

Шифр ІТТЕА

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕХНІЧНІЙ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

ЗМІСТ

Вступ	3
1 методи контролю технічного стану автомобіля	5
1.1 Сучасний стан автомобільного транспорту в Україні	5
1.2 Стан і перспективи розвитку технічної експлуатації автомобілів	6
1.3 Існуючі технології підтримки працездатності автомобілів	7
1.4 Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів	9
Мета і завдання дослідження	11
2 Розробка методу застосування класифікації умов експлуатації автомобілів в інформаційних умовах its	12
2.1 Формування моделі системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації	12
2.2 Опис загальної інформаційної моделі області системи моніторингу параметрів стану автомобіля	15
2.3 Структура функціональних можливостей розробленого БІНК	19
3 Проведення експериментальних досліджень та аналіз отриманих результатів	21
3.1 Завдання, об'єкт і методика експериментальних досліджень	21
3.2 Аналіз та узагальнення отриманих результатів	22
Висновки	27
Перелік посилань	28
Додаток А – Ілюстративний матеріал до наукової роботи	29

ВСТУП

Диверсифікація підприємств автомобільного транспорту (АТ), їх розукрупнення, розвиток підприємництва призвели до поляризації автомобільних парків та зосередження значної кількості автомобілів, як зазначалося раніше, в невеликих за розміром і кількістю підприємствах. В результаті автомобільний транспорт, особливо новоорганізовані, як правило, невеликі підприємства автомобільного транспорту виявилися в складних умовах.

Створений організаційний і технологічний вакуум привів до практично неконтрольованої експлуатації автомобілів в більшості малих підприємств автомобільного транспорту (МАТП). Був зруйнований механізм управління рівнем технічного стану автомобільного парку через гнучку систему ТО і Р, що призвело до нерегульованої технічної експлуатації автомобілів (ТЕА), і перш за все автомобільний транспорт загального користування (АТЗК). Це, в свою чергу, погіршило технічний стан автомобільного парку, збільшило кількість ДТП, викликаних несправністю автомобілів і забруднення навколишнього середовища і т.д. [1].

Даний факт вимагають від системи ТЕА негайної інтеграції її структур, процесів, дій, тобто інтеграції організації ТЕА в нову систему забезпечення надійності FRACAS (Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System).

Система FRACAS - це:

- по-перше, система моніторингу і реєстрації відмов, аналізу та коригуючих дій, яка дозволяє постійно виявляти, відстежувати і усувати причини відмов і несправностей, що виникають на етапах виробництва і експлуатації складних виробів [2, 3];

- по-друге, вона заснована на CALS- культурі, що представляє собою свого роду революцію в організації взаємодії всіх учасників життєвого циклу (ЖЦ, рис.1) складних наукомістких виробів [4].



Рисунок 1 – Інформаційна підтримка етапів життєвого циклу виробу

Термін CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support - безперервна інформаційна підтримка поставок і ЖЦ) означає сукупність принципів і технологій інформаційної підтримки ЖЦ продукції на всіх його стадіях. Останнім часом за кордоном поряд з терміном CALS використовується також термін PLM (Product Lifecycle Management) - організаційно-технічна система, що забезпечує управління всією інформацією про виріб і пов'язаних з ним процесах протягом усього його ЖЦ. Російськомовний аналог поняття CALS - Інформаційна Підтримка життєвого циклу Виробів (ІПВ).

ІПВ / CALS / PLM-технології забезпечують багаторазове підвищення ефективності всіх процесів ЖЦ виробів. Однак для їх впровадження необхідно виконати комплекс організаційних, науково-дослідних, проектних та інших робіт, спрямованих на створення нової культури інженерної діяльності [3, 4], а для ТЕА - нової культури експлуатації рухомого складу (РС).

1 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЯ

1.1 Сучасний стан автомобільного транспорту в Україні

У даний час автомобільний парк України нараховує понад 10 млн. одиниць автомобілів, структура яких виглядає так: вантажних автомобілів – 15,5 %, автобусів – 2,6 %, легкових автомобілів – 81,9 %.

Державне регулювання ринку транспортних послуг здійснюється шляхом ліцензування автотранспортної діяльності. До теперішнього часу кількість ліцензій, отриманих юридичними і фізичними особами України, становить приблизно 140 тис., а кількість використовуваних ними ТЗ – до 400 тис. од. За даними Головної держінспекції на АТ, частка перевізників, що мають в експлуатації тільки один транспортний засіб, становить 61%, до трьох ТЗ – 22,4%, до п'яти ТЗ – 7%, до десяти – 5,4%, більше десяти – 4,3% [1]. АТ витрачає більше 60% палива нафтового походження, 70% трудових ресурсів, викликає більше 96% дорожньо-транспортних пригод. На автомобільний транспорт припадає, відповідно до оцінок, 40–50% забруднення навколишнього середовища, в тому числі у великих містах – 60–70%, а в мегаполісах – більше 85%. При цьому не менше 25% забруднень пояснюється технічним станом автомобілів і виробничою діяльністю ПАТ.

Основними системними проблемами АТ на сучасному етапі є [1]:

- втрата адміністративних важелів управління АТ як повністю приватизованого;
- зниження обсягів транспортної роботи;
- збитковість діяльності пасажирського транспорту на автобусних маршрутах загального користування;
- масове старіння рухомого складу та невідпрацьованість механізмів його заміни;

- невідповідність структури вантажного і пасажирського парку попиту на його послуги;
- незадовільний рівень безпеки автомобільних перевезень і значне економічне навантаження на навколишнє середовище.

1.2 Стан і перспективи розвитку технічної експлуатації автомобілів

Основною метою технічної ТЕА як підсистеми АТ є забезпечення необхідного рівня технічного стану РС. У цілому до 50 % собівартості перевезень прямо або побічно залежить від якості і ефективності ТЕА. Найважливішою ланкою ТЕА є вибір системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) РС, яка регулюється комплексом взаємопов'язаних положень і норм, що визначають порядок, організацію, зміст і нормативи проведення робіт із забезпечення працездатності парку автомобілів.

Раніше в Україні була прийнята планово-попереджувальна система ТО і Р автомобілів. У 1998 р. з'явився нормативний документ «Положення про профілактичне обслуговування автомобілів» [5], якій враховував зміни умов експлуатації, вдосконалення конструкції автомобілів і виконаних науково-дослідних робіт. Він втілював принципи профілактичної системи ТО і Р автомобілів, що передбачає проведення ЕО, ТО-1, ТО-2, поточний, середній і капітальний ремонти.

Існуюча система ТО і Р сформувалася на базі спрощеної моделі функціонування транспортної інфраструктури: автомобіль в основному працює з прив'язкою до власного підприємства. При цьому вся обслуговуюча і ремонтна база була зосереджена в рамках конкретного ПАТ і всі види технічних впливів здійснювалися ним самим. У існуючій системі ТО і Р негнучкість в частині забезпечення безвідмовної роботи автомобіля на лінії проявляється в одноманітності підходу до автомобілів різного віку: перелік операцій і періодичність ТО ідентичні і для нового автомобіля, і для автомобіля перед його капітальним ремонтом і списанням.

Поступовий розвиток нових видів перевезень приводив до збільшення часу перебування рухомого складу далеко від основної виробничої бази і внаслідок цього підвищувалася роль профілактичного ТО автомобілів. Тому створення гнучкої «адаптивної» системи контролю та управління технічним станом автомобіля з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля стало першочерговим завданням.

У зв'язку із застосуванням на автомобілях складних високоефективних електронних систем управління, вбудованої бортової діагностики, розвитку супутникових систем навігації і мобільного зв'язку, сучасних технологій з'явилася можливість не тільки контролювати географічне положення РС і здійснювати зв'язок з диспетчером ПАТ, але і здійснювати дистанційний моніторинг з оцінкою рівня технічного стану автомобіля, що цілком дозволяє реалізувати практично будь-які завдання з виявлення та прогнозування технічного стану автомобіля.

1.3 Існуючі технології підтримки працездатності автомобілів

Для забезпечення працездатності автомобіля рекомендується застосовувати три технології, характеристики яких наведені на рис. 1.1 [5]. Ґрунтуючись на проведеному аналізі технологій ТО і Р РС можна зробити висновок, що традиційна, сформована на АТЗК протягом багатьох років система ТО і Р, вже не відповідає в цілому сучасним вимогам ТЕА. Її основною перевагою є лише можливість спрогнозувати витрати запасних частин і матеріалів при відсутності хороших діагностичних систем, а основним недоліком – прийняття рішення про проведення робіт ТО і Р на підставі інформації про пробіг РС. При реалізації такої системи ТО і Р на практиці вона не враховує реальний стан вузлів і агрегатів РС, що призводить до перевитрати запасних частин і, як наслідок, високі витрати на підтримання ТЗ в справному стані.

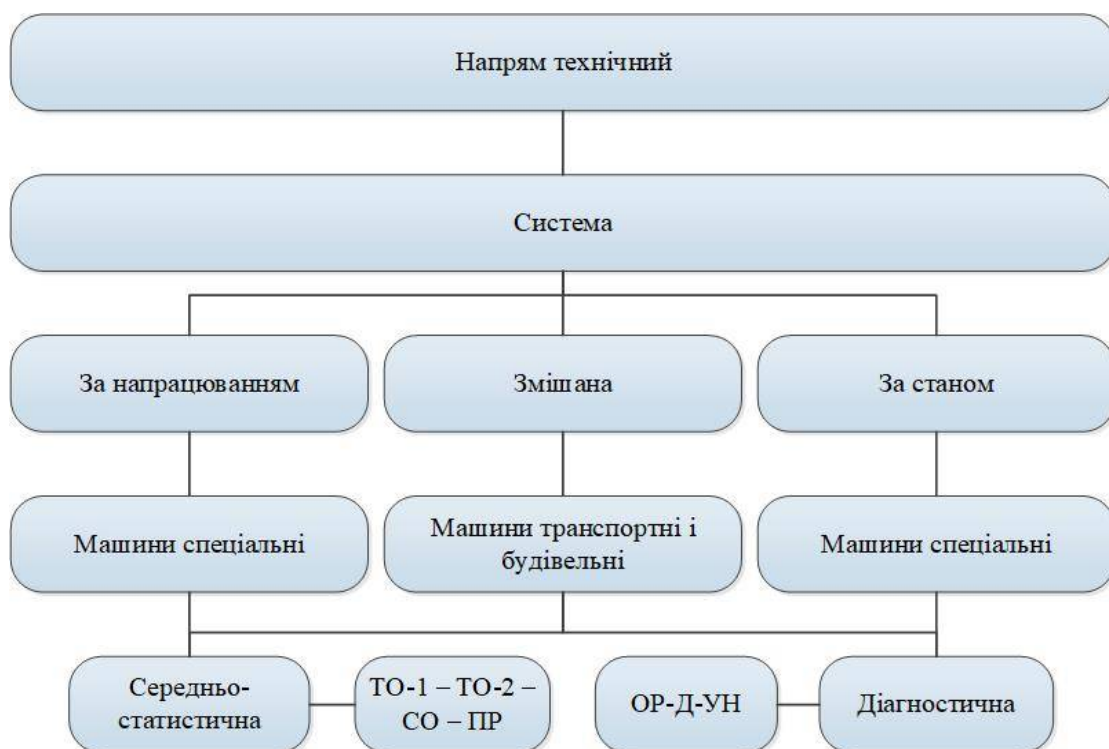


Рисунок 1.1 - Схема технологій ТО і Р транспортних машин

Як відмічено раніше, впровадження в ТЕА базових принципів «адаптивної» системи управління технічним станом автомобіля з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля вимагає оперативного контролю поточного стану автомобіля, розробки багатофакторних моделей прогнозування та створення бази даних, що дозволяють застосовувати сучасні інформаційно-аналітичні технології в технічному діагностуванні.

1.4 Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів

Інформаційні системи (ІС) раніше використовувалися з метою вдосконалення систем управління підприємствами і організаціями. Так наприклад, раніше в ПАТ інформаційні системи і технології використовувалися в основному для вдосконалення документообігу. Так, на ПАТ з парком 100 автомобілів щомісяця оброблялося до 3 тисяч подорожніх листів, 700–800 заявок на запчастини, 250–300 листів обліку ТО і Р і інших документів, а документообіг тільки технічної служби ПАТ включав понад 120 документів [6].

Новим підходом для АТЗК в сфері технічного контролю стану РС є створення інформаційних систем організаційно-функціональної підтримки процесів експлуатації РС, за допомогою інформаційної інтеграції: по-перше, стадій ЖЦ РС, по-друге, систем його технічного контролю (контролю і діагностування стану РС).

Прикладом може бути програма Torque, як основа «автомобільної» концепції FADEC, що являє собою перший крок до системи FRACAS і відповідно ІПВ / CALS / PLM-технологій, яка призначена для отримання і відображення діагностичної інформації бортової системи само діагностики [7]. Сьогодні вона вже «вміє» відображати поточні параметри роботи двигуна, інших систем, вузлів і агрегатів, відображати і розшифровувати «коди помилок», «стирати помилки» з електронного блоку управління, автоматично відправляти значення величин параметрів, що контролюються датчиком, в інтегрований електронний інформаційний метастір, де протягом півроку можна подивитися не тільки поточні значення контрольованих величин в різний час, але і побачити на карті весь маршрут РС за цей період.

Не менш значущими для ІПВ / CALS / PLM-технологій на АТЗК є такі найпростіші (з точки зору вирішуваних на АТ завдань) електронні інформаційні системи, як [8]:

- GPS-Trace Orange, що надає на базі комерційної системи моніторингу транспорту Wialon послуги супутникового спостереження і контролю через Web-інтерфейс за ТЗ, оснащений трекером або будь-якими іншими комунікаторами з модулем GSM;
- M2M (машинно-машинна взаємодія або англ. Machine-to-Machine, Mobile-to-Machine, Machine-to-Mobile), що створює технології, які дозволяють досить просто, надійно і вигідно забезпечити передачу даних між «розумними» пристроями, що являють собою електронні машини, здатні взаємодіяти між собою;
- СКРТ (Система контролю витрати палива), що представляє набір сучасних «інструментів» управління РС, заснований на базі супутникової навігації

моніторингу транспорту, що забезпечує контроль витрати палива, навантаження на осі, часу роботи РС та інших параметрів експлуатації;

– Teletrack, що представляє спеціалізований програмно-апаратний комплекс для супутникового моніторингу, який складається з бортового сканер-комунікатора (контролер-комунікатор, різні датчики, що забезпечують відкриту архітектуру, масштабованість, гнучкість системи моніторингу), ПЗ (серверного, диспетчерського «Track Control») і що дозволяє інтегрувати дане рішення для моніторингу транспорту в будь-яку керуючу систему підприємства, вирішуючи складні і нестандартні завдання;

– Dynafleet®, що є шведською транспортно-інформаційною системою або єдиним телематичним продуктом для тягачів, які працюють на всій території ЄС.

Сукупність на АТЗК традиційних підприємств і абсолютно нових утворень (наприклад, GPS-Trace Orange, M2M, СКРТ і ін.), що представляють електронні інформаційні системи і технології, формує на АТЗК і АТ в цілому абсолютно нові принципи технічної експлуатації ТЗ. Під одним з таких принципів розуміється адаптивна система підтримки технічного стану ТЗ, ключовим моментом якої є розробка інформаційно-комунікаційної системи і бази прогнозних моделей, що забезпечують шляхом моніторингу дистанційне отримання необхідної поточної інформації від ТЗ та її обробку, а також вироблення коригувальних впливів.

Мета і завдання дослідження

Метою роботи є удосконалення методів оперативного контролю технічного стану автомобілів. Для цього необхідно виконати наступне:

- виконати аналіз існуючих методів контролю технічного стану автомобіля;
- розробити метод і математичні моделі застосування класифікації умов експлуатації автомобілів в інформаційних умовах ITS;
- провести експериментальні дослідження, виконати аналіз та узагальнення отриманих результатів з моніторингу параметрів технічного стану автомобілів в умовах експлуатації засобами ITS.

2 РОЗРОБКА МЕТОДУ ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ В ІНФОРМАЦІЙНИХ УМОВАХ ITS

2.1 Формування моделі системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації

В основу формування моделі моніторингу параметрів технічного стану покладений загальний підхід до дослідження системи «Автомобіль – водій – умови експлуатації – інфраструктура експлуатації автомобіля (транспортна і автомобільних доріг)» (ABUITA), який включає системну взаємодію складових компонентів моніторингу: автомобіля з водієм і бортовим інформаційним комплексом (БІНК); умов експлуатації РС (дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні умови і культура праці); транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг (рис. 2.1).

На основі викладеного у загальному уніфікованому вигляді процес моніторингу технічного стану ТЗ в умовах експлуатації є процесом трансформації інформації стану і процесів функціонування та умов його експлуатації. Формально означене відображення має вигляд:

$$\begin{array}{ccc}
 \Omega_{\Sigma TC} & \xrightarrow{F_{\Sigma TC \rightarrow \Sigma T}} & \\
 & \searrow & \\
 \Omega_{\Sigma UE} & \xrightarrow{F_{\Sigma UE \rightarrow \Sigma}} & \dots \Omega_{\Sigma TC UE},
 \end{array} \quad (2.1)$$

де $\Omega_{\Sigma TC}$ – множина сукупних моделей параметрів технічного стану автомобіля; $\Omega_{\Sigma UE}$ – множина сукупних моделей параметрів умов експлуатації автомобіля; $\Omega_{\Sigma TC UE}$ – множина сукупних моделей параметрів технічного стану автомобіля у відповідних умовах експлуатації; $F_{\Sigma TC \rightarrow \Sigma TC UE}$ – функціональне відображення сукупних моделей параметрів технічного стану автомобіля; $F_{\Sigma UE \rightarrow \Sigma TC UE}$ – функціональне відображення сукупних моделей параметрів умов експлуатації Т автомобіля.

Під час формуванні моделі моніторингу технічного стану автомобіля використано морфологічний (структурний) аналіз [9]. Для зручнішого

використання морфологічні ознаки інформаційної системи моніторингу автомобілів в умовах експлуатації розташовуємо у вигляді морфологічної матриці [9].



Рисунок 2.1 – Загальна схема системної взаємодії системи АБУІТА в умовах ITS

У морфологічній матриці схем інформаційної системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації для функціонального елемента «Автомобіль»

виділено 12 ознак, причому для класифікаційного елемента «легковий автомобіль» додатково виділено чотири ознаки, для класифікаційного елемента «автобус» – 1; для класифікаційного елемента «вантажний автомобіль» – 2 ознаки. Для функціонального елемента «Двигун автомобіля» виділено 4 ознаки. Для функціонального елемента «Оснащення автомобіля інформаційно-комунікаційним обладнанням» – 3 ознаки. Для функціонального елемента «Зовнішні мережі» – 1 ознака в 4 варіантах. Для функціонального елемента «Моніторингу стану автомобіля і умов експлуатації» також виділено 3 ознаки. Для кожної з 23 морфологічних ознак системи вибрано основні варіанти їх реалізації (від 2 до 10). Зміна конструктивного вираження конкретного варіанта будь-якої з 23 ознак формує нову схему забезпечення інформаційної системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації. Кількість можливих схем інформаційної системи моніторингу легкового автомобіля в умовах експлуатації у випадку використання створеної морфологічної матриці складає:

$$N = 8 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 = 4,749 \cdot 10^{13};$$

Для одного варіанта автомобіля при використанні морфологічної матриці в частині оснащення інформаційно-комунікаційним обладнанням, зовнішніх мереж, моніторингу стану автомобіля і умов експлуатації: $N_1 = 768$. Для аналогічного варіанта при додатковому використанні морфологічної матриці в частині двигуна автомобіля: $N_{11} = 12288$. Так, схема інформаційної системи моніторингу для автомобіля KIA CEE'D 2.0 5MT2 з інжекторним бензиновим двигуном в умовах експлуатації включає такі сполучення визначених ознак:

$$\left[\begin{array}{l} (x_{1.1}; x_{2.1}; x_{3.1}; x_{4.1}; (x_{4.1.1.2} + x_{4.1.2.3} + x_{4.1.3.1} + x_{4.1.4.3}); \\ x_{5.4}; x_{6.1}; x_{7.1}; x_{8.1}; x_{9.1}; x_{10.1}; x_{11.1}; x_{12.2}) + (x_{13.1}; x_{14.2}; x_{15.2}; x_{16.1}) \\ + (x_{17.2}; x_{18.2}; x_{19.2}) + (x_{20.3}) + (x_{21.3}; x_{22.4}; x_{23.5}) \end{array} \right] \quad (2.2)$$

2.2 Опис загальної інформаційної моделі області системи моніторингу параметрів стану автомобіля

Однією із складових дослідження можливості дистанційного отримання інформації про умови експлуатації РС в умовах ITS є формування методу застосування класифікації умов експлуатації РС. Основні складові такого методу сформовано в роботі [8], а нашою метою є розробка інформаційної моделі положення автомобіля на автомобільній дорозі і деяких параметрів автомобіля. Кожна ділянка моделі описується таким вектором параметрів:

$$F_{ts}(RV_{Traffic})_i = (Ident_{RV_i}, Ident_{PRoute_i}) \quad (2.3)$$

де $Ident_{RV_i}$ – ідентифікатор i -ї ділянки руху ТЗ; $Ident_{PRoute_i}$ – ідентифікатор ділянок маршруту руху ТЗ.

З ділянок маршруту інформаційної моделі положення автомобіля на дорозі формується маршрут руху. Він являє собою певний шлях руху автомобіля, реалізований у вигляді лінійного об'єкта і супроводжуваний таким вектором параметрів:

$$F_{ts}(RV_{Marshrut})_i = (Ident_{RV_i}, Ident_{Route_i}) \quad (2.4)$$

де $Ident_{RV_i}$ – ідентифікатор i -ї ділянки руху автомобіля ; $Ident_{Route_i}$ – ідентифікатор маршруту руху автомобіля .

Швидкісна модель режимів руху автомобіля є таблицею лінійних подій, що накладається на маршрут руху і має таку структуру:

$$\begin{aligned} F_{ts}(RV_{RouteProperties})_i = \\ = (Ident_{RV_i}, Ident_{Route_i}, Route_{Property_i}, Ident_{SR_i}, \\ Coordinate_{First_i}, Coordinate_{End_i}, Value_{V_i}, Date_i, Base_{Speed_i}) \end{aligned} \quad (2.5)$$

де $Ident_{RV_i}$ руху автомобіля; $Coordinate_{First_i}$ – ідентифікатор ділянки швидкісного режиму руху автомобіля; $Coordinate_{End_i}$ – початок ділянки швидкісного режиму; $Coordinate_{End_i}$ – кінець ділянки швидкісного режиму руху;

$Value_{V_i}$ – встановлена допустима швидкість руху; $Date_i$ – дата встановлення швидкості руху; $Base_{Speed_i}$ – встановлена (базова) швидкість на ділянці руху.– ідентифікатор і-ї ділянки руху автомобіля; $Ident_{Route_i}$ – ідентифікатор маршруту руху автомобіля; $Route_{Property_i}$ – тип маршруту

Оцінка типу і стану дорожнього покриття за допомогою локального джерела інформації формується в результаті обробки даних дистанційного опитування водія (бальна оцінка стану дорожніх умов за станом дорожнього покриття):

$$O_p(t)_i = (O_{p_1}, O_{p_2}, O_{p_3}), \quad (2.6)$$

де O_{p_1} – відмінний і добрий стан; O_{p_2} – задовільний стан; O_{p_3} – незадовільний стан.

Дані про економію палива автомобіля в умовах експлуатації визначені на основі серверних рішень і локального джерела інформації (автомобіль) в процесі порівняння з лінійними нормами витрати палива автомобіля, що встановлені нормативними показниками і визначають ступінь відхилення:

$$O_{Gt_i}(t)_i = \max_{j=1..N} O_{Gt_{ij}}(t)_i, \quad (2.7)$$

де $O_{Gt_{ij}}(t)_i$ – найбільша витрати палива Gt_{ij} j-го об'єкта моніторингу (автомобіля) на і-й ділянці моделі режимів швидкостей руху автомобіля; N – кількість визначених витрат палива на відповідних ділянках; t – фактор часу.

Модель предметної області системи моніторингу параметрів технічного стану автомобіля представлена у вигляді множини компонентів і складових системи інформації, в частині технічних параметрів стану двигуна автомобіля, технічних параметрів стану безпосередньо автомобіля і параметрів його умов експлуатації:

$$M_{\text{пр.о}} = \langle F, H, P, O, V_{\text{вх}}, V_{\text{вих}}, R \rangle \quad (2.8)$$

де $F = \{f_i | i = \overline{1, I}\}$ – множина функцій користування (функції автоматизації), що виконуються системою моніторингу параметрів технічного стану автомобіля;

$H = \{h_j | j = \overline{1, J}\}$ – множина завдань обробки даних системи моніторингу параметрів технічного стану;

$P = \{p_k | k = \overline{1, K}\}$ – множина користувачів (кількість і склад персоналу), яка забезпечує роботу з системою моніторингу параметрів технічного стану;

$V_{\text{вх}} = \{v_l | l \in L_{\text{вх}}\}$ – множина вхідних інформаційних елементів;

$V_{\text{вих}} = \{v_l | l \in L_{\text{вих}}\}$ – множина вихідних інформаційних елементів;

$V = V_{\text{вх}} \cup V_{\text{вих}}$ – повна множина інформаційних елементів;

$O = \{o_m | m = \overline{1, M}\}$ – множина об'єктів автоматизації автомобіля, які можна подати самостійними частинами для блоків збирання і передачі інформації: від двигуна автомобіля; від автомобіля про його параметри; від автомобіля про умови експлуатації автомобіля; від автомобіля про результати виконання ідентифікації; від автомобіля про результати проведення діагностики; від автомобіля про параметри екологічної безпеки; від автомобіля про витрату палива;

$R = \{r_y | y = \overline{1, Y}\}$ – множина відношень (взаємозв'язків) між компонентами $M_{\text{пр.о}}$ предметної області (6) системи моніторингу параметрів технічного стану автомобіля.

Для запропонованих залежностей розроблено структуру моделі інформаційного забезпечення системи моніторингу технічного стану автомобілів в умовах експлуатації, яка показана на рис. 2.2

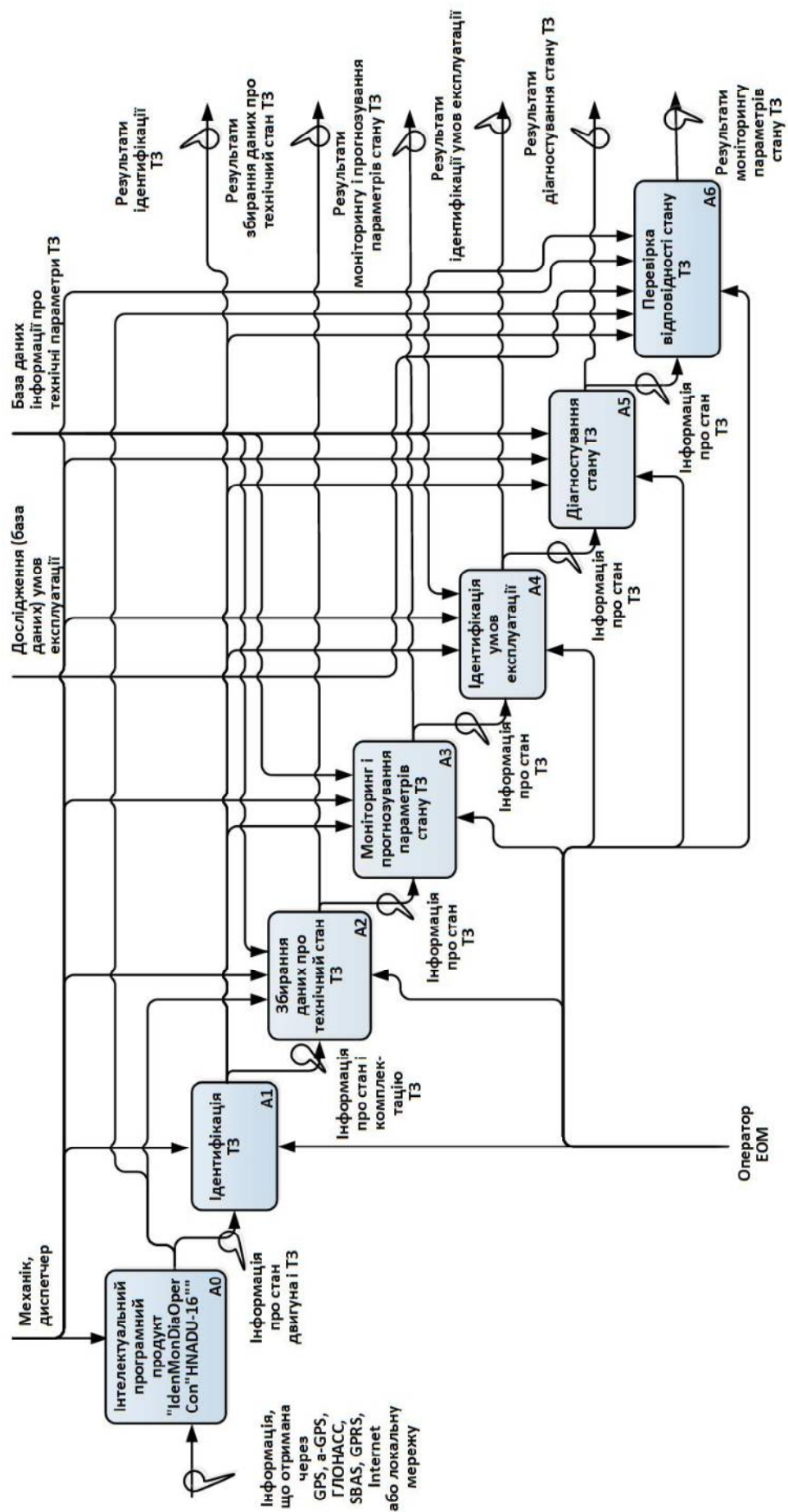


Рисунок 2.2 – Структурована інформація

2.3 Структура функціональних можливостей розробленого БІНК

Структура і взаємозв'язок функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу для отримання інформації про умови експлуатації автомобілів у взаємодії із засобами ITS показані на рис. 2.3. В основу системної взаємодії покладені такі основні функції бортового інформаційного комплексу: забезпечення визначення положення автомобіля (трекінг положення автомобіля); забезпечення моніторингу параметрів технічного стану автомобіля; вирішення задачі допомоги водієві автомобіля в процесах експлуатації автомобіля; забезпечення транспортної безпеки автомобіля.

Функціонування основних функцій БІНК забезпечується виконанням покладених на нього функцій за допомогою системної взаємодії конструктивних особливостей автомобіля і складових елементів ITS, а саме (рис. 2.3) в частині: роботи з інформацією (при наявності різних протоколів), отриманою від датчиків автомобіля, з'єднаними K, L або CAN лініями; роботи з різними інтерфейсами програмних комплексів; ідентифікації автомобіля в транспортному потоці; передачі і обробці даних при одночасній взаємодії між основними функціями; експлуатації транспортного двигуна і автомобіля з визначенням: параметрів двигуна і автомобіля в роботі, ТО і ремонті та їх зміну, відхилень від нормативів працездатності, термінових (часових) станів експлуатації двигуна і автомобіля, з формуванням геозон щодо параметрів експлуатації автомобіля; транспортної безпеки автомобіля при виконанні функцій спостереження і фіксації (відео-, фото-, аудіо-); навігації при роботі з картами і сервісами; реєстрації стану транспортного двигуна і автомобіля; вхід і вихід на програмні додатки сервера; допомоги водієві: з інформуванням про похибки і несправності в роботі, з усуненням похибок і несправностей в роботі; з передачею інформації про похибки і несправності в роботі в зовнішнє сховище інформації тощо.

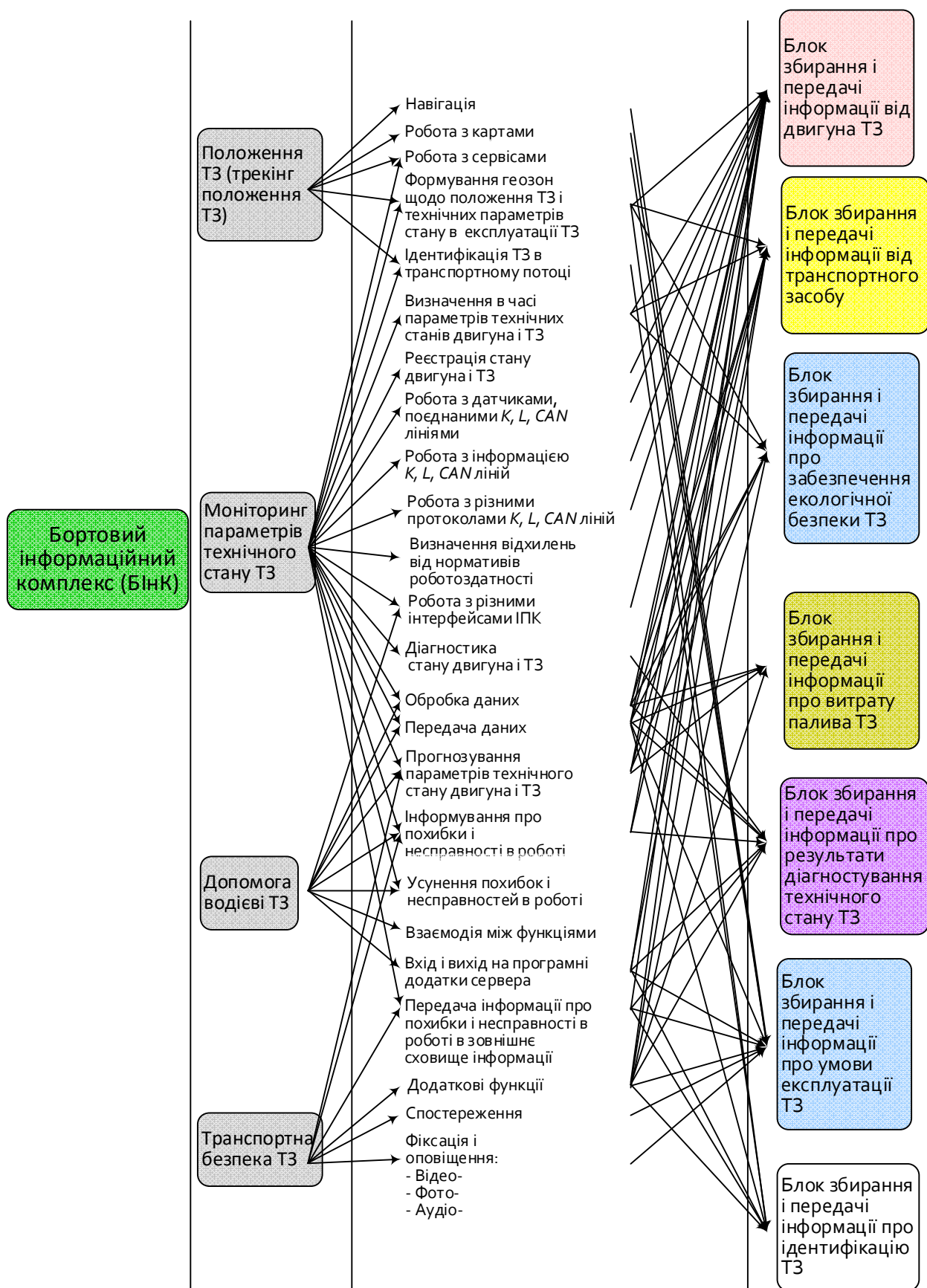


Рисунок 2.3 – Структура і взаємозв'язок функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу

3 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Завдання, об'єкт і методика експериментальних досліджень

Програмою експериментальних досліджень є отримання дослідних даних для побудови залежностей зміни параметрів технічного стану в часі на основі інформаційної бази процесів експлуатації автомобілів. У зв'язку з цим програма експериментів включала:

- розробку структури і загальну методику моделювання та побудови інформаційної системи моніторингу ТЗ на основі бортового комплексу БІНК ITS;
- експериментальне визначення параметрів технічного стану автомобіля в умовах експлуатації між елементами ITS за допомогою БІНК

Об'єктом експериментальних досліджень процесів зміни параметрів технічного стану було обрано автомобіль Kia Cee'd 2.0 5MT2, рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Автомобіль Kia Cee'd 2.0 5MT2 під час моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації

Бортова система моніторингу при'єднувалась до автомобіля за допомогою OBD-II – рознімання на центральній консолі автомобіля. Моніторинг параметрів технічного стану проводилось за допомогою смартфона (планшета) з попередньо розробленими і встановленими спеціалізованими програмними комплексами [9].

Конструктивно, для встановленого завдання, БІНК складався [8, 9] з бортового діагностичного сканера - адаптера Scanmaster ELM327, підключеного до рознімання OBD-II автомобіля і смартфона (планшета), з'єднаного через Bluetooth з ним, з встановленими програмами моніторингу і діагностування автомобіля. При підключенні Scanmaster ELM327 до рознімання OBD-II автомобіля на монітор смартфона виводилась технічна інформація, що надходила від штатних датчиків автомобіля. Далі, за допомогою навігаційних супутникових технологій, з використанням технічних можливостей серверу моніторингу, поступає до видаленого робочого місця системи моніторингу автомобіля.

Для забезпечення формального підходу до процесу моделювання і побудови інформаційної системи моніторингу автомобіля в умовах ITS була розроблена загальна методика побудови і моделювання системи моніторингу параметрів технічного стану автомобіля. Для формування дослідної інформаційної системи для аналізу і взаємодії автомобіля з оточуючим середовищем у вигляді умов експлуатації, визначені принципи системної взаємодії та запропонована методика моделювання та побудови інформаційної системи моніторингу ТЗ на основі бортового комплексу ITS [8, 9], що показана на рис. 3.2.

3.2 Аналіз та узагальнення отриманих результатів

На рис. 3.3 показано робоче вікно Torque, що відображає поточні параметри роботи двигуна автомобіля, інших систем і агрегатів, «коди помилок», «стирати помилки» з ЕБУ автомобіля, автоматично відправляти значення величин параметрів, контрольованих датчиком, в інтегроване електронне інформаційне метaproстранство, де протягом встановленого часу можливо подивитися не тільки значення контрольованих величин в різний час, але й побачити на карті весь маршрут ТЗ за встановлений період [9].

Великий вплив на основні техніко-економічні показники роботи надає швидкість руху. Для визначення швидкості автомобіля в умовах експлуатації засобами ITS використовували декілька етапів.

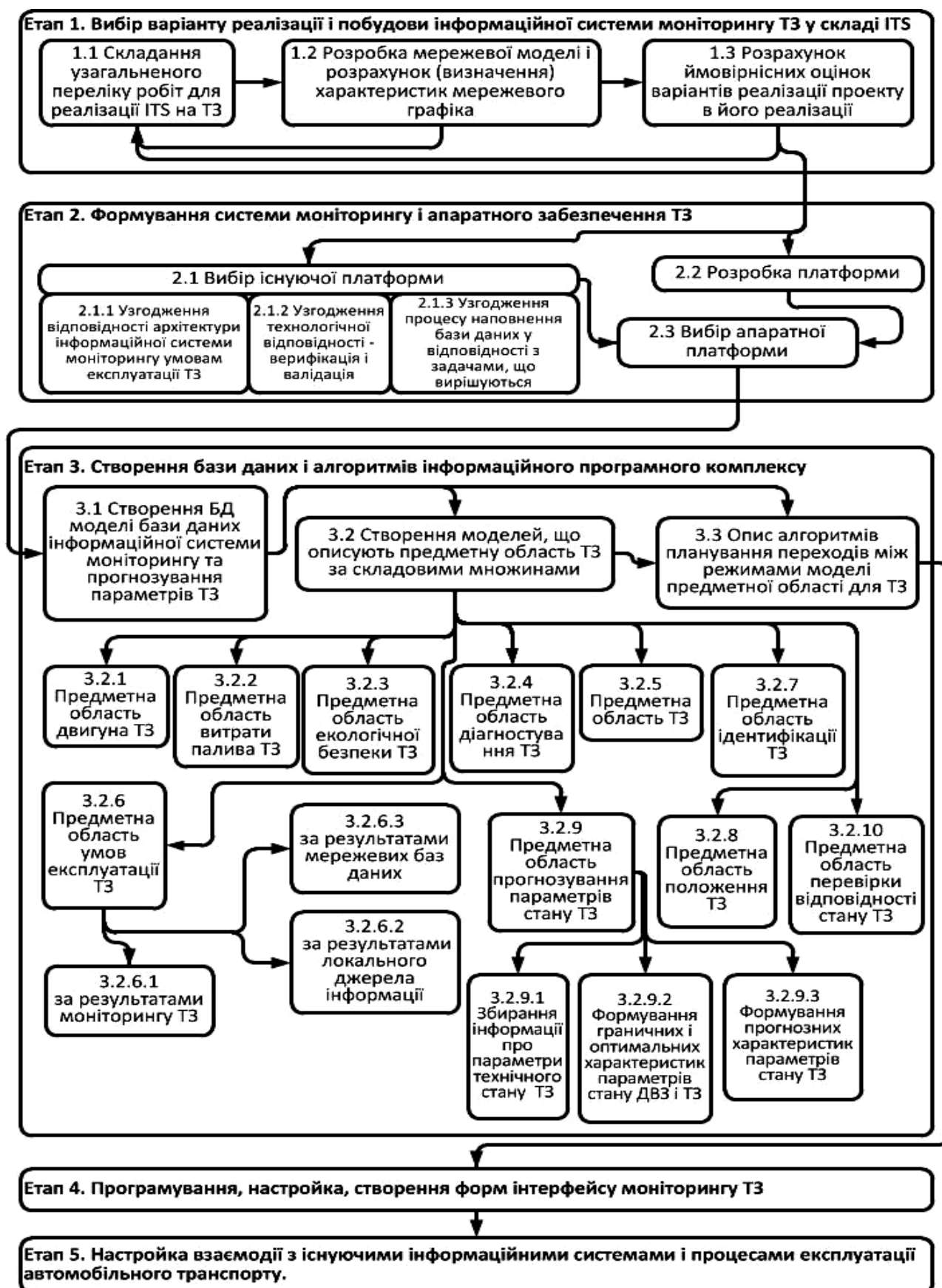


Рисунок 3.2 – Загальна методика моделювання та побудови інформаційної системи моніторингу автомобілів на основі бортового комплексу ITS

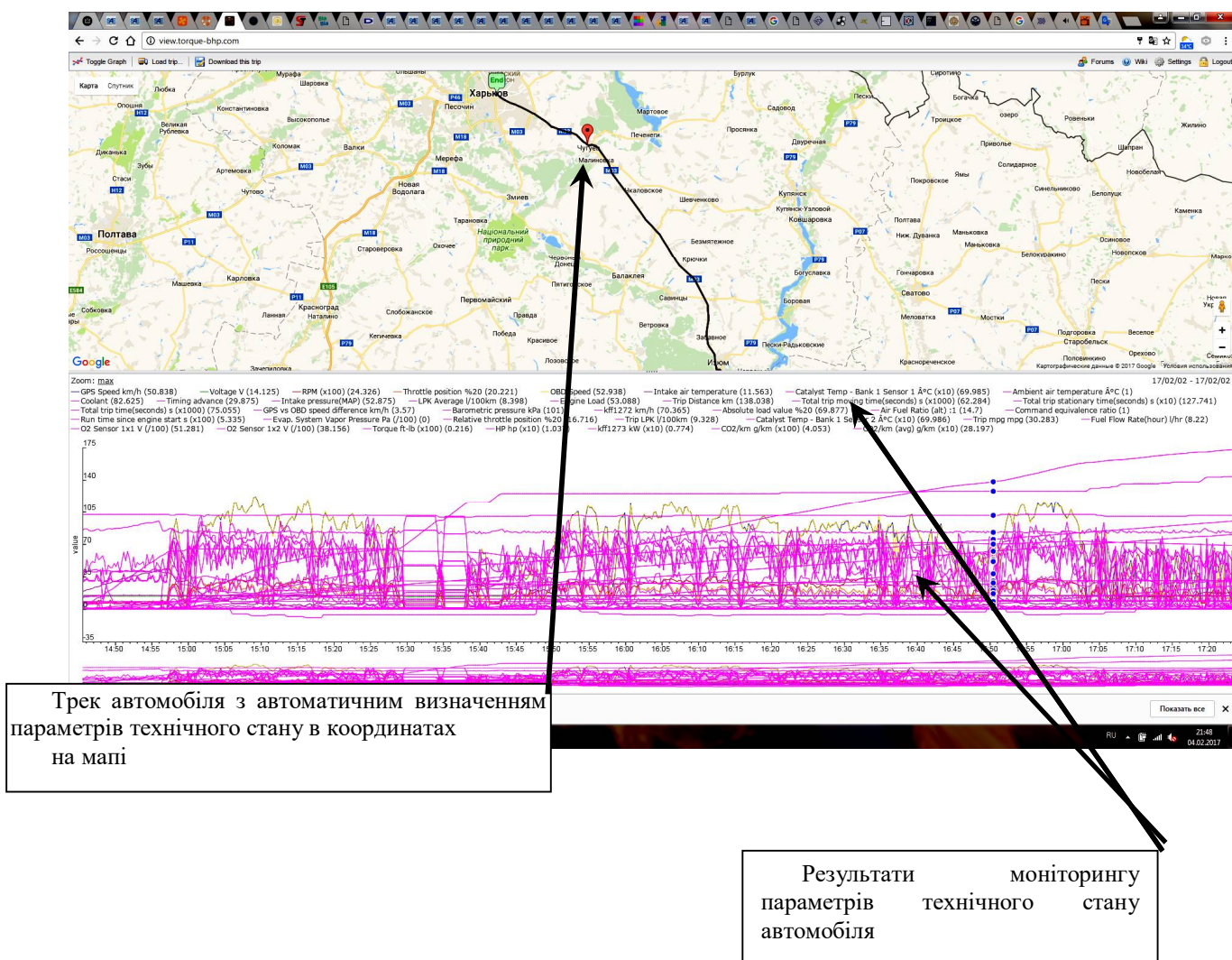


Рисунок 3.3 - Робоче вікно Torque з параметрами моніторингу параметрів технічного стану автомобіля

Розглянемо результати на прикладі одного маршруту з електронним звітом результатів проведеного дослідження.

На першому етапі (рис. 3.3) процес визначення швидкості автомобіля здійснювався в цілому для всієї ділянки дослідного відрізка шляху. Для цього скористались результатами – електронним звітом, отриманим за допомогою ПК ««IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» [8].

Виходячи з положень технічної експлуатації отримали: загальний пробіг - $S = 172,6$ км; загальний час в русі - $t_{рух} = 2,23$ год; загальний час знаходження

автомобіля на лінії $t_{\text{лін}} = 2,63$ год. Тобто, отримані швидкості руху автомобіля для дослідної ділянки склали:

$$V_{\text{сер.тех}} = 77,27 \text{ км/год}; \quad V_{\text{сер.експл}} = 65,44 \text{ км/год.} \quad V_{\text{макс}} = 123 \text{ км/год}; \quad (4.3)$$

Відомо [7], що визначення середньої технічної швидкості автомобіля можливо при наявності його сумарного пробігу шляху S по спідометру і часу руху $t_{\text{рух}}$. Відносний коефіцієнт зміни швидкості руху (ВКЗШР) автомобіля, який прийнятий в якості основного критерію при визначенні групи умов експлуатації, можливо визначити за формулою

$$K_v = S / (t_{\text{рух}} \cdot V_{a1}) \approx 1.43 \cdot S / (t_{\text{рух}} \cdot V_{\text{макс}}), \quad (3.1)$$

де V_{a1} – швидкість руху даного типу автомобіля на дорозі 1-ї групи ($0,7 \cdot V_{\text{макс}}$).

Середня швидкість руху автомобіля на всій досліджу вальній відстані дистанції руху склала $V_{\text{сер.тех}} = 77,27$ км/год, як і на першому етапі досліджень.

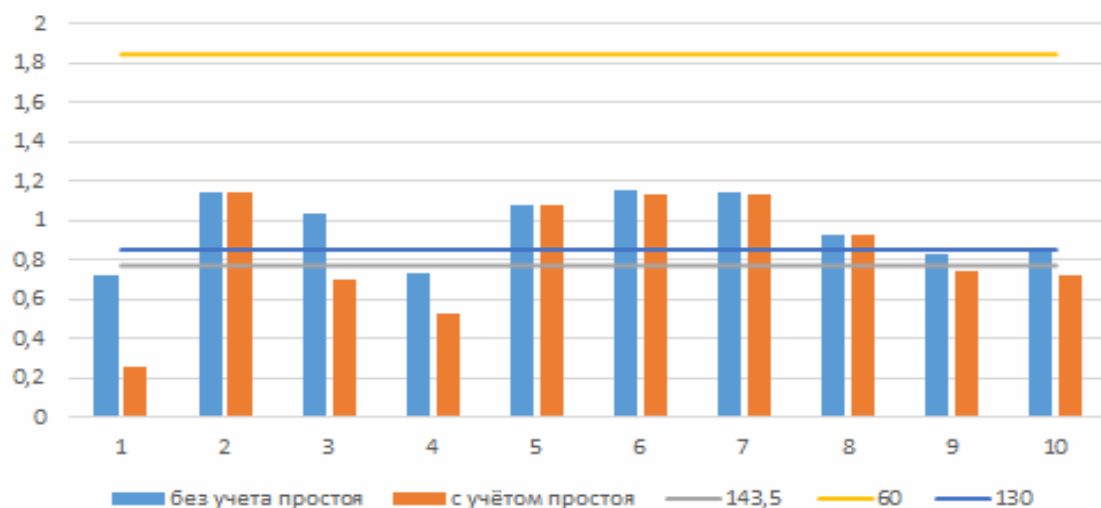
ВКЗШР автомобіля визначали за формулами

$$K_{v_p} = S_{\text{ділянки } i} / (t_{\text{рух}} \cdot V_{a \text{ сер. ділянки } i}), \quad (3.2)$$

$$K_{v_{p+ст}} = S_{\text{ділянки } i} / ((t_{\text{рух}} + t_{\text{ст}}) \cdot V_{a \text{ сер. ділянки } i}), \quad (3.3)$$

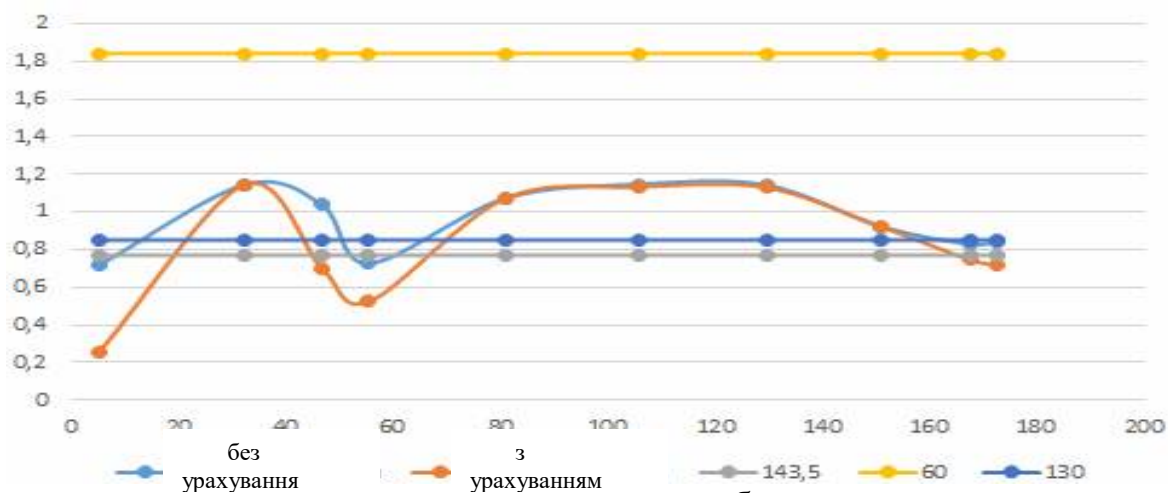
де K_{v_p} - ВКЗШР для автомобіля тільки в русі; $S_{\text{ділянки } i}$ - відстань руху автомобіля на i – ділянці шляху; $V_{a \text{ сер. ділянки } i}$ - середня швидкість автомобіля на i - ділянці шляху; $K_{v_{p+ст}}$ - ВКЗШР для автомобіля в русі з урахуванням стоянки і зупинки; $t_{\text{ст}}$ - час зупинки, стоянки.

На рис. 3.4 показано приклад зміни ВКЗШР на досліджувальних ділянках, що дозволяє визначити умови експлуатації і можливість корегувати термін проведення чергового ТО для конкретного автомобіля.

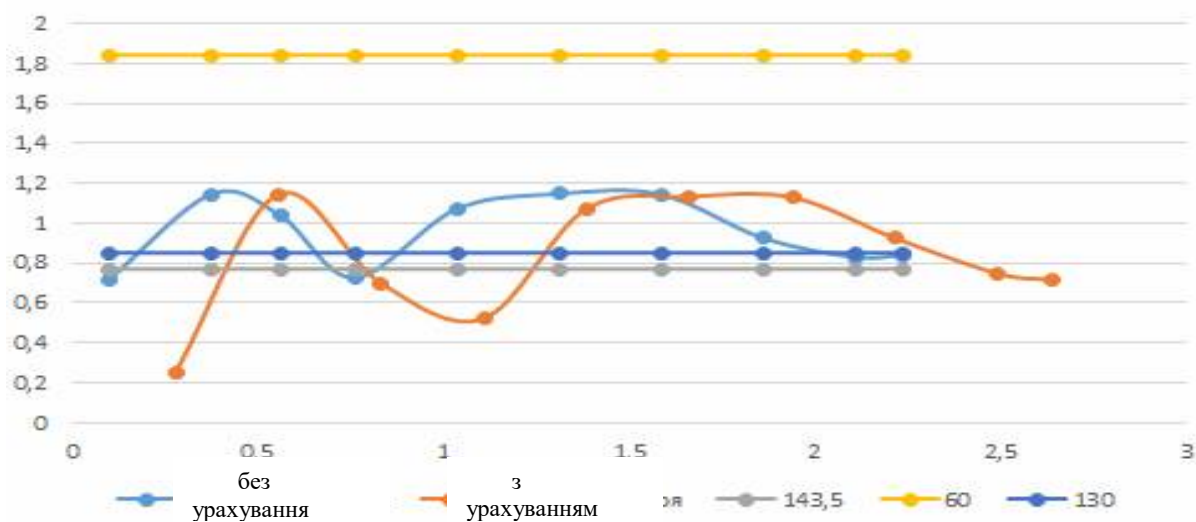


Номера ділянки шляху

а



б



в

Рисунок 3.4 - Результати зміни ВКЗШР на дослідних ділянках в межах відстані шляху:- а – в залежності від положення ділянки; б - в залежності від відстані шляху; в- в залежності від часу руху

ВИСНОВКИ

На підставі результатів аналізу сучасного стану АТ і її підсистеми – ТЕА виявлено, що основна частина автомобілів в Україні зосереджена в невеликих за розміром і кількістю підприємствах, результатом чого є погіршення технічного стану РС, збільшення кількості ДТП, викликаних несправністю автомобілів і забруднення навколишнього середовища. Існуюча в ТЕА система ТО і Р, яка встановлює для автомобілів середньостатистичні норми пробігу і трудомісткості їх технічних впливів призводить до суттєвого підвищення витрат для підтримки працездатності РС.

Розроблено математичні моделі і інформаційна система моніторингу технічного стану автомобілів, що дозволяє здійснювати оперативний контроль технічного стану, оцінювати умови використання автомобілів в залежності від умов експлуатації в умовах ITS.

В процесі експериментального дослідження оцінка результатів визначення техніко-економічних показників роботи і параметрів технічного стану автомобілів в умовах експлуатації проводилась за середньою швидкістю руху автомобіля і витратою палива. Оцінка умов експлуатації проводилась за значенням ВКЗШР у відповідності до положень теорії експлуатації автомобілів.

Стаття за результатами виконаних досліджень була опублікована на сайті автомобільного факультета ХНАДУ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; За заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «Державтотранс НДІпроект», 2005. – 400 с.
2. Горев, А.Э. Информационные технологии и средства связи на автомобильном транспорте: учеб. пособие / А. Э. Горев; СПбГАСУ - СПб., 1999. - 162 с.
3. CALS - предпосылки и преимущества [Электронный ресурс] / Левин А., Судов Е. // «Директор информационной службы». – 2002. – № 11. – Режим доступа к журналу: <http://www.osp.ru/cio/2002/11/172361/>.
4. Преимущества и недостатки внедрения RFID - технологий [Электронный ресурс] / Центр систем идентификации / Режим доступа: <http://www.ids.by/index.php/RFID-%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B/preimushhestva-i-nedostatki-vnedreniya-rfid.html>
5. Положение о профилактическом обслуживании и ремонте транспортных машин. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – 39 с.
6. Аринин И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей / И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 314 с.
7. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем / Волков В.П., Матейчик В.П., Никонов О. и др. - Донецк: Изд-во «Ноулидж». 2013. - 400 с.
8. Волков В.П. Интеллектуальные системы управления работоспособностью автомобилей / В.П. Волков, В.П. Матейчик, И.В. Грицук [и др.]. – Харьков: Майдан, 2016. –503 с.
9. Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В. і інш. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів. – Харків: фоп Панов А.М., 2018. – 299 с.

ДОДАТОК А – Ілюстративний матеріал до конкурсної роботи