В. М., Євкарпієв В. Є. Особливості діагностики сучасних автотранспортних засобів. *Техніко-технологічні проблеми сервісу*. 2014. № 4 (30). С. 14-19.

58. Cloud-Driven Traffic Monitoring and Control Based on Smart Virtual Infrastructure / V. Hahanov et al. *SAE Technical Paper*. 2017-01-0092. URL: <https://doi.org/10.4271/2017-01-0092>.

59. Інтелектуальні системи моніторингу транспорту : монографія / В. П. Волков та ін. Харків : Вид-во НТМТ, 2015. 246 с.

60. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В.П. Волков та ін. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»* : зб. наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. 2013. № 29 (1002). С. 138–144.

61. Особливості формування методики застосування класифікації умов експлуатації транспортних засобів в інформаційних умовах ITS / В. П. Волков та ін. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія : Транспортне машинобудування. 2017. № 14 (1236). С. 10–20.

62. Сергєєв А. Г., Арінін І. Н., Дунаєв А. П. Перспективи діагностики та профілактики. *Автомобільний транспорт*. 1991. № 9. С. 40-42.

63. Шмельов С. А., Буклагін Д. С. Методи та прилади для вимірювання витрати палива при випробуваннях сільськогосподарської техніки. *Техніка та обладнання для села*. 2012. № 12 (185). С. 15-17.

64. Желтишев А. В., Желтишева Н. Н., Назіров А. К. Вимірювання витрати палива автомобілів з електронним управлінням системи живлення. *Механіки XXI століття*. 2015. № 14. С. 213-216.

65. ДСТУ 2942-94. Автотранспортні засоби. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність. Терміни та визначення (Інформація та документація).

66. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки : навч. посіб. / М. Ф. Дмитриченко, В. П. Матейчик, О. К. Грищук, М. П. Цюман. Київ : НТУ, 2014. 168 с.

67. Говорущенко М. Я., Туренко О. М. Системотехніка транспорту. Вид. 2-е, перераб. і доп. Харків : РІО ХДАДТУ, 1999. 468 с.

68. Скалозуб В. В., Ільман В. М. Прикладний системний аналіз інтелектуальних систем транспорту : посібник. Дніпропетровськ : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту ж.-д. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2013. 221 с.

69. ДСТУ UN/ECE R 83-05:2009. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження колісних транспортних засобів стосовно викидів забруднювальних речовин залежно від палива, необхідного для двигунів. [Чинний від 2009–10–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 56 с. (Інформація та документація).

71. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів : монографія / під ред. В. П. Волкова. Харків : Вид-во Панов А. М., 2018. 298 с.

72. Одрін В. М., Картавов С. С. Морфологічний аналіз систем. Побудова морфологічних матриць. Київ : Наукова думка, 1977. 183 с.

73. Матейчик В. П., Цюман М. П. Дослідження впливу регулювальних параметрів на паливну економічність і екологічні показники бензинового двигуна з системою нейтралізації відпрацьованих газів. *Наукові нотатки : міжвуз. зб.* Луцьк, 2010. № 28. С. 331–335.

74. Особливості застосування методів визначення і оцінювання показників оптимального температурного стану двигуна і транспортного засобу в умовах експлуатації / В. П. Матейчик, В. П. Волков, І. В. Грищук, М. П. Цюман. *Управління проектами, системний аналіз і логістика.* 2015. Вип. 15, ч. 1. С.108–118.

75. Особливості моделі для дослідження паливної економічності та екологічних показників транспортного засобу з урахуванням прогріву в процесі руху / В. П. Матейчик та ін. *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту.* 2014. № 4 (2). С. 14–20.

76. Особливості алгоритму дослідження паливної економічності та екологічних показників транспортного засобу з урахуванням прогріву в процесі руху / В. П. Матейчик та ін. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології : електронне наукове фахове видання*. 2015. Вип. № 8. С. 31-38.

77. Матейчик В. П., Цюман М. П. Дослідження впливу регулювальних параметрів на паливну економічність і екологічні показники бензинового двигуна з системою нейтралізації відпрацьованих газів. *Наукові нотатки*. Луцьк, 2010. № 28. С. 331–335.

78. Грицук І. В., Кривопусков А. В., Гриценко Д. О. До питання вибору і обґрунтування типу випробувального їздового циклу для дослідження показників токсичності відпрацьованих газів двигунів. *Зб. наук. пр. ДонІЗТ*. Донецьк, 2009. № 17. С. 106–119.

79. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 64765 от 04.04.2016 Твір науково-практичного характеру «Технічний регламент і результати роботи інформаційного програмного комплексу (продукту) MonDiaFor «HADI-15»» (monitoring, diagnosis, forecasting technical condition of the vehicle under ITS) при здійсненні моніторингу, діагностування, прогнозування параметрів технічного стану транспортного засобу в умовах інтелектуальних транспортних систем». Заявка від 10.02.2016 №65240.

80. Адаптація інформаційного програмного комплексу «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» для системної взаємодії з підключеними і автоматизованими транспортними засобами в умовах ITS / В. П. Волков, І. В. Грицук, Ю. В. Грицук, Ю. В. Волков. *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Автомобіле- та тракторобудування*. 2017. № 13 (1235). С. 39–44.

81. Свідоцтво про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення В № 00685. Україна. Математична модель для дослідження індикаторних та ефективних показників двигунів внутрішнього згоряння / Ю.Ф. Гутаревич, В.П. Матейчик, М.П. Цюман, В.В. Яновський (Україна) зареєстр. 13.12.2006.

82. Свідоцтво про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення ВР № 01059. Україна. Математична модель розрахунку робочого процесу двигуна з іскровим запалюванням, електронним управлінням та системою нейтралізації і рециркуляції відправцьованих газів / В. П. Матейчик, М. П. Цюман, С. А. Левківський, А. Б. Сінкевич (Україна). зареєстр. 16.04.2009.

83. Свідоцтво про внесення суб'єкта підприємницької діяльності до Реєстру виробників та розповсюджувачів програмного забезпечення ВР № 01152. Україна. Програма розрахунку індикаторних показників циклу і характеристик тепловиділення за експериментальними індикаторними діаграмами двигуна внутрішнього згоряння / В. П. Матейчик, М. П. Цюман (Україна). зареєстр 22.12.2009.

84. Технічний регламент віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту «ХНАДУ ТЕСА» (основні положення) (Твір науково-практичного характеру) / В. П. Волков та ін. Заявник і патентовласник Волков В. П. і ХНАДУ. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 53291 від 24.01.2014. Заявка від 22.11.2013. №53603.

85. Технічний регламент програмного продукту «Віртуальний механік «HADI-12»» при реєстрації в ньому нового транспортного засобу / Волков В. П. та ін.; заявник і патентовласник Волков В. П. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 47233 від 15.01.2013. Заявка від 15.11.2012 №47525.

86. Технічний регламент програмного продукту «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»» при звичайній роботі (Твір науково-практичного характеру) / Волков В. П. та ін.; заявник і патентовласник ХНАДУ. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 53292 від 24.01.2014. Заявка від 22.11.2013 № 53604.

87. Говорущенко М. Я. Технічна експлуатація автомобілів. Харків : Вища школа, 1984. 312 с.

88. Говорущенко М. Я., Варфоломєєв В. М. Технічна кібернетика транспорту : навчальний посібник. Харків : ХДАДТУ, 2001. 271 с.

89. Жук М. М., Ковалишин В.В. Методика досліджень впливу психофізіологічних особливостей водія на час його реакції у реальних умовах. *Комунальне господарство міст*. 2012. № 108. С. 479-484.

90. Туленов А. Т. Різабек А. Т., Пернебеков С. С. Вплив умов експлуатації автомобілів на показники роботи двигунів внутрішнього згоряння. *Журнал наукових публікацій аспірантів і докторантів*. URL: <http://jurnal.org/articles/2011/mash1.html>.

91. ГОСТ 16350-80. Районування і статистичні параметри кліматичних факторів для технічних цілей.

92. Жук М. М., Бойків М. В. Вплив висотної поясності на стан водія при русі у гірській місцевості. *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2013. № 61. С. 33-35.

93. Говорущенко М. Я. Питання теорії експлуатації автомобілів на дорогах з різним ступенем рівності покриттів. Харків : видавництво Харківського держ. ун-ту, 1964. 34 с.

94. Грицук І. В. Грицук Ю. В., Савенков М. В. Аналітичний метод визначення часу розгону в комп'ютерному моделюванні динамічної системи «автомобіль-дорога». *Комп'ютерні науки та інженерія : матеріали III Міжнар. конф. молодих вчених CSE-2009 (Львів, 14–16 травня 2009 р.)*. Львів, 2009. С. 203–205.

95. Комп'ютерне моделювання та аналіз системи «Автомобіль-дорога» / І. В. Грицук та ін. *Комп'ютерне моделювання в освіті: матеріали III Всеукр. науково-методичного семінару (Кривий Ріг, 24 квітня 2008 р.)*. Кривий ріг, 2008. С. 20–21.

96. Ходош М.С. Організація, економіка та управління перевезенням вантажів автомобільним транспортом/М.С. Ходош, Б.А. Дасковський. – М.: Транспорт, 1989. – 287 с.

97. Жук М. М., Постранський Т. М., Афонін М. О. Зміна показника активності регуляторних систем водія за різних умов руху. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*. 2013. № 5. С. 79-81.

98. Автоматизація, комп'ютерне моделювання та технічна експертиза дорожніх умов системи «Автомобіль-Дорога» / І. В. Шилін та ін. *Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту*. 2008. № 4. С. 22–27.

99. Kopf M., Onken R. DAISY A knowledgeable monitoring and warning aid for drivers on German motorways, 5th IFAC Man-Machine Symp., 1992. Pp. 189-194.

100. Савостін-Косяк Д., Сахно В. Дослідження витрати палива міських автобусів з дизелем шляхом математичного моделювання. *Systemy i Srodki Transportu Samochodowego. Wybrane Zagadnienia : monografia pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy. Seria Transport*. 2017. № 9. Rzeszow : Politehnika Rzeszowska. S. 95–103.

101. Положення про профілактичне обслуговування та ремонт транспортних машин : методичні рекомендації. Харків : РІО ХДАДТУ, 1998. 39 с.

102. Alrjebi M. M., Pathirage N., Liu W., Li L. Face Recognition Against Occlusions via Colour Fusion using 2D-MCF Model and SRC. *Pattern Recognition Letters*. 2017. Pp. 14-21.

103. Коригування нормативів технічного обслуговування та ремонту парку автомобілів. URL: https://studref.com/637629/tehnika/korrektirovanie_normativov_tehnicheskogo_obslyzhivaniya_remonta_parka_avtomobiley.

104. Warshawsky-Livne L., Shinar D. Effects of uncertainty, transmission type, driver age and gender on brake reaction and movement time. *Journal of Safety Research*. 2002. Vol. 33., no. 1. Pp. 117-128.

105. Törnros J. Effect of driving speed on reaction time during motorway driving. *Accident Analysis and Prevention*. 1995. Vol. 27, no. 4. Pp. 435-442.

106. Dinges D., Mallis M., Maislin G., Powell J.W. Evaluation of techniques for ocular measurement as an index of fatigue and the basis for alertness management. *Department of Transportation Highway Safety Publication*. 1998. DOT-HS-808-762. 114 p.

107. What is data flow diagram. URL: <https://www.lucidchart.com/pages/data-flow-diagram>.

108. Wierville W. Overview of research on driver drowsiness definition and driver drowsiness detection. *Proceedings of the fourteenth international technical conference on enhanced safety of vehicles*. Munich, 1995. Pp. 462-470.

109. Погорлецький Д. С. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників переобладнаних для роботи на газовому паливі транспортних засобів : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20. Житомир, 2021. 235 с.

110. Європейська угода щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_016.

111. ДСТУ 2942 – 94 Автотранспортні засоби. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність. Терміни та визначення (Інформація та документація).

112. Mercedes-Benz Actros / Офіційний дилер Mercedes-Benz Trucks в Україні. URL: <http://www.mercedes-benz-autodom.zp.ua/trucks/models/actros.html>.

113. DAF XF. Сама досконалість / Офіційне представництво компанії DAF Trucks в Україні. URL: <https://www.daf.ua/trucks/daf-xf/>.

114. Wierwille W., Wreggit S., Kirn C.L., Ellsworth L.A., Fairbanks R. Research on Vehicle-Based Driver Status/Performance Monitoring: Development, Validation, and Refinement of Algorithms for Detection of Driver Drowsiness. *Technical Report DOT-HS-808-247, National Highway Traffic Safety Administration*. 1994. 247 p.

115. Andreassi J. *Psychophysiology. Human Behavior & Physiological Response*. London : Lawrence Erlbaum Associates, 2006. 578 p.

116. Thorslund B. *Electrooculogram Analysis and Development of a System for Defining Stages of Drowsiness*. Linköping University, Linköping, 2003. 44 p.

117. Трекер BI 520L TREK / BITREK. Keep control. URL: <https://bitrek.ua/kontrol-transporta/bitrek-3#!prettyPhoto>.

118. Patent US 8744190 B2 США, N. Stoeffler, M. Raubuch, System and method for efficient image feature extraction, published 03.06.2014.

119. Автомобільні ваги 80 тонн з функцією поосного зважування / Ваговимірювальні системи. URL: https://vis.ua/product/03-zaglublenniy_fundament/.

120. АРКЕН-КРОСС. Радіолокаційний детектор транспортних потоків. URL: <http://docplayer.com/209048327-Arken-kross-radiolokacionnyu-detektor-transportnyh-potokov.html>.

121. Радіолокаційний датчик для перехресть / ІТЦ-М - інженерно-технічний центр. URL: <https://www.itc.by/its-solution/adaptive-control/arken-cross/#1561013808939-93883dab-28c4>.

122. Abtahi S., Hariri B., Shirmohammadi S. Driver Drowsiness Monitoring Based on Yawning Detection. *Proc. IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference*, Binjiang, Hangzhou, China, May, 2011. 4 p.

123. Eskandarian A., Sayed R., Delaigue P., Mortazavi A., Blum J. Advanced Driver Fatigue Research: Tech. Rep. FMCSA-RRR-07-001//U.S. Department of Transportation. April 2007. 210 p.

124. Дослідження структури інформаційної системи моніторингу сучасних транспортних засобів / І. В. Грицук та ін. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції; 21-23 жовтня 2019 року: збірник наукових праць. Вінниця : ВНТУ, 2019. С. 65-68.

ДОДАТКИ

Додаток А

Опис основних інформаційних елементів об'єктів автоматизації складових системи моніторингу витрати палива та параметрів технічного стану ТЗ

Таблиця А.1 – Множина об'єктів автоматизації тахографа, трекеру та ФСО

№	Позначення	Найменування
1	<i>O_{tg2.1}</i>	Блок збирання і передачі інформації про ідентифікацію ТЗ, тахографа і водія ТЗ
2	<i>O_{tg2.2}</i>	Блок збирання і передачі інформації про порушення правил ПДР і РРО
3	<i>O_{tg2.3}</i>	Блок збирання і передачі інформації про час роботи екіпажу ТЗ
4	<i>O_{tg2.4}</i>	Блок збирання і передачі інформації про швидкість ТЗ (від тахографа)
5	<i>O_{tg2.5}</i>	Блок збирання і передачі інформації про робочий стан ТЗ
6	<i>O_{tr3.1}</i>	Блок збирання і передачі інформації про технічний стан ТЗ і напівпричепа (додаткове обладнання)
7	<i>O_{tr3.2}</i>	Блок збирання і передачі інформації про забезпечення значень викидів забруднюючих речовин (додаткові датчики)
8	<i>O_{фсо 4.1}</i>	Блок збирання і передачі інформації про ідентифікацію ТЗ у транспортному потоці
9	<i>O_{фсо 4.2}</i>	Блок збирання і передачі інформації про фізичний стан оператора(ів) (водія)

Таблиця А.2 – Множина інформаційних елементів об'єктів автоматизації ТЗ зі встановленими тахографом, трекером та реєстратором ФСО

№	Позначення	Найменування
1	2	3
80	<i>v_{tg80}</i>	Ідентифікація водія ТЗ
81	<i>v_{tg81}</i>	Ідентифікаційний номер карти і країни
82	<i>v_{tg82}</i>	Ідентифікаційний номер автомобіля, VIN, VRN
83	<i>v_{tg83}</i>	Країна реєстрації та реєстраційний номер автомобіля (VRN)
84	<i>v_{tg84}</i>	Ідентифікація тахографа
85	<i>v_{tg85}</i>	Ідентифікація одометра
86	<i>v_{tg86}</i>	Діапазон обертів двигуна і тривалість режимів роботи
87	<i>v_{tg87}</i>	Останній контроль, якому піддавався водій.
88	<i>v_{tg88}</i>	Зведення про діяльність за день, відомості про початок і закінчення (час, місце розташування і одометр).
89	<i>v_{tg89}</i>	Види діяльності із зазначенням часу початку і закінчення.
90	<i>v_{tg90}</i>	Дата і час останнього контролю перевищення швидкості. Дата і час першого перевищення швидкості і кількість перевищень швидкості.
91	<i>v_{tg91}</i>	П'ять найбільш серйозних перевищень швидкості за останні 365 днів. Дата, час і тривалість. Максимальна і середня швидкість.
92	<i>v_{tg92}</i>	Найбільш серйозні перевищення швидкості за останні десять днів. Дата, час і тривалість. Максимальна і середня швидкість.

Закінчення таблиці А.2

1	2	3
93	v_{tg93}	Зміни стану задніх роз'ємів D1 / D2 і їх тривалість.
94	v_{tg94}	Час збирання інформації
120	v_{tr120}	Навантаження на вісь (додатковий датчик – за наявністю)
121	v_{tr121}	Температура в кузові (додатковий датчик – за наявністю)
122	v_{tr122}	Тиск у шинах (додатковий датчик – за наявністю)
123	v_{tr123}	Температура у шинах автомобіля (додатковий датчик – за наявністю)
124	v_{tr124}	Контроль роботи додаткового обладнання ТЗ (напівпричепа). Дозволяє визначити час роботи, простою і провести аналіз раціональності використання додаткового обладнання ТЗ (додатковий датчик – за наявністю)
125	v_{tr125}	Контроль положення верхнього навісного обладнання або робочих органів спецтехніки. Дозволяє провести аналіз часу роботи спецтехніки (додатковий датчик – за наявністю)
126	v_{tr126}	Контроль підйому / опускання кузова самоскида. Дозволяє визначити кількість виконаних рейсів і оцінити обсяги перевезених вантажів (додатковий датчик – за наявністю)
127	v_{tr127}	Контроль відкриття люка горловини бака / цистерни. Дозволяє запобігти несанкціонованому відбору, розбавленню тощо (додатковий датчик – за наявністю)
128	v_{tr128}	Масовий викид оксиду вуглецю (додатковий датчик – за наявністю)
129	v_{tr129}	Масовий викид вуглеводнів (додатковий датчик – за наявністю)
130	v_{tr130}	Масовий викид оксидів азоту (додатковий датчик – за наявністю)
131	v_{tr131}	Масовий викид твердих часток (додатковий датчик – за наявністю)
132	v_{tr132}	Час збирання інформації
151	$v_{\Phi CO 151}$	Швидкість ТЗ (GPS)
152	$v_{\Phi CO 152}$	Середня температура довкілля
153	$v_{\Phi CO 153}$	Координата ТЗ – довгота (GPS)
154	$v_{\Phi CO 154}$	Координата ТЗ – широта (GPS)
155	$v_{\Phi CO 155}$	Контроль тиску оператора (водія)
156	$v_{\Phi CO 156}$	Контроль пульсу оператора (водія)
157	$v_{\Phi CO 157}$	Контроль стану стресу оператора (водія)
158	$v_{\Phi CO 158}$	Контроль стомленості оператора (водія)
159	$v_{\Phi CO 159}$	Час збирання інформації

Таблиця А.3 – Функції автоматизації інформаційної системи моніторингу ТЗ с встановленими тахографом, трекером, реєстратором ФСО

№	Позначення	Найменування
1	f_{ig1}	Періодичне збирання даних параметрів щодо ідентифікації ТЗ за інтервал часу Δt
2	f_{ig2}	Періодичне збирання даних щодо стану ТЗ за інтервал часу Δt
3	f_{ig3}	Періодичне збирання даних параметрів щодо часу роботи ТЗ за інтервал часу Δt
4	f_{ig4}	Періодичне збирання параметрів щодо швидкості ТЗ за інтервал часу Δt
5	f_{ig5}	Періодичне збирання даних параметрів щодо стану напівпричепа за інтервал часу Δt
6	f_{ig6}	Прогнозування значень параметрів ідентифікації ТЗ
7	f_{ig7}	Прогнозування значень параметрів стану ТЗ
8	f_{ig8}	Прогнозування значень параметрів часу роботи ТЗ
9	f_{ig9}	Прогнозування значень параметрів швидкості ТЗ
10	f_{ig10}	Прогнозування значень параметрів щодо стану напівпричепа
11	f_{ig11}	Формування звітів за параметрами ідентифікації ТЗ
12	f_{ig12}	Формування звітів за параметрами стану ТЗ
13	f_{ig13}	Формування звітів за параметрами часу роботи ТЗ
14	f_{ig14}	Формування звітів за параметрами швидкості ТЗ
15	f_{ig15}	Формування звітів за параметрами стану напівпричепа
16	f_{ig16}	Забезпечення актуальності даних для прогнозування параметрів
17	f_{ir1}	Періодичне збирання даних параметрів про стан ТЗ і напівпричепа (додаткове обладнання) за інтервал часу Δt
18	f_{ir2}	Періодичне збирання даних про екологічні показники ТЗ за інтервал часу Δt
19	f_{ir3}	Прогнозування значень параметрів про стан ТЗ і напівпричепа (додаткове обладнання)
20	f_{ir4}	Прогнозування значень параметрів про екологічні показники ТЗ
21	f_{ir5}	Формування звітів за параметрами стану ТЗ і напівпричепа (додаткове обладнання)
22	f_{ir6}	Формування звітів за параметрами екологічних показників ТЗ
23	f_{ir7}	Забезпечення актуальності даних для прогнозування параметрів

Таблиця А.4 – Основні завдання обробки даних системи моніторингу параметрів ТЗ категорії N3 із встановленими тахографом, трекером, реєстратором ФСО

№	Позначення	Найменування
1	h_{lg1}	Періодичне додавання в БД значень параметрів ідентифікації ТЗ
2	h_{lg2}	Періодичне додавання в БД значень параметрів стану ТЗ
3	h_{lg3}	Періодичне додавання в БД значень параметрів часу роботи ТЗ
4	h_{lg4}	Періодичне додавання в БД значень параметрів швидкості ТЗ
5	h_{lg5}	Періодичне додавання в БД значень параметрів стану напівпричепа
6	h_{lg6}	Видалення даних параметрів ідентифікації ТЗ із бази даних (БД) у випадку втрати їх актуальності
7	h_{lg7}	Видалення даних параметрів стану ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності
8	h_{lg8}	Видалення даних параметрів часу роботи ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності
9	h_{lg9}	Видалення даних параметрів швидкості ТЗ у випадку втрати їх актуальності
10	h_{lg10}	Видалення даних параметрів стану напівпричепа із БД у випадку втрати їх актуальності
11	h_{lg11}	Вибирання даних з БД за параметрами ідентифікації ТЗ для їх аналізу і прогнозування
12	h_{lg12}	Вибирання даних з БД за параметрами стану ТЗ для їх аналізу і прогнозування
13	h_{lg13}	Вибирання даних з БД за параметрами часу роботи ТЗ для їх аналізу і прогнозування
14	h_{lg14}	Вибирання даних з БД за параметрами швидкості ТЗ для їх аналізу і прогнозування
15	h_{lg15}	Вибирання даних з БД за параметрами стану напівпричепа для їх аналізу і прогнозування
16	h_{lr1}	Періодичне додавання в БД значень параметрів про стан ТЗ і напівпричепа (додаткове обладнання)
17	h_{lr2}	Періодичне додавання в БД значень параметрів про екологічні показники ТЗ
18	h_{lr3}	Видалення даних параметрів про стан ТЗ і напівпричепа (додаткове обладнання) із бази даних (БД) у випадку втрати їх актуальності
19	h_{lr4}	Видалення даних параметрів про екологічні показники ТЗ із БД у випадку втрати їх актуальності
20	h_{lr5}	Вибирання даних з БД за параметрами стану ТЗ і напівпричепа (додаткове обладнання) для їх аналізу і прогнозування
21	h_{lr6}	Вибирання даних з БД за параметрами екологічних показників ТЗ для їх аналізу і прогнозування
22	h_{fco1}	Періодичне додавання в БД значень параметрів щодо інформації про ідентифікацію ТЗ у транспортному потоці
23	h_{fco2}	Періодичне додавання в БД значень параметрів щодо інформації про ФСО
24	h_{fco3}	Видалення даних параметрів щодо інформації про ідентифікацію ТЗ у транспортному потоці із БД у випадку втрати їх актуальності
25	h_{fco4}	Видалення даних параметрів щодо інформації про ФСО із БД у випадку втрати їх актуальності
26	h_{fco5}	Вибирання даних з БД за параметрами щодо інформації про ідентифікацію ТЗ у транспортному потоці для їх аналізу і прогнозування
27	h_{fco6}	Вибирання даних з БД за параметрами щодо інформації про ФСО для їх аналізу і прогнозування

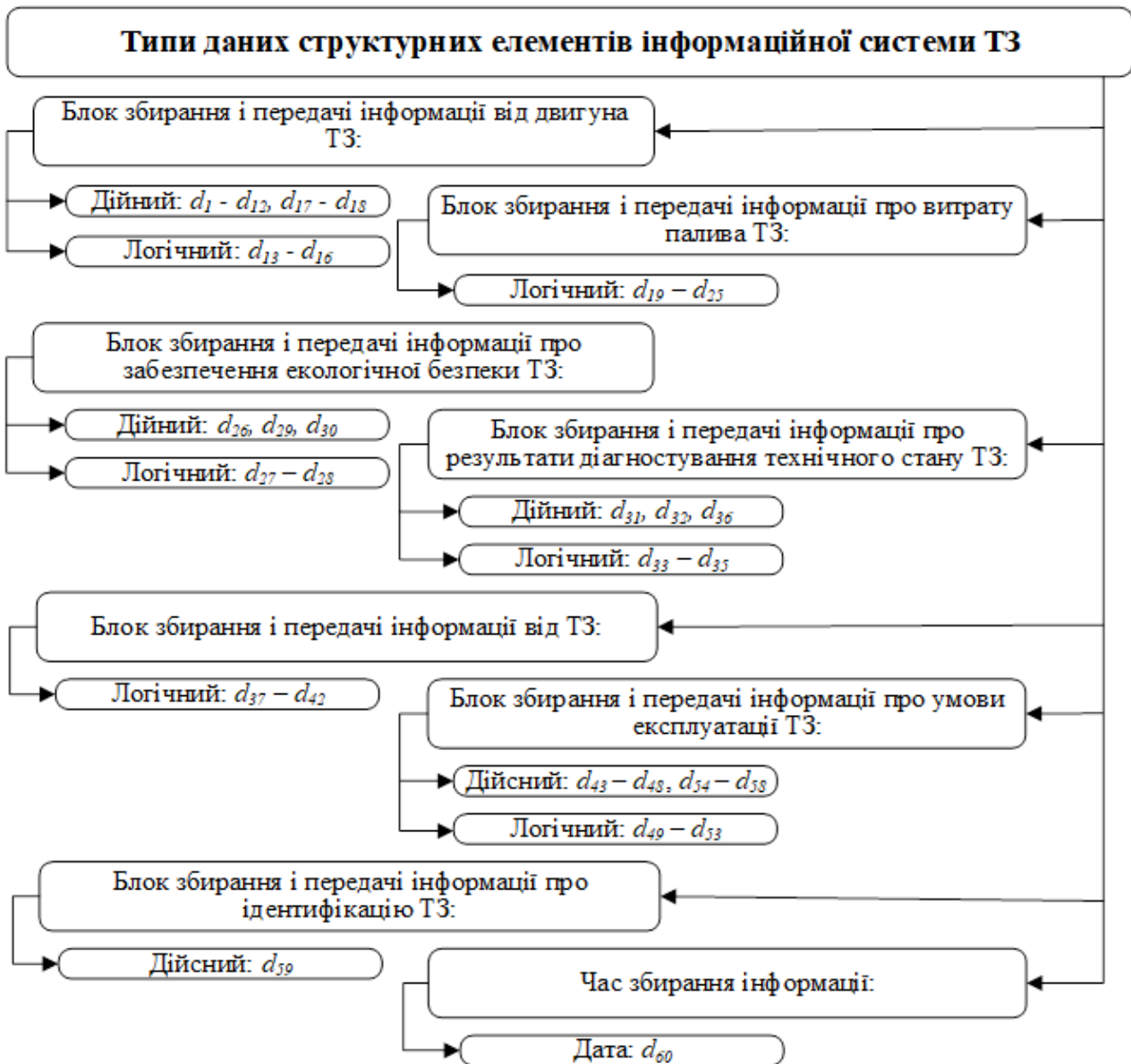
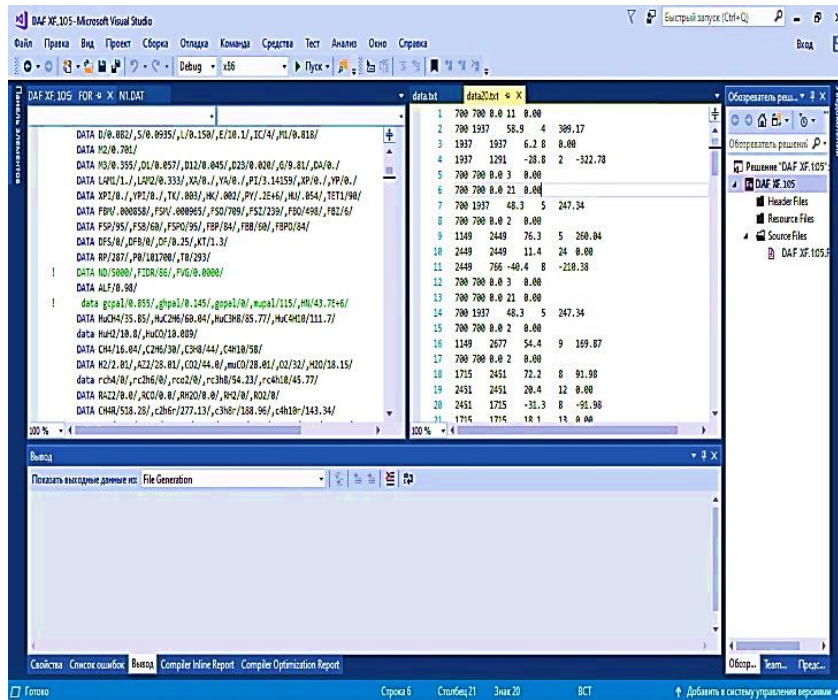
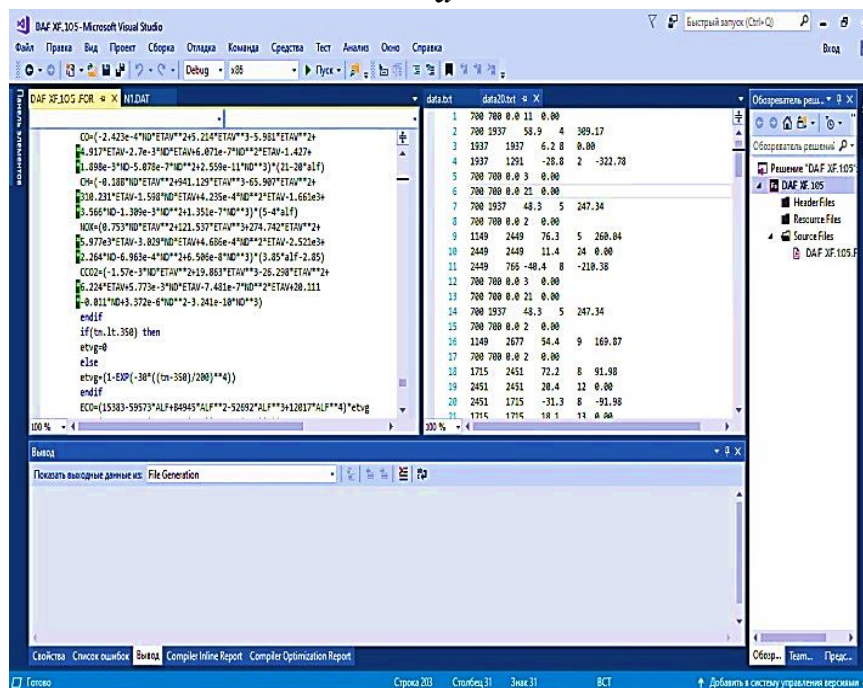


Рисунок А.1 – Основні блоки структурних елементів інформаційної системи моніторингу ТЗ категорії N3 із визначенням типу даних атрибутів

Лістинг програми розрахунку швидкості і витрати палива ТЗ категорії N3 в окремих режимах руху та їздових циклах згідно з правилами ЄЕК ООН



а



б

Рисунок Б.1 – Лістинг програми розрахунку швидкості і витрати палива ТЗ категорії N3 в окремих режимах руху та їздових циклах згідно з Правилами ЄЕК ООН

а – фрагмент лістингу вхідних даних; б – фрагмент лістингу програми розрахунку

Результати визначення транспортних і дорожніх умов експлуатації
у системі моніторингу ТЗ категорії N3

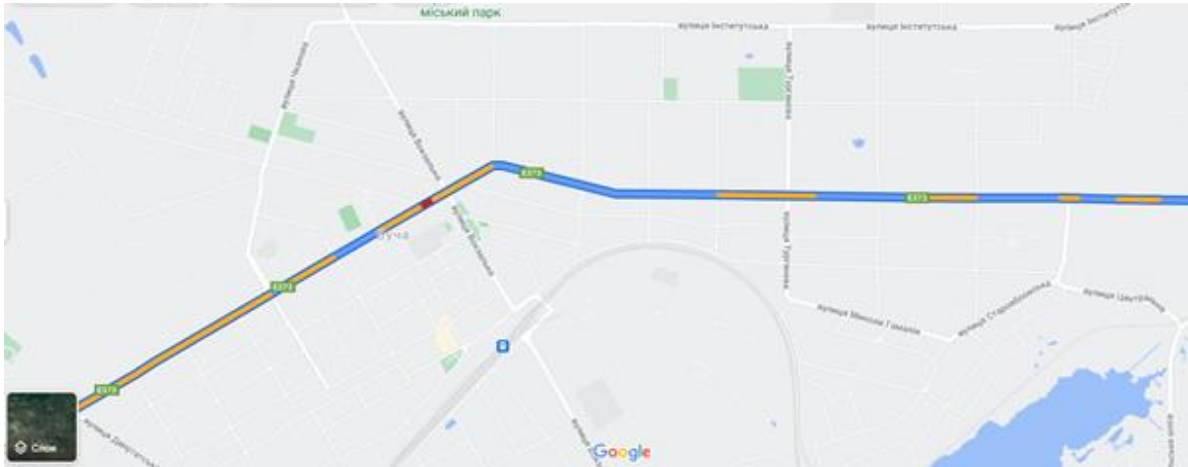


Рисунок В.1 – Робоче вікно моніторингу ТЗ за маршрутом руху на основі мережевих даних і програмного модуля

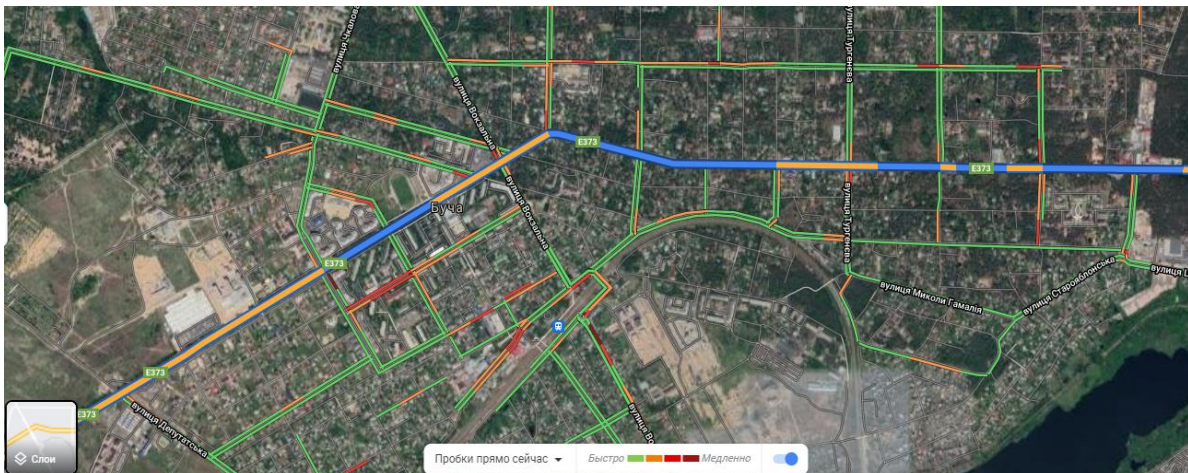


Рисунок В.2 – Робоче вікно моніторингу транспортних умов експлуатації ТЗ на основі мережевих даних і програмного модуля



Рисунок В.3 – Робоче вікно моніторингу дорожніх умов експлуатації ТЗ на основі мережевих даних і програмного модуля

Додаток Г
ФРАГМЕНТИ ЗВІТІВ ПРО РУХ ДОСЛІДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ДІЛЯНОК
МАРШРУТУ

Г1. Фрагмент звіту системи моніторингу для ТЗ Mercedes-Benz Astros 1841 LS

№ з/п	Початок моніторингу	Точка пропуску початкова	Координати початкової локації	Кінець моніторингу	Точка пропуску кінцева	Кінець поїздки (населений пункт)	Координати кінцевої локації	Час у гурті	Час простою	Довжина ділянки, км	Коефіцієнт використання швидкості	Середня швидкість для ділянки за СРС, км/год	Середня швидкість для ділянки за ОВД, км/год	Максимальна швидкість для ділянки за СРС, км/год	Максимальна швидкість для ділянки за ОВД, км/год	Обсяг шляху, км/год	Середня витрата палива, л	Коефіцієнт використання палива, л	Стан	Зупинки	
1	12:05:00	0	Amsterdam, Північна Голландія, Нідерланди	52.374498; 4.827735	12:05:00	1	Amsterdam, Північна Голландія, Нідерланди	0:03:00	2:37:00	1,00	0,89	45,50	44,60	47,00	47,00	48,40	31,80	72,30	1	0	
2	12:05:00	1	Amsterdam, Північна Голландія, Нідерланди	52.387104; 4.915529	12:11:01	2	Meiden, Північна Голландія, Нідерланди	0:14:31	0:01:30	15,80	0,96	77,40	76,90	79,30	80,00	80,00	80,00	77,00	67,50	0	1
3	12:05:00	2	Meiden, Північна Голландія, Нідерланди	52.327974; 5.058469	12:09:19	3	Meiden, Північна Голландія, Нідерланди	0:12:54	0:01:25	0,01:25	0,94	45,72	47,20	48,40	48,00	50	31,10	71,60	0	2	
4	12:09:19	3	Meiden, Північна Голландія, Нідерланди	52.328693; 5.076349	12:14:50	4	Nardec, Північна Голландія, Нідерланди	0:05:31		6,70	0,91	71,83	72,61	78,30	77,00	80	27,10	67,60	0	0	
5	12:14:50	4	Nardec, Північна Голландія, Нідерланди	52.306484; 5.136987	12:19:00	5	Nardec, Північна Голландія, Нідерланди	0:04:56	0:02:14	1,30	0,90	40,64	45,20	48,40	49,20	50	31,20	71,70	0	3	
6	12:19:00	5	Nardec, Північна Голландія, Нідерланди	52.293246; 5.179346	12:27:20	6	Laren, Північна Голландія, Нідерланди	0:08:20		10,00	0,98	77,30	78,20	79,50	79,40	80	27,70	68,20	0	0	
7	12:27:20	6	Laren, Північна Голландія, Нідерланди	52.270783; 5.197199	12:31:02	7	Laren, Північна Голландія, Нідерланди	0:07:34	0:02:00	2,00	0,89	44,12	44,32	48,50	49,00	50	31,70	72,20	0	2	
8	12:31:02	7	Laren, Північна Голландія, Нідерланди	52.251870; 5.211618	12:34:02	8	Borj, Нідерланди	0:02:40	0:01:00	8,00	0,94	78,30	75,20	78,00	77,50	80	27,50	68,00	0	2	
9	12:40:33	8	Borj, Нідерланди	52.223657; 5.276860	12:45:15	9	Borj, Нідерланди	0:04:43	0:05:15	1,00	0,88	45,10	44,20	47,60	48,30	50	31,00	71,50	0	4	
10	12:45:15	9	Borj, Нідерланди	52.219800; 5.292935	12:59:32	10	Anerborg, Нідерланди	0:14:17		13,00	0,95	75,45	75,82	79,00	78,50	80	27,80	68,30	0	0	
11	12:59:32	10	Anerborg, Нідерланди	52.196758; 5.397699	13:01:35	11	Anerborg, Нідерланди	0:04:03	0:02:00	3,00	0,89	45,10	44,28	47,50	47,30	50	30,10	70,60	0	3	
12	13:01:35	11	Anerborg, Нідерланди	52.198653; 5.449198	13:13:57	12	Borneveld, Нідерланди	0:12:22		16,00	0,97	77,56	77,62	79,40	79,60	80	27,00	67,50	0	0	
13	13:13:57	12	Borneveld, Нідерланди	52.166463; 5.578344	13:16:17	13	Borneveld, Нідерланди	0:01:20	0:01:00	2,00	0,89	44,52	44,52	48,50	49,00	50	30,80	71,30	0	2	
14	13:16:17	13	Borneveld, Нідерланди	52.172351; 5.637159	13:28:28	14	Alexand, Голландія, Нідерланди	0:15:31		20,00	0,97	78,45	77,28	79,50	80,00	80	26,50	67,00	0	0	
15	13:28:28	14	Alexand, Голландія, Нідерланди	52.172351; 5.637159	13:32:47	15	Alexand, Голландія, Нідерланди	0:04:19	0:01:38	2,00	0,88	44,87	45,87	48,50	49,20	50	30,70	71,20	0	3	
16	13:32:47	15	Alexand, Голландія, Нідерланди	52.193401; 5.932823	13:48:15	16	Deventer, Нідерланди	0:15:34	0:01:38	15,50	0,93	75,10	74,50	78,30	78,90	80	28,10	66,60	0	2	
17	13:48:15	16	Deventer, Нідерланди	52.239855; 5.151656	14:32:56	17	Deventer, Нідерланди	0:44:38	0:03:32	0:03:32	1,50	0,87	44,87	44,87	48,20	49,00	50	31,90	72,40	0	4
18	14:32:56	17	Deventer, Нідерланди	52.239855; 5.151656	14:32:56	18	Deventer, Нідерланди	0:00:00		0,00:00	1,80	0,77	50,67	61,82	74,40	73,00	80	28,90	67,40	0	4
19	14:32:56	18	Deventer, Нідерланди	52.239855; 5.151656	14:32:56	19	Loenen, Нідерланди	0:01:38		1,30	0,95	67,65	47,71	49,20	50,00	50	30,10	70,60	0	0	
20	14:32:56	19	Loenen, Нідерланди	52.251331; 6.021861	14:35:30	20	Borne, Нідерланди	0:02:34		2,30	0,87	44,87	44,87	48,20	49,00	50	31,90	72,40	0	4	
21	14:35:30	20	Borne, Нідерланди	52.239855; 5.151656	14:35:30	21	Borne, Нідерланди	0:00:00		0,00:00	1,50	0,87	44,87	44,87	48,20	49,00	50	31,90	72,40	0	4
22	14:35:30	21	Borne, Нідерланди	52.239855; 5.151656	14:35:30	22	Borne, Нідерланди	0:00:00		0,00:00	1,50	0,87	44,87	44,87	48,20	49,00	50	31,90	72,40	0	4
23	14:35:30	22	Borne, Нідерланди	52.239855; 5.151656	14:35:30	23	Хенело, Голландія, Нідерланди	0:05:25	0:02:00	6,00:45	0,98	78,50	78,10	79,40	79,80	80	27,20	67,70	0	1	
24	14:35:30	23	Хенело, Голландія, Нідерланди	52.285476; 6.790203	14:38:01	24	Хенело, Голландія, Нідерланди	0:02:27	0:02:00	2,00	0,94	46,70	47,20	48,60	49,40	50	31,90	72,40	0	3	
25	14:38:01	24	Хенело, Голландія, Нідерланди	52.285476; 6.790203	14:38:01	25	Оденсвал, Нідерланди	0:11:07	0:02:00	10,90	0,92	74,10	73,40	77,40	78,40	80	27,50	68,00	0	2	
26	14:38:01	25	Оденсвал, Нідерланди	52.277974; 7.261942	14:50:35	26	Оденсвал, Нідерланди	0:12:34	0:12:00	2,00	0,87	44,80	45,20	48,40	47,00	50	31,90	72,40	0	5	
27	14:50:35	26	Шторф, Німеччина	52.290946; 6.949518	15:11:38	27	Шторф, Німеччина	0:20:51	0:03:00	17,80	0,87	47,40	47,16	50,50	54,00	100	28,10	66,60	0	0	
28	15:11:38	27	Шторф, Німеччина	52.290946; 6.949518	15:11:38	28	Зальцберен, Німеччина	0:05:30	0:03:00	8,00	0,94	91,50	93,50	97,50	98,00	100	27,70	68,20	0	0	
29	15:11:38	28	Зальцберен, Німеччина	52.341736; 7.261942	15:23:45	29	Герстель, Німеччина	0:15:22		22,00	0,98	97,40	98,20	99,40	100,00	100	31,80	72,30	0	0	
30	15:23:45	29	Герстель, Німеччина	52.344117; 7.387568	15:23:45	30	Бібенборн, Північний Рейн-Вестфал, Німеччина	0:28:33	0:07:41	11,00	0,95	94,20	94,10	98,50	99,00	100	28,10	68,60	0	0	
31	15:23:45	30	Бібенборн, Північний Рейн-Вестфал, Німеччина	52.285326; 7.648878	15:23:45	31	Осварборн, Бремен, Німеччина	0:14:26		21,00	0,98	97,30	98,40	99,30	99,10	100	31,00	71,50	0	0	
32	15:23:45	31	Осварборн, Бремен, Німеччина	52.256533; 7.724741	15:23:45	32	Ессендорф, Німеччина	0:09:28	0:03:00	13,00	0,92	46,75	45,83	48,40	49,00	50	31,10	72,60	0	2	
33	15:23:45	32	Ессендорф, Бремен, Німеччина	52.245864; 8.083856	15:23:45	33	Мелле, Німеччина	0:11:06	0:03:00	2,00	0,92	46,75	45,83	48,40	49,00	50	31,10	72,60	0	2	
34	15:23:45	33	Мелле, Німеччина	52.231607; 8.168314	15:23:45	34	Бюде, Північний Рейн-Вестфал, Німеччина	0:13:09		19,00	0,94	94,50	93,60	97,30	98,60	100	28,30	68,80	0	0	
35	15:23:45	34	Бюде, Північний Рейн-Вестфал, Німеччина	52.189384; 8.318823	15:30:36	35	Вад-Екауен, Німеччина	0:07:50	0:05:00	19,00	0,95	93,70	94,50	98,50	99,00	100	28,30	68,80	0	0	
36	15:30:36	35	Вад-Екауен, Німеччина	52.190384; 8.318823	15:30:36	36	Рителен, Німеччина	0:13:50	0:05:00	22,00	0,93	93,20	92,60	96,40	96,10	100	32,20	72,70	0	1	
37	15:30:36	36	Рителен, Німеччина	52.186046; 9.057520	15:30:36	37	Рителен, Німеччина	0:20:32	0:54:00	0:54:00	2,00	0,89	91,30	89,40	97,30	98,00	100	28,40	69,00	1	2
38	15:30:36	37	Рителен, Німеччина	52.186046; 9.057520	15:30:36	38	Аугсвал, Нижній Саксонія, Німеччина	0:10:13	0:03:00	4,00	0,91	46,72	45,38	47,40	48,30	50	30,10	70,60	0	1	
39	15:30:36	38	Аугсвал, Нижній Саксонія, Німеччина	52.190696; 9.077432	15:30:36	39	Роденберг, Німеччина	0:10:11		14,00	0,95	95,10	94,60	98,40	99,00	100	27,20	67,70	0	0	
40	15:30:36	39	Роденберг, Німеччина	52.271885; 9.233301	15:30:36	40	Роденберг, Німеччина	0:18:30		26,00	0,98	97,50	96,30	99,20	99,00	100	27,10	67,60	0	0	
41	15:30:36	40	Роденберг, Німеччина	52.308165; 9.274063	15:34:10	41	Гарден, Нижній Саксонія, Німеччина	0:08:45		12,00	0,95	94,80	95,20	97,30	98,40	100	27,00	67,50	0	0	
42	15:34:10	41	Гарден, Нижній Саксонія, Німеччина	52.421788; 9.609209	15:34:10	42	Лерте, Нижній Саксонія, Німеччина	0:08:45	0:03:00	20,60	0,94	92,50	93,80	97,50	97,30	100	27,20	67,70	0	0	
43	15:34:10	42	Лерте, Нижній Саксонія, Німеччина	52.391209; 9.952905	15:34:10	43	Лерте, Німеччина	0:11:56	0:03:00	1,40	0,92	44,85	46,10	49,40	50,00	50	30,70	71,20	0	5	
44	15:34:10	43	Лерте, Німеччина	52.388599; 10.007837	15:34:10	44	Палле, Нижній Саксонія, Німеччина	0:07:07		10,00	0,97	98,30	97,40	99,30	100,00	100	27,00	67,50	0	0	
45	15:34:10	44	Палле, Нижній Саксонія, Німеччина	52.337540; 10.235803	15:34:10	45	Палле, Нижній Саксонія, Німеччина	0:02:35		2,00	0,93	47,85	46,38	49,70	50,00	50	31,20	71,70	0	0	
46	15:34:10	45	Палле, Нижній Саксонія, Німеччина	52.334800; 10.263485	15:34:10	46	Вендербург, Німеччина	0:08:36		12,00	0,95	92,40	95,60	96,60	96,00	100	27,30	67,80	0	0	
47	15:34:10	46	Вендербург, Німеччина	52.337540; 10.385792	15:34:10	47	Лерте, Німеччина	0:18:19	0:04:42	27,00	0,95	95,20	94,50	98,40	97,30	100	26,80	67,50	0	3	
48	15:34:10	47	Лерте, Німеччина	52.310261; 10.695464	15:34:10	48	Хаммелтат, Нижній Саксонія, Німеччина	0:25:00	0:09:42	20,00	0,93	94,00	93,20	98,30	99,80	100	27,00	67,50	0	2	
49	15:34:10	48	Хаммелтат, Нижній Саксонія, Німеччина	52.237155; 11.022013	15:34:10	49	Бреселен, Німеччина	0:15:21	0:09:56	17,00	0,96	90,20	89,50	93,30	97,40	100	27,70	68,20	0	2	
50	15:34:10	49	Бреселен, Німеччина	52.201398; 11.237619	15:34:10	50	Бреселен, Німеччина	0:19:08		26,00	0,98	97,40	96,30	99,30	100,00	100	27,90	68,40	0	0	

Г2. Фрагмент звіту системи моніторингу для ТЗ DAF XF 105.460

№ ділянки	Початок моніторингу	Кінець моніторингу	Тривалість	Пробіг	Середня швидкість	Макс. швидкість	Поч. положення	Кінець положення	Витрачено палива за ДРП	Сер. витрата палива за ДРП
1	2020-08-03 18:00:29	2020-08-03 18:02:22	0 годин 1 хвилини	0 км	4 км/год	13 км/год	0.13 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0.14 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0,03 л	22,07 л/100 км
2	2020-08-03 18:53:36	2020-08-03 19:24:09	0 годин 30 хвилини	5 км	11 км/год	60 км/год	0.15 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0.86 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,87 л	15,95 л/100 км
3	2020-08-03 20:25:13	2020-08-03 20:28:19	0 годин 3 хвилини	1 км	14 км/год	26 км/год	0.84 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.20 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,09 л	12,23 л/100 км
4	2020-08-03 20:59:28	2020-08-03 22:44:15	1 годин 44 хвилини	89 км	51 км/год	98 км/год	0.20 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	ул. Портова, Мариуполь	36,46 л	40,99 л/100 км
5	2020-08-03 22:52:45	2020-08-03 23:57:36	1 годин 4 хвилини	31 км	28 км/год	65 км/год	ул. Портова, Мариуполь	0.89 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	10,57 л	34,39 л/100 км
6	2020-08-04 04:26:52	2020-08-04 04:32:55	0 годин 6 хвилини	0 км	3 км/год	6 км/год	0.89 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.85 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,17 л	64,24 л/100 км
7	2020-08-04 05:57:21	2020-08-04 06:01:26	0 годин 4 хвилини	1 км	11 км/год	22 км/год	0.84 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.21 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,09 л	12,20 л/100 км
8	2020-08-04 06:19:15	2020-08-04 08:06:36	1 годин 47 хвилини	83 км	47 км/год	100 км/год	0.21 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	ул. Краснофлотская, Мариуполь	38,71 л	46,49 л/100 км
9	2020-08-04 08:27:25	2020-08-04 08:38:47	0 годин 11 хвилини	5 км	24 км/год	46 км/год	ул. Краснофлотская, Мариуполь	ул. Портова, Мариуполь	1,04 л	22,76 л/100 км
10	2020-08-04 09:06:32	2020-08-04 09:21:02	0 годин 14 хвилини	1 км	4 км/год	37 км/год	ул. Портова, Мариуполь	0.13 км от пр. Лунина, Мариуполь	0,15 л	15,03 л/100 км
11	2020-08-04 09:29:02	2020-08-04 10:19:09	0 годин 50 хвилини	23 км	27 км/год	68 км/год	0.13 км от пр. Лунина, Мариуполь	0.30 км от ул. Заозерная, Мариуполь	6,10 л	26,73 л/100 км
12	2020-08-04 10:25:09	2020-08-04 10:42:28	0 годин 17 хвилини	5 км	19 км/год	75 км/год	0.30 км от ул. Заозерная, Мариуполь	0.15 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0,63 л	11,38 л/100 км
13	2020-08-04 11:55:31	2020-08-04 12:19:46	0 годин 24 хвилини	11 км	27 км/год	84 км/год	0.14 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	N 47° 9.5018' : E 37° 34.3101'	0,98 л	9,11 л/100 км
14	2020-08-04 13:20:47	2020-08-04 13:34:31	0 годин 13 хвилини	8 км	34 км/год	80 км/год	N 47° 9.5053' : E 37° 34.2881'	0.15 км от пр. Карпова, Мариуполь	1,21 л	15,43 л/100 км
15	2020-08-04 14:14:30	2020-08-04 14:32:19	0 годин 17 хвилини	5 км	18 км/год	45 км/год	0.15 км от пр. Карпова, Мариуполь	N 47° 11.7713' : E 37° 33.0288'	3,45 л	65,84 л/100 км
16	2020-08-04 16:51:11	2020-08-04 16:57:00	0 годин 5 хвилини	2 км	20 км/год	32 км/год	N 47° 11.6978' : E 37° 32.9786'	0.34 км от пр. Карпова, Мариуполь	1,38 л	70,55 л/100 км
17	2020-08-04 17:01:59	2020-08-04 17:10:05	0 годин 8 хвилини	3 км	19 км/год	43 км/год	0.34 км от пр. Карпова, Мариуполь	0.58 км от пр. Карпова, Мариуполь	1,72 л	67,47 л/100 км
18	2020-08-04 17:58:36	2020-08-04 18:07:58	0 годин 9 хвилини	0 км	3 км/год	17 км/год	0.45 км от пр. Карпова, Мариуполь	0.13 км от пр. Карпова, Мариуполь	0,09 л	21,31 л/100 км
19	2020-08-04 19:18:34	2020-08-04 21:06:48	1 годин 48 хвилини	124 км	69 км/год	96 км/год	0.13 км от пр. Карпова, Мариуполь	T 08 03	51,08 л	41,07 л/100 км
20	2020-08-04 22:00:19	2020-08-04 23:45:03	1 годин 44 хвилини	128 км	73 км/год	95 км/год	T 08 03	E-105, M-26	49,77 л	38,85 л/100 км
21	2020-08-04 23:56:44	2020-08-05 00:28:29	0 годин 31 хвилини	21 км	39 км/год	74 км/год	E-105, M-26	N 47° 52.5841' : E 35° 10.6735'	8,03 л	38,93 л/100 км
22	2020-08-05 00:41:43	2020-08-05 00:47:29	0 годин 5 хвилини	1 км	9 км/год	24 км/год	N 47° 52.5841' : E 35° 10.6735'	N 47° 52.5020' : E 35° 10.3836'	0,12 л	12,99 л/100 км
23	2020-08-05 08:30:48	2020-08-05 08:46:55	0 годин 16 хвилини	4 км	13 км/год	40 км/год	N 47° 52.5020' : E 35° 10.3836'	N 47° 52.5146' : E 35° 12.3965'	2,08 л	58,76 л/100 км
24	2020-08-05 09:17:36	2020-08-05 09:33:11	0 годин 15 хвилини	3 км	12 км/год	49 км/год	N 47° 52.5185' : E 35° 12.4058'	N 47° 52.5402' : E 35° 11.0314'	2,23 л	74,25 л/100 км
25	2020-08-05 09:39:11	2020-08-05 09:51:39	0 годин 12 хвилини	4 км	19 км/год	50 км/год	N 47° 52.5402' : E 35° 11.0314'	N 47° 53.6276' : E 35° 11.4762'	0,45 л	11,05 л/100 км
26	2020-08-05 10:11:44	2020-08-05 13:28:24	3 годин 16 хвилини	232 км	71 км/год	107 км/год	N 47° 53.6276' : E 35° 11.4762'	пр. Строителей, Мариуполь	63,28 л	27,25 л/100 км
27	2020-08-05 13:38:10	2020-08-05 13:51:29	0 годин 13 хвилини	6 км	29 км/год	84 км/год	пр. Строителей, Мариуполь	0.27 км от пр. Карпова, Мариуполь	1,26 л	19,67 л/100 км
28	2020-08-05 14:08:34	2020-08-05 14:27:29	0 годин 18 хвилини	5 км	16 км/год	47 км/год	0.27 км от пр. Карпова, Мариуполь	N 47° 11.7658' : E 37° 33.0301'	1,12 л	22,26 л/100 км
29	2020-08-05 15:03:08	2020-08-05 15:18:17	0 годин 15 хвилини	5 км	18 км/год	36 км/год	N 47° 11.6967' : E 37° 32.9784'	0.50 км от пр. Карпова, Мариуполь	2,24 л	48,80 л/100 км

Г2. Фрагмент звіту системи моніторингу для ТЗ DAF XF 105.460 (продовження)

№ ділянки	Початок моніторингу	Кінець моніторингу	Тривалість	Пробіг	Середня швидкість	Макс. швидкість	Поч. положення	Кінець положення	Витрачено палива за ДРП	Сер. витрата палива за ДРП
31	2020-08-05 20:08:56	2020-08-05 22:23:15	2 годин 14 хвилин	146 км	65 км/год	87 км/год	0.12 км от пр. Карпова, Мариуполь	T08 03	50,16 л	34,29 л/100 км
32	2020-08-05 22:32:44	2020-08-05 22:41:59	0 годин 9 хвилин	11 км	68 км/год	83 км/год	T08 03	T08 03	3,94 л	37,42 л/100 км
33	2020-08-05 22:50:00	2020-08-05 23:50:44	1 годин 0 хвилин	69 км	68 км/год	94 км/год	T08 03	T08 03	20,62 л	29,86 л/100 км
34	2020-08-06 00:28:49	2020-08-06 00:48:59	0 годин 20 хвилин	24 км	72 км/год	87 км/год	T08 03	T08 03	8,74 л	35,99 л/100 км
35	2020-08-06 00:53:02	2020-08-06 00:56:40	0 годин 3 хвилин	1 км	14 км/год	46 км/год	T08 03	E-105, M-26	0,90 л	105,13 л/100 км
36	2020-08-06 01:12:40	2020-08-06 01:44:19	0 годин 31 хвилин	22 км	42 км/год	74 км/год	E-105, M-26	N 47° 52.5613' : E35° 10.5972'	8,13 л	36,63 л/100 км
37	2020-08-06 08:37:08	2020-08-06 08:56:00	0 годин 18 хвилин	3 км	11 км/год	40 км/год	N 47° 52.5613' : E35° 10.5972'	N 47° 52.5205' : E35° 12.4077'	5,42 л	155,45 л/100 км
38	2020-08-06 09:07:00	2020-08-06 09:24:32	0 годин 17 хвилин	3 км	10 км/год	42 км/год	N 47° 52.5205' : E35° 12.4077'	N 47° 52.5317' : E35° 10.9977'	2,41 л	78,88 л/100 км
39	2020-08-06 09:38:20	2020-08-06 09:49:48	0 годин 11 хвилин	4 км	21 км/год	53 км/год	N 47° 52.5317' : E35° 10.9977'	N 47° 53.6301' : E35° 11.4809'	1,0 л	24,99 л/100 км
40	2020-08-06 10:15:37	2020-08-06 13:56:37	3 годин 41 хвилин	243 км	66 км/год	92 км/год	N 47° 53.6301' : E35° 11.4809'	0.30 км от ул. Заозерная, Мариуполь	53,30 л	21,90 л/100 км
41	2020-08-06 14:14:48	2020-08-06 14:24:20	0 годин 9 хвилин	6 км	35 км/год	82 км/год	0.30 км от ул. Заозерная, Мариуполь	0.15 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0,44 л	7,92 л/100 км
42	2020-08-06 14:48:54	2020-08-06 15:11:15	0 годин 22 хвилин	13 км	35 км/год	81 км/год	0.16 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0.25 км от пр. Карпова, Мариуполь	2,59 л	20,0 л/100 км
43	2020-08-06 15:24:37	2020-08-06 15:49:08	0 годин 24 хвилин	6 км	14 км/год	52 км/год	0.25 км от пр. Карпова, Мариуполь	0.69 км от пр. Карпова, Мариуполь	2,76 л	47,80 л/100 км
44	2020-08-06 16:14:07	2020-08-06 16:29:39	0 годин 15 хвилин	5 км	18 км/год	40 км/год	0.69 км от пр. Карпова, Мариуполь	0.49 км от пр. Карпова, Мариуполь	4,14 л	90,28 л/100 км
45	2020-08-06 16:50:23	2020-08-06 16:57:49	0 годин 7 хвилин	0 км	2 км/год	14 км/год	0.47 км от пр. Карпова, Мариуполь	0.24 км от пр. Карпова, Мариуполь	0,10 л	43,14 л/100 км
46	2020-08-06 19:43:41	2020-08-06 23:14:08	3 годин 30 хвилин	236 км	64 км/год	93 км/год	0.24 км от пр. Карпова, Мариуполь	T08 03	84,81 л	37,52 л/100 км
47	2020-08-06 23:30:56	2020-08-06 23:52:09	0 годин 21 хвилин	24 км	69 км/год	81 км/год	0.24 км от пр. Карпова, Мариуполь	T08 03	8,86 л	36,42 л/100 км
48	2020-08-07 00:10:42	2020-08-07 00:41:43	0 годин 31 хвилин	23 км	45 км/год	68 км/год	T08 03	N 47° 52.5552' : E35° 10.5712'	8,39 л	36,36 л/100 км
49	2020-08-07 09:31:49	2020-08-07 09:54:22	0 годин 22 хвилин	3 км	9 км/год	45 км/год	N 47° 52.5552' : E35° 10.5712'	N 47° 52.5224' : E35° 12.4150'	4,81 л	137,50 л/100 км
50	2020-08-07 10:08:50	2020-08-07 10:11:29	0 годин 2 хвилин	0 км	5 км/год	9 км/год	N 47° 52.5224' : E35° 12.4150'	N 47° 52.5304' : E35° 12.4722'	0,04 л	17,94 л/100 км
51	2020-08-07 10:16:29	2020-08-07 10:39:07	0 годин 22 хвилин	7 км	18 км/год	56 км/год	N 47° 52.5304' : E35° 12.4722'	N 47° 53.6311' : E35° 11.4722'	2,23 л	32,61 л/100 км
52	2020-08-07 10:59:17	2020-08-07 11:08:54	0 годин 9 хвилин	9 км	57 км/год	85 км/год	N 47° 53.6311' : E35° 11.4722'	E-105, M-26	1,93 л	21,12 л/100 км
53	2020-08-07 11:13:54	2020-08-07 15:03:14	3 годин 49 хвилин	242 км	63 км/год	95 км/год	E-105, M-26	0.30 км от ул. Заозерная, Мариуполь	65,02 л	26,82 л/100 км
54	2020-08-07 15:14:14	2020-08-07 15:27:11	0 годин 12 хвилин	5 км	24 км/год	78 км/год	0.30 км от ул. Заозерная, Мариуполь	0.13 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0,46 л	8,89 л/100 км
55	2020-08-07 16:09:46	2020-08-07 16:12:00	0 годин 2 хвилин	0 км	4 км/год	17 км/год	0.13 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0.10 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0,03 л	20,15 л/100 км
56	2020-08-10 16:33:54	2020-08-10 16:36:08	0 годин 2 хвилин	0 км	6 км/год	17 км/год	0.10 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0.14 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0,04 л	17,99 л/100 км
57	2020-08-10 18:04:20	2020-08-10 18:18:20	0 годин 14 хвилин	4 км	18 км/год	67 км/год	0.14 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	ул. Азовстальская, Мариуполь	1,72 л	41,28 л/100 км
58	2020-08-10 18:34:50	2020-08-10 18:44:34	0 годин 9 хвилин	1 км	7 км/год	31 км/год	ул. Азовстальская, Мариуполь	0.87 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,26 л	23,43 л/100 км
59	2020-08-10 19:11:17	2020-08-10 19:16:09	0 годин 4 хвилин	0 км	2 км/год	9 км/год	0.86 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.87 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,11 л	82,92 л/100 км

Г2. Фрагмент звіту системи моніторингу для ТЗ DAF XF 105.460 (продовження)

№ ділянки	Початок моніторингу	Кінець моніторингу	Тривалість	Пробіг	Середня швидкість	Макс. швидкість	Поч. положення	Кінець положення	Витрачено палива за ДРП	Сер. витрата палива за ДРП
262	2020-08-29 03:50:28	2020-08-29 05:30:47	1 годин 40 хвилин	89 км	53 км/год	96 км/год	0.12 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.42 км от ул. Большая Морская, Мариуполь	35,53 л	39,93 л/100 км
263	2020-08-29 05:37:17	2020-08-29 06:04:09	0 годин 26 хвилин	12 км	27 км/год	75 км/год	0.42 км от ул. Большая Морская, Мариуполь	пр. Строителей, Мариуполь	2,71 л	22,20 л/100 км
264	2020-08-29 06:10:13	2020-08-29 06:35:10	0 годин 24 хвилин	15 км	38 км/год	85 км/год	пр. Строителей, Мариуполь	0.14 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	5,91 л	37,28 л/100 км
265	2020-08-31 08:50:59	2020-08-31 08:54:54	0 годин 3 хвилин	0 км	4 км/год	16 км/год	0.16 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	ул. Таганрогская, Мариуполь	0,02 л	8,83 л/100 км
266	2020-08-31 09:55:52	2020-08-31 10:02:06	0 годин 6 хвилин	1 км	8 км/год	16 км/год	ул. Таганрогская, Мариуполь	0.14 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	2,46 л	305,46 л/100 км
267	2020-08-31 12:47:36	2020-08-31 12:50:43	0 годин 3 хвилин	0 км	8 км/год	13 км/год	0.16 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0.13 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0,06 л	14,17 л/100 км
268	2020-08-31 13:49:43	2020-08-31 13:54:31	0 годин 4 хвилин	0 км	4 км/год	11 км/год	0.13 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0.11 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0,62 л	181,99 л/100 км
269	2020-08-31 17:31:30	2020-08-31 17:54:23	0 годин 22 хвилин	5 км	14 км/год	72 км/год	0.11 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0.84 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	1,97 л	36,25 л/100 км
270	2020-08-31 21:23:50	2020-08-31 21:28:19	0 годин 4 хвилин	1 км	11 км/год	23 км/год	0.82 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.13 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	2,71 л	316,27 л/100 км
271	2020-08-31 21:43:26	2020-08-31 23:47:52	2 годин 4 хвилин	90 км	43 км/год	98 км/год	0.13 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.12 км от пр. Лунина, Мариуполь	43,22 л	48,05 л/100 км
272	2020-08-31 23:53:52	2020-09-01 00:00:00	0 годин 6 хвилин	1 км	9 км/год	45 км/год	0.12 км от пр. Лунина, Мариуполь	0.10 км от ул. Портова, Мариуполь	0,16 л	16,57 л/100 км
273	2020-09-01 00:06:00	2020-09-01 00:47:03	0 годин 41 хвилин	28 км	40 км/год	82 км/год	ул. Портова, Мариуполь	ул. Азовстальская, Мариуполь	7,18 л	25,95 л/100 км
274	2020-09-01 00:56:42	2020-09-01 01:06:42	0 годин 10 хвилин	1 км	6 км/год	30 км/год	ул. Азовстальская, Мариуполь	0.85 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,19 л	17,61 л/100 км
275	2020-09-01 01:15:28	2020-09-01 01:22:06	0 годин 6 хвилин	0 км	1 км/год	12 км/год	0.85 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.86 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,15 л	92,97 л/100 км
276	2020-09-01 03:08:10	2020-09-01 03:12:12	0 годин 4 хвилин	1 км	11 км/год	21 км/год	0.82 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.16 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,09 л	12,20 л/100 км
277	2020-09-01 03:49:32	2020-09-01 05:30:37	1 годин 41 хвилин	87 км	52 км/год	97 км/год	0.11 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	ул. Портова, Мариуполь	32,31 л	37,13 л/100 км
278	2020-09-01 05:36:21	2020-09-01 05:46:55	0 годин 10 хвилин	1 км	5 км/год	39 км/год	ул. Портова, Мариуполь	0.15 км от ул. Портова, Мариуполь	0,26 л	28,90 л/100 км
279	2020-09-01 06:06:34	2020-09-01 07:00:16	0 годин 53 хвилин	23 км	26 км/год	63 км/год	0.15 км от ул. Портова, Мариуполь	0.30 км от ул. Заозерная, Мариуполь	8,68 л	37,95 л/100 км
280	2020-09-01 07:24:09	2020-09-01 07:37:38	0 годин 13 хвилин	5 км	23 км/год	61 км/год	0.30 км от ул. Заозерная, Мариуполь	0.14 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	0,53 л	10,22 л/100 км
281	2020-09-01 10:46:22	2020-09-01 10:48:26	0 годин 2 хвилин	0 км	4 км/год	7 км/год	0.15 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	ул. Таганрогская, Мариуполь	0,03 л	20,70 л/100 км
282	2020-09-01 16:50:46	2020-09-01 16:59:42	0 годин 8 хвилин	4 км	28 км/год	67 км/год	0.15 км от ул. Таганрогская, Мариуполь	ул. Азовстальская, Мариуполь	0,39 л	9,41 л/100 км
283	2020-09-01 17:05:42	2020-09-01 17:13:14	0 годин 7 хвилин	1 км	9 км/год	27 км/год	ул. Азовстальская, Мариуполь	0.85 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	2,93 л	271,05 л/100 км
284	2020-09-01 20:00:07	2020-09-01 20:07:27	0 годин 7 хвилин	0 км	2 км/год	8 км/год	0.85 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.83 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,17 л	89,71 л/100 км
285	2020-09-01 20:43:54	2020-09-01 20:48:32	0 годин 4 хвилин	1 км	11 км/год	18 км/год	0.82 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0.13 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	0,10 л	12,01 л/100 км
286	2020-09-02 07:46:14	2020-09-02 07:48:51	0 годин 2 хвилин	0 км	4 км/год	10 км/год	0.13 км от ул. Азовстальская, Мариуполь	ул. Азовстальская, Мариуполь	0,03 л	17,56 л/100 км
287	2020-09-02 07:55:53	2020-09-02 08:03:52	0 годин 7 хвилин	2 км	14 км/год	29 км/год	ул. Азовстальская, Мариуполь	ул. Голубенко, Мариуполь	0,52 л	27,29 л/100 км
288	2020-09-02 08:21:49	2020-09-02 10:04:53	1 годин 43 хвилин	86 км	50 км/год	100 км/год	ул. Голубенко, Мариуполь	ул. Портова, Мариуполь	38,64 л	45,04 л/100 км
289	2020-09-02 10:10:23	2020-09-02 10:59:47	0 годин 49 хвилин	18 км	22 км/год	74 км/год	ул. Портова, Мариуполь	пр. Ильича, Мариуполь	6,35 л	35,58 л/100 км
----	2020-08-03 18:00:20	2020-09-02 10:59:47	158 днів 15 хвилин	6131 км	39 км/год	108 км/год	----	----	2330,20 л	38,16 л/100 км

Наукове видання

Грицук Ігор Валерійович
Український Євген Олександрович
Худяков Ігор Валентинович
Погорлецький Дмитро Сергійович
Кальченко Володимир Віталійович

**ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ N3**

Монографія

Авторська редакція

Підписано до друку 31.01.2024. Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. – 9,8.
Тираж 300 пр. Замовлення № 02/24.

Редакційно-видавничий відділ Національного університету «Чернігівська політехніка»
14035, Україна, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 7128 від 18.08.2020 р.