

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра технічної експлуатації і сервісу автомобілів
ім. Говоруценка М.Я.

Волков В.П.

Конспект лекцій з дисципліни «Системи діагностики та контролю на автомобільному транспорті» для здобувачів вченого ступеню доктор філософії зі спеціальності «Автомобільний транспорт»

Харків – 2023

Волков В.П. Конспект лекцій з дисципліни «Системи діагностики та контролю на автомобільному транспорті» для здобувачів вченого ступеню доктор філософії зі спеціальності «Автомобільний транспорт». Харків: ХНАДУ, 2023. 109 с.

Розглянуто стан і перспективи розвитку технічної експлуатації транспортних засобів. Висвітлено питання розробки прикладного програмного забезпечення систем моніторингу транспорту і визначено основні принципи формування програмних модулів для моніторингу показників технічного стану та екологічної безпеки транспортних засобів протягом життєвого циклу на рівні підприємств автомобільного транспорту. Описано архітектуру, алгоритми роботи та функціональні можливості основних програмних модулів, наведено приклади практичної реалізації програмного забезпечення. Подано формування і практичну реалізацію функціональних можливостей інтелектуальної транспортної системи для ідентифікації і моніторингу технічної інформації про окремі ТЗ. Сформульовано основні положення для ідентифікації ТЗ за VIN-кодом. Наведено практичні результати ідентифікації і моніторингу технічної інформації про окремі транспортні засоби, а саме: ідентифікація і моніторинг місцезнаходження ТЗ; ідентифікація і моніторинг технічної інформації про ТЗ; моніторинг параметрів технічного стану окремих ТЗ.

Призначений для здобувачів вченого ступеню доктор філософії зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт».

Тема 1. Аналіз теоретичних і практичних розробок щодо методів контролю технічного стану автомобіля

1. Мета і задачі курсу, його структура.
2. Ретроспективний аналіз, стан і перспективи розвитку автомобільного транспорту.
3. Стратегії і тактики підтримки працездатності автомобілів.
4. Діагностування і прогнозування технічного стану автомобілів.
5. Інформаційні системи і технології в технічній експлуатації автомобілів.

1. Мета і задачі курсу, його структура

Метою вивчення навчальної дисципліни є підготовка здобувачів вченого ступеню докторів філософії до самостійного виконання наукових і професійних задач, що виникають у їхній практичній діяльності на автомобільному транспорті України. Курс «**Системи діагностики та контролю на автомобільному транспорті**» має 90 годин занять, які поділяються на 16 годин лекцій, 8 годин практичних занять і 66 годин самостійної роботи.

2. Ретроспективний аналіз, стан і перспективи розвитку автомобільного транспорту

Автомобільний транспорт (АТ) є найважливішим сектором української економіки, який обслуговує практично всі галузі господарювання і верстви населення, сприяє зростанню мобільності та якості населення.

У даний час автомобільний парк України нараховує понад 14 млн одиниць автомобілів, структура яких виглядає наступним чином: вантажних автомобілів – 15,5 %, автобусів – 2,6 %, легкових автомобілів – 81,9 %.

АТ належить до галузей, з яких почалася широкомасштабна приватизація в Україні. У його середовищі були масово створені акціонерні товариства і малі підприємницькі структури, що відпо-відало загальним тенденціям і завданням ринкових реформ початку 90-х років минулого століття. У першу чергу були приватизовані підприємства автомобільного транспорту (ПАТ), що здійснюють перевезення вантажів.

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 транспортних засобів (ТЗ) – до 400 тис. од.

Становлення ринкових відносин у системі автомобільного транспорту загального користування (АТЗК), приватизація ПАТ державної власності, придбання ТЗ за власні кошти або придбання їх в оренду привели до появи на ринку транспортних послуг більше 30 тис. пасажирських перевізників, які отримали ліцензії на право господарської діяльності з надання послуг з перевезення пасажирів. Мережа автобусних сполучень за станом на сьогоднішній день включає близько 19 тис. міських, приміських, міжнародних марш-рутів, на

яких задіяно приблизно 50 тис. автобусів. До переходу до ринкової економіки систему транспорту загального користування в Україні в різні роки обслуговували від 45 до 54 тис. автобусів, які були зосереджені в 449 спеціалізованих ПАТ державної форми власності.

АТ продовжує залишатися з наземних видів транспорту найбільш ресурсномістким і небезпечним для населення і навколишнього середовища. Він 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 в Україні є:

- 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.

Технічна експлуатація автомобілів (ТЕА) є однією з найважливіших підсистем АТ, яка, в свою чергу, являється підсистемою транспорту в структурі досить складної транспортно-комунікаційної програми держави. Поліпшення окремих або сукупності показників ефективності ТЕА сприяє вирішенню спільних цілей, що стоять перед АТ. Ефективність ТЕА визначається цілою низкою показників і підфакторів, які становлять дерево систем (ДС) або програм. Їх кількість коливається в часі. Сьогодні основних факторів у ДС – сім (рис. 1.1).

Основною метою ТЕА як підсистеми АТ є забезпечення необхідного рівня технічного стану ТЗ. У цілому до 50 % собівартості перевезень прямо або побічно залежить від якості і ефективності ТЕА. Наприклад, за підтримку автомобілів у працездатному стані в США витрачається приблизно 30 млрд доларів на рік, а в усьому світі на ТЕА в рік витрачається приблизно 100 млрд доларів. У США на експлуатацію одного автомобіля на рік витрати становлять 1800–1900 доларів.

Основна особливість сучасної системи ТЕА на АТЗК пострадянських країн:

- відсутність нормативної бази щодо обов'язковості кожним власником ТЗ проводити певний комплекс технічних впливів, які забезпечують працездатність і безпеку ТЗ, результатом чого є втрата на АТЗК механізму управління рівнем технічного стану автомобільного парку через гнучку систему ТО і Р;
- відсутність необхідної інформаційної бази галузі у вигляді мережі опорних підприємств, що дозволяло АТЗК раніше, по-перше, контролювати реалізовані показники якості і надійності ТЗ в експлуатації і, по-друге, пред'являти обґрунтовані вимоги заводам-виробникам автомобілів;

- неефективність системи сертифікації послуг ТО і Р, запропонованої державою.
- В результаті АТЗК і перш за все малі підприємства автомобільного транспорту (МПАТ) галузі, виявилися в складних умовах, тому що вони:
- зобов'язані забезпечити технічний стан ТЗ згідно з державними вимогами безпеки руху та екологічної безпеки транспорту;
 - не мають умов (бази, обладнання, персоналу) для підтримки працездатності і необхідного технічного стану ТЗ;
 - не мають чітко узаконених зобов'язань застосовувати систему ТО і Р та виконувати такий мінімальний обсяг робіт ТО і Р, який може забезпечити необхідну працездатність і безпеку ТЗ.

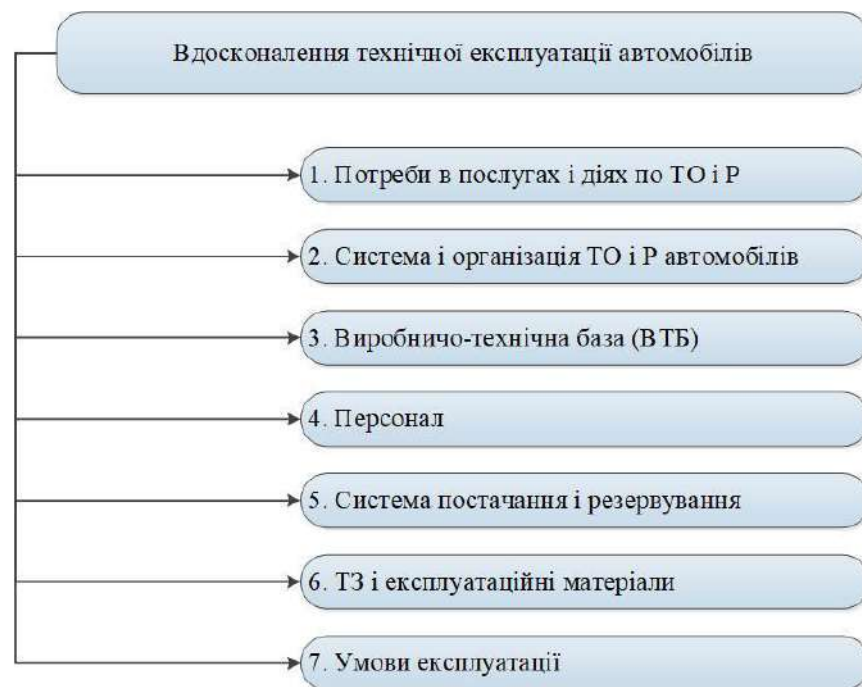


Рисунок 1.1 - Дерево системи технічної експлуатації автомобілів

Найважливішою ланкою ТЕА є вибір системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) ТЗ, яка регулюється комплексом взаємопов'язаних положень і норм, що визначають порядок, організації, зміст і нормативи проведення робіт із забезпечення працездатності парку автомобілів. Раніше, в умовах планового господарства, ефективність ТЕА забезпечувалася інженерно-технічною службою ПАТ, яка керувалася відповідними нормативними документами.

В наступний час діяльність автомобільного транспорту регулюється такими нормативними документами, як законом України «Про автомобільний транспорт», законом «Про транспорт» і законом «Про дорожній рух».

В Україні була прийнята і досі певним чином діє планово-попереджувальна система технічного обслуговування (ТО) і ремонту (Р) автомобілів. Принципові основи даної системи підтримки автомобілів у технічно справному стані практично сформувалися на початку 30-х років ХХ століття. Сутність цієї системи полягає в тому, що технічне обслуговування носить профілактичний характер і здійснюється за планом, а ремонт – за потребою.

Діюча система ТО і Р обґрунтовується на нормах і реалізується технічним відділом перевізника, які мають більше 15 од. ТЗ і дислокуються в одному населеному пункті в підприємстві, що має окрему територію. Перевізник, який має менше 15 од. ТЗ вирішує відповідні питання без створення технічного відділу, а самозайнятий автомобільний перевізник замовляє послуги на станціях технічного обслуговування або виконує такі роботи самостійно.

Для контролю і забезпечення технічного стану ТЗ дотримуються планового ТО відповідно до норм і нормативів його виготовлювача, встановлених для нормальних умов експлуатації, з урахуванням інформації системи **OBD**, зокрема інформації, отриманої скануванням пам'яті бортового комп'ютера рухомого складу (РС) спеціальними технологічними засобами.

Існуюча система ТО і ремонту 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 ремонту 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 РС 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.

Під **адаптивною системою ТО і Р автомобілів** розуміється система, яка завдяки зміні своєї структури і значень параметрів може пристосовуватися до зміни внутрішніх і зовнішніх умов. Рівень, якого досягла сучасне технічне діагностування (ТД), дозволяє при технічній експлуатації автомобілів реалізувати практично будь які завдання з виявлення та прогнозування технічного стану автомобілів. Так, існують адаптивні системи, які передбачають необхідність проведення ТО і Р за індивідуальною програмою. Таке ТО і Р умовно називають індивідуальним технічним обслуговуванням (ІТО). Вид робіт у цьому випадку призначають на основі індивідуальних діагностичних даних.

Базовими принципами ІТО є:

- планово-запобіжний принцип визначення і усунення несправностей і проведення технічних впливів;
- оперативне управління працездатністю автомобіля на основі прогнозування стану з використанням інформаційних технологій в ТД;
- індивідуальний підхід до оцінки технічного стану кожного конкретного автомобіля;
- індивідуальне прогнозування періодичності ТО і технічного стану автомобіля.

У зв'язку з цим весь процес розвитку систем ТО і Р слід визнати як процес адаптації систем до їх зовнішнього середовища, а безпосередній процес функціонування самої системи – це також процес адаптації вже об'єкта, підпорядкованого системі до умов його існування. Тому в цілому всі системи ТО і Р доцільно віднести до адаптивних систем. Основу таких систем сьогодні складають автоматизовані системи управління (АСУ) на основі інформаційних технологій ТД. Ці системи забезпечують індивідуальний підхід до оцінки технічного стану кожного конкретного автомобіля.

Основою автоматизованої адаптивної системи є база даних про автомобіль, яка являє систему взаємопов'язаних таблиць. У ній розміщується інформація різного роду і тому вона базується на системі управління базами даних – *Microsoft Access*, що забезпечує відносно просте створення і коригування бази даних.

3. Стратегії і тактики підтримки працездатності автомобілів

Стратегія – це технічний напрям, тобто тривала ідейна орієнтація області щодо планування, організації та управління технічними діями, яка в певних умовах роботи і при заданому (розрахунковому) рівні експлуатаційної надійності ТЗ забезпечує мінімум трудових і матеріальних витрат на підтримку ТЗ в технічно справному стані. Для забезпечення працездатності автомобіля рекомендується застосовувати три стратегії, характеристики яких наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Стратегії забезпечення працездатності

№		Вид робіт
I	Підтримує заданий рівень працездатності	Технічне обслуговування
II	Відновлення втраченої працездатності	Ремонт
III	Комбінація I та II стратегій	ТО і Р

Виділяється два види стратегій забезпечення надійності виробів, тобто два напрями науково-практичної реалізації концепції ТЕА - концепції управління надійністю автомобілів. це:

- стратегія планово-попереджувальна;
- стратегія очікування ремонту.

На АТ абсолютний пріоритет сьогодні відданий планово-попереджувальному стратегії, яка дозволяє активно управляти надійністю більшості виробів.

Тактика - це ідеологічна платформа безпосереднього забезпечення надійності виробів. В ТЕА тактика - це система ТО і Р автомобілів. Її мета - розробка конкретних ефективних форм і методів розвитку і управління,

спрямованих на вирішення основних завдань, сформульованих в технічному напрямі (концепції) розвитку ТЕА.

На АТ існує, відповідно до існуючої класифікації, три основних види систем ТО і Р (тактики) транспортних машин (рис. 1.2):

- за напрацювання;
- за станом;
- змішані.

Суть системи з напрацювання полягає в тому, що технічні впливу виконується для виробу - автомобіля, через певний пробіг (час), незалежно від його технічного стану. В результаті значна частина ресурсу РС не використовується, тому така модель системи ТО і Р має значну вартість і в практиці може застосовуватися тільки для спеціальних автомобілів. Наприклад, на АТ ця система використовується для тих вузлів і деталей автомобіля, від яких залежить безпека його руху.



Рисунок 1.2 - Схема організації ТО і Р транспортних машин

Суть системи станом полягає в тому, що технічні впливу проводиться для виробів лише при досягненні ним контрольованих параметрів свого критичного рівня, тобто гранично допустимого стану. На практиці для реалізації такої системи ТО і Р необхідно спеціальне контрольо-діагностичне обладнання і в цілому вміння фахівців автоматизовані системи управління автоматизовані системи управління інженерно-технічної служби (ІТС), вимірювати безперервно або періодично контрольовані (діагностичні) параметри виробу. Сьогодні такі системи, внаслідок глобалізації ТД і неруйнівного контролю, успішно впроваджуються в світі техніки багатьма зарубіжними фірмами. Там вони отримали назву «*Condition Monitoring*», а в сучасній термінології ТЕА - це «індивідуальні» системи ТО і Р або «адаптивні».

На АТ найбільш поширеною є система середньостатистична. Це традиційна для АТЗК система ТО і Р, яка в своїй основі спирається на математичний апарат теорії ймовірності та математичну статистику. Це теорії, які дозволяють дослідникам АТЗК встановити для автомобілів середньостатистичні норми пробігу і трудомісткості їх технічних впливів, які потім, за допомогою застосування ряду коефіцієнтів коригування, використовуються ІТС для конкретного автомобіля.

Однак автомобіль, як відомо - це складна транспортна машина, яка складається з тисяч деталей з різними виробничими і експлуатаційними допусками. Кожен автомобіль працює в різних умовах і, наприклад, «старіє» по своєму. Тому, до кожного автомобілю потрібен індивідуальний підхід, тобто адаптивна система ТО і Р. Тільки при індивідуальному обстеженні (контролі, діагностуванні) кожного агрегату можна визначити дійсний стан автомобіля і врахувати різноманіття умов його роботи, кваліфікацію водія, а також безліч інших чинників, які суттєво впливають на зміну технічного стану РС. Тому для АТ найбільш доцільним є використання систем ТО і Р за станом, наприклад, системи ОР-Д-УН.

Система ОР-Д-УН є вітчизняною діагностичною системою ТО і Р, яка розроблена кафедрою технічної експлуатації і сервісу автомобілів ХНАДУ.

Система «ОР-Д-УН» означає:

- ОР або «обов'язкові роботи», тобто наявність в системі планових профілактичних впливів, які є обов'язковими для забезпечення працездатності та, перш за все, безпеки РС;
- Д або «діагностування», тобто основа діагностичної системи;
- УН або «усунення несправностей», тобто наявність в системі впливів, спрямованих на усунення відмов і несправностей РС.

Особливість системи ОР-Д-УН і її основна наукова ідея, яка реалізовує планово-попереджувальну «концепцію управління працездатністю виробів» складається в енергетичному підході до оцінки ресурсу таких виробів.

Ресурс транспортної машини, на переконання, визначається її фізичними можливостями в певних експлуатаційних умовах поглинати, перетворювати або передавати деякий сумарний обсяг енергії. Цю енергію машина отримує із зовнішнього середовища у вигляді деякого обсягу палива. Тому, наприклад, її пробіг ($L_{кр}$) до відновлювального ремонту (ВР) - це лише одне з можливих відображень ресурсу. Ресурс в цілому, обумовлений проектувальниками, конструкторами, технологами і безпосередніми виробниками транспортної машини, а на практиці пробіг, є лише наслідком «фізичних» можливостей машини по ефективній «переробці» заданого обсягу пального ($Q_{кр}$), енергія якого використовується транспортною машиною для своєї роботи.

Тому розрахунок періодичності профілактичних впливів в системі ОР-Д-УН ведеться за витратами пального, що визначає основний принципова відмінність цієї системи від традиційної середньостатистичної системи ТО і Р.

Згідно теоретичним основам системи ОР-Д-УН, сумарна витрата пального ($Q_{кр}$) за пробіг до КР ($L_{кр}$) або витрата Q_{ln} за будь-плановий пробіг (L_n) до

профілактичного впливу, наприклад, при роботі вантажного автомобіля становить:



де $L_{кр}$ - пробіг автомобіля до ВР, км;

L_n - пробіг автомобіля до впливу планового, км

H_o - основна норма витрати пального автомобілем, л / 100 км;

H_d - додаткова норма витрати пального автомобілем, л / 100 км

q - вантажопідйомність автомобіля номінальна, т;

Y - коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля;

b - коефіцієнт використання пробігу автомобіля;

k_y - коефіцієнт коригування, який враховує умови експлуатації автомобіля.

Для більш важких умов експлуатації сумарна витрата пального, будучи фіксованою величиною для кожного конкретного автомобіля, має менший пробіг (ресурс) свого використання, тобто менший пробіг реалізації палива, тому система ОР-Д-УН передбачає коефіцієнти коригування (k_y) пробігу до ВР. Більш важкі умови ведуть до зростання витрати пального на кожен кілометр пробігу автомобіля, тобто до зростання питомої значення, яке представляє на АТ норму витрати пального на 100 км. пробігу (табл. 1.2).

Згідно теоретичним основам системи ОР-Д-УН, непрямим відображенням середньої «навантаження» машини в тих чи інших умовах експлуатації є її середня технічна швидкість V_a . Використання показника швидкості V_a як основного і єдиного критерію оцінки середніх навантажень на транспортну машину, а відповідно і критерію оцінки всього спектру можливих умов експлуатації будь-якої транспортної машини, становить другу принципову відмінність системи ОР-Д-УН від системи середньостатистичної.

В системі ОР-Д-УН існують чіткі науково обґрунтовані групи умов експлуатації. Основою їх формування (класифікації) є межі швидкості V_a . Це ті найпоширеніші середні швидкості, які транспортні машини можуть мати в процесі їх ефективного використання на лінії (табл. 1.3).

Середня технічна швидкість автомобіля - це комплексна статистична характеристика всього можливого спектру умов експлуатації та універсальна оцінка навантажень, які визначають надійність машини. Так, чим вище навантаження на автомобіль, тим частіше на лінії він працює на нижчих передачах і тим менше його середня технічна швидкість і відповідно ресурс до впливу.

Основи системи ОР-Д-УН були впроваджені в практику АТЗК України в 1994р. згідно з відповідним Положенням.... Однак уже в 1998 р. документ був замінений більш звичним для галузі Положенням..., яке відображало вже не діагностичну, а традиційну для АТЗК середньостатистичну систему ТО і Р.

Таблиця 1.2 - Питомі витрати пального, пробіги до ВР і коефіцієнти їх коригування в різних умовах експлуатації РС (на прикладі вантажного автомобіля 5 класу)

Група умов експлуатації	Витрати пального л/100 км (при $\beta=0,5$; $\gamma=0,75$)	Пробіг до ВР, тис. км	відносні коефіцієнти	
			за розрахунками	по «Положення-98»
1	28,2	349,8	1,0	1,0
2	31,1	317,2	0,9	0,9
3	36,6	269,5	0,77	0,8...0,7
4	41,8	236	0,67	0,7...0,6
5	47,6	207,2	0,59	0,6...0,5

Таблиця 1.3 - Параметри основних характеристик системи ОР-Д-УН

Група умов експлуатації	Межі зміни середніх технічних швидкостей, км / год	Середнє значення швидкостей, км / год	коефіцієнт коригування		
			Пробіги до ВР и ОР, K_1	Пробіги до ВР і СР, K_1	Викиди шкідливих речовин, K_2
1	60...48	54	1	1	1
2	48...37	43	0,9	1,1	1,3
3	37...31	34	0,77	1,3	1,8
4	31...27	29	0,67	1,5	2,8
5	27 и <	25 и <	0,59 и <	1,7	4

Однак головне полягало в тому, що система ОР-Д-УН вводила на АТЗК досить «жорстку» систему контролю процесів ТЕ і КЕ транспорту.

У зв'язку з проведеним аналізом стратегій і тактик 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 РС в справному стані.

4. Діагностування і прогнозування технічного стану автомобілів

Метою діагностування автомобілів в експлуатації є контроль його технічного стану, управління працездатністю, оптимізація робочих процесів, локалізація несправностей і прогнозування. Звідси, основними завданнями технічного діагностування є:

- контроль технічного стану;
- пошук місця і причин відмови (несправності);
- прогнозування технічного стану.

Технічний контроль - це обов'язкова складова системи контролю якості виробу, яка представляє собою процес перевірки дотримання технічних вимог, пред'явлених до якості виробу на всіх стадіях його виготовлення, експлуатації, а також виробничих умов і факторів, які забезпечують необхідну якість виробу і послуг.

Обов'язковий технічний контроль передбачає перевірку технічного стану РС, а саме: систем гальмового і рульового керування, зовнішніх світлових приладів, пневматичних шин та коліс, газобалонного обладнання (за наявності), світлопропускної здатності стекол, інших елементів, які безпосередньо відносяться до безпеки дорожнього руху і охорони довкілля.

Загальновідомо, що засоби технічного контролю підрозділяються в ТЕА на такі що сприймають, передають і обробляють. Головним тут є те, що це три основні складові діагностування, яке робить функціонування будь-якої системи сьогодні більш оперативним і дозволяє приймати об'єктивні управлінські рішення.

Технічне діагностування і засоби діагностування на АТ почали інтенсивно розвиватися в період 70 - 90 р.р. минулого століття, оскільки отримання інформації про діючі процеси і технічний стан автомобіля в реальному часі дозволяє визначати оптимальну стратегію ТО, забезпечувати технічну та екологічну безпеку автомобілів.

У сучасній системі ТЕА процес діагностування, відповідно до структури (рис. 1.3), не замикається лише на поточному визначенні технічного стану РС, він контролює стан технологічних і організаційних процесів або ситуацій на АТ в цілому, тобто здійснює контроль систем ТЕ і КЕ рухомого складу.

Запропонована структура вимагає від АТЗК вирішення головного питання - реального поєднання сучасних процесів контролю транспорту, які вже успішно функціонують на АТЗК, з технологічними процесами ТО і Р, прийнятими на передових підприємствах. В цілому це сукупність можливостей **ІПВ / CALS / PLM**-технологій, вже успішно реалізованих в авіації, автобудуванні і можливостей **ITS** на АТ, що дозволяє автоматизувати контроль технічного стану РС, забезпечивши можливість отримання діагностичної інформації від РС в режимах **«on - line»** і **«off - line»**.

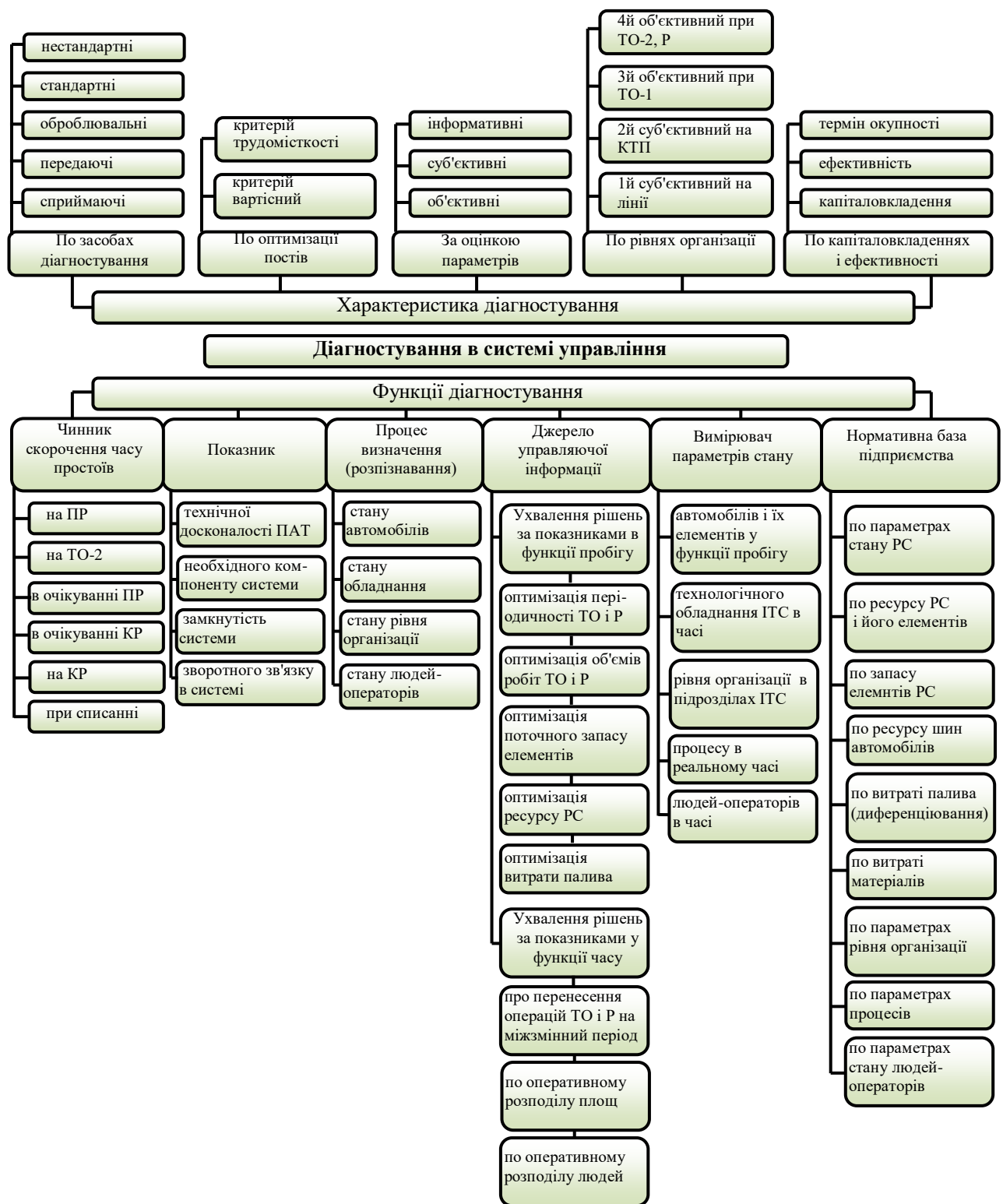


Рисунок 1.3 - Функції та характеристики діагностування в системі управління

Відомо, що прогнозування технічного стану машин в період життєвого циклу залишається одним з найскладніших проблем діагностики.

Метою прогнозування технічного стану при експлуатації є визначення термінів справної роботи до появи граничного стану, тобто своєчасне попередження відмов і застосування таких робочих умов і обслуговування

виробів, які найкращим чином відповідають завданню заданої надійності і ефективності.

Необхідність прогнозування визначається можливістю управління технічним станом автомобіля в цілому на основі зміни його технічного стану протягом часу. Прогнозування дає можливість найбільш повно використовувати ресурс автомобіля і оптимізувати його обслуговування як відновлюваного об'єкта експлуатації. Функція прогнозування реалізується в наступних функціональних підсистемах управління: оперативного управління виробництвом; перспективного та поточного планування; управління технічною підготовкою виробництва. У цьому сенсі прогнозування є одним з головних резервів розвитку адаптивних властивостей системи управління працездатності автомобілів, основою більш повного використання їх потенційних можливостей.

Особливий інтерес при експлуатації РС в МПАТ викликає завдання індивідуального прогнозування стану і надійності. Її рішення дозволяє при наявності розвинутого діагностичного забезпечення та знанні еволюції технічних характеристик при роботі РС в різних умовах перейти від технічного обслуговування по термінах або ресурсу до планування експлуатації по фактичному стану.

З наведених залежностей випливає, що для того, щоб прогнозувати, треба знати поточний стан агрегату (діагноз) і математичну модель прогнозованого параметра виробу. Прогнозувати залишковий ресурс можна по непрямим параметрах, що піддається безпосередньому виміру.

Дослідження, присвячені прогнозуванню ресурсу агрегатів, механізмів, вузлів і систем автомобіля в основному виконані для сполучених пар тертя, оскільки в основі прогнозних моделей лежать відомі положення теорії надійності машин, імовірнісні моделі і т.д. Як приклад, можна навести роботи по прогнозуванню ресурсу автомобільного двигуна, ведучих мостів автомобіля, підшипників ковзання автотракторних трансмісій, кузова легкового автомобіля, показників курсової стійкості та ефективності процесу гальмування автомобіля, шин, експлуатаційних рідин і інше.

Практично немає робіт по прогнозуванню ресурсу або працездатності електронних систем автомобіля, оскільки в них несправність або відмова настає раптово.

Як визначено раніше, впровадження в ТЕА базових принципів "адаптивної" системи управління технічним станом автомобіля з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля вимагає оперативного контролю технічного стану автомобіля, розробки багатofакторних моделей прогнозування та створення бази даних, що дозволяють застосовувати сучасні інформаційно-аналітичні технології в ТД.

1.5 Інформаційні системи і технології в технічній експлуатації автомобілів

Інформаційні системи (ІС) раніше використовувалися з метою удосконалення систем управління підприємствами і організаціями. У широкому

сенсі - це будь-яке сховище інформації: архіви, бібліотеки, картотеки, досье документів, набори статистичних даних. Вони призначаються для збору, обробки і пошуку інформації, необхідної для управління підприємством або будь-якою іншою організацією, проектування, навчального процесу і т.п., для задоволення потреб індивідуального споживача інформації.

Існує три види ІС:

- бази даних, тобто системи для зберігання структурованої інформації певного типу, введеної за шаблоном (наприклад, бази даних відділу кадрів, каталоги бібліотек, записні книжки мобільних телефонів, ін.);

- бази знань, тобто системи для зберігання неструктурованої інформації різних типів, наприклад, всесвітня (глобальна) мережа об'єднання комп'ютерів - Інтернет, бібліотеки, ін .;

- інформаційно-аналітичні системи, тобто системи, призначені для зберігання і аналізу інформації, що зберігається (програмне забезпечення (ПО), наприклад: *Excel, STATISTICA, SPSS, ІС- бухгалтерія, ІС- підприємство*).

Слід зазначити, що процеси управління в ПАТ здійснюються циклічно і носять відносно замкнутий характер. Цикл управління починається зі збору інформації про стан керованого об'єкта (ПАТ, РС, цех, ділянка і т.д.), потім отримана інформація аналізується і використовується для прийняття рішень.

Раніше в ПАТ інформаційні системи і технології використовувалися в основному для удосконалення документообігу. Так наприклад, 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. Існують інформаційні технології у вигляді системи автоматичної ідентифікації маршрутного транспорту, системи контролю автобусного руху і простої супутникової навігаційної системи.

В даний час склався цілий спектр ІС, які розробляються в основному як (рис. 1.4):

- автоматизовані інформаційні системи;
- інформаційні системи управління (ІСУ).

ІСУ використовуються для слабоструктурованих задач на рівні стратегічного планування, управлінського і оперативного контролю. Вони забезпечують можливість маніпулювання даними СУБД і здійснюють не тільки пошук, але і обробку вхідної інформації.

Рішення в таких системах приймає людина. ІСУ на АТ утворюють:

- диспетчерські системи управління;
- автоматизовані системи управління технологічними процесами;
- автоматизовані системи управління виробництвом.

ІСУ на АТ інформують про стан і забезпечують управління:

- рухомого складу (РС);
- технологічного обладнання та виробничого процесу ПАТ;
- потоку ТЗ при впливі на нього навколишнього середовища.

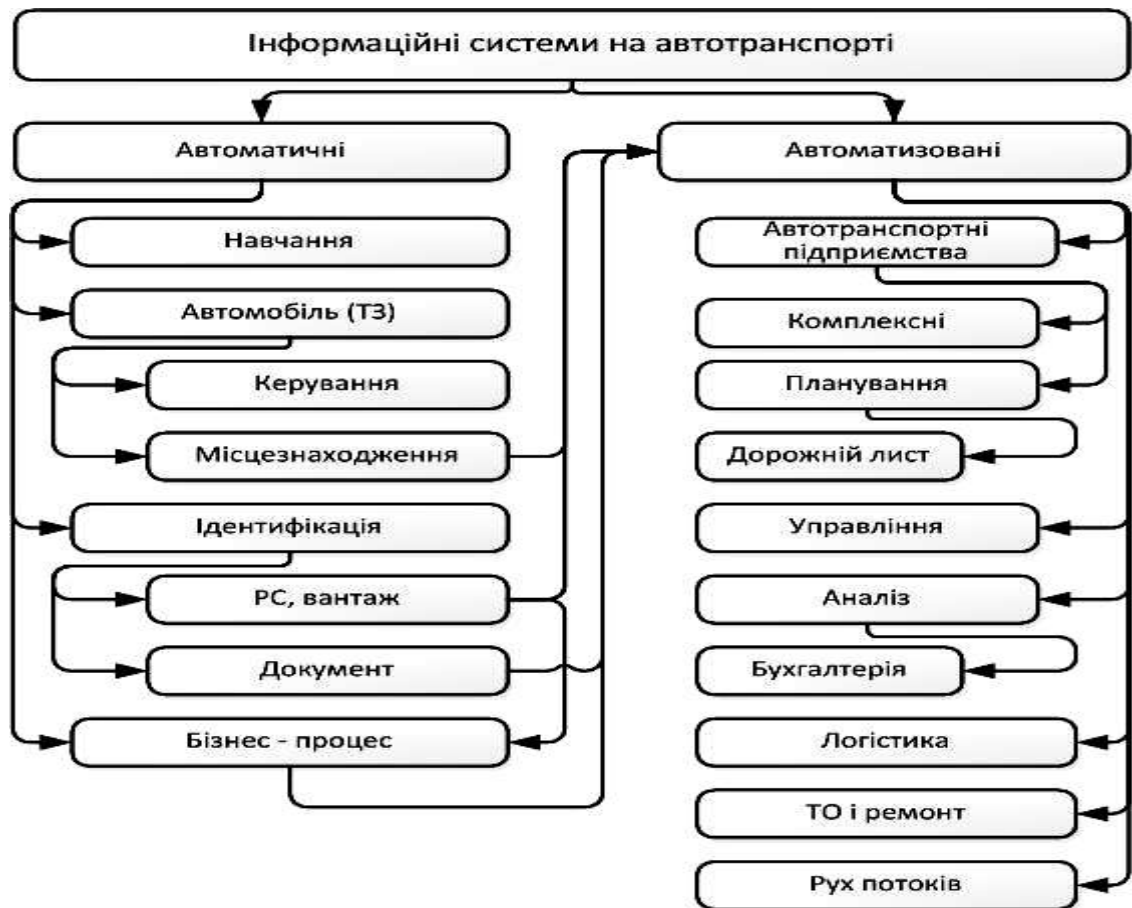


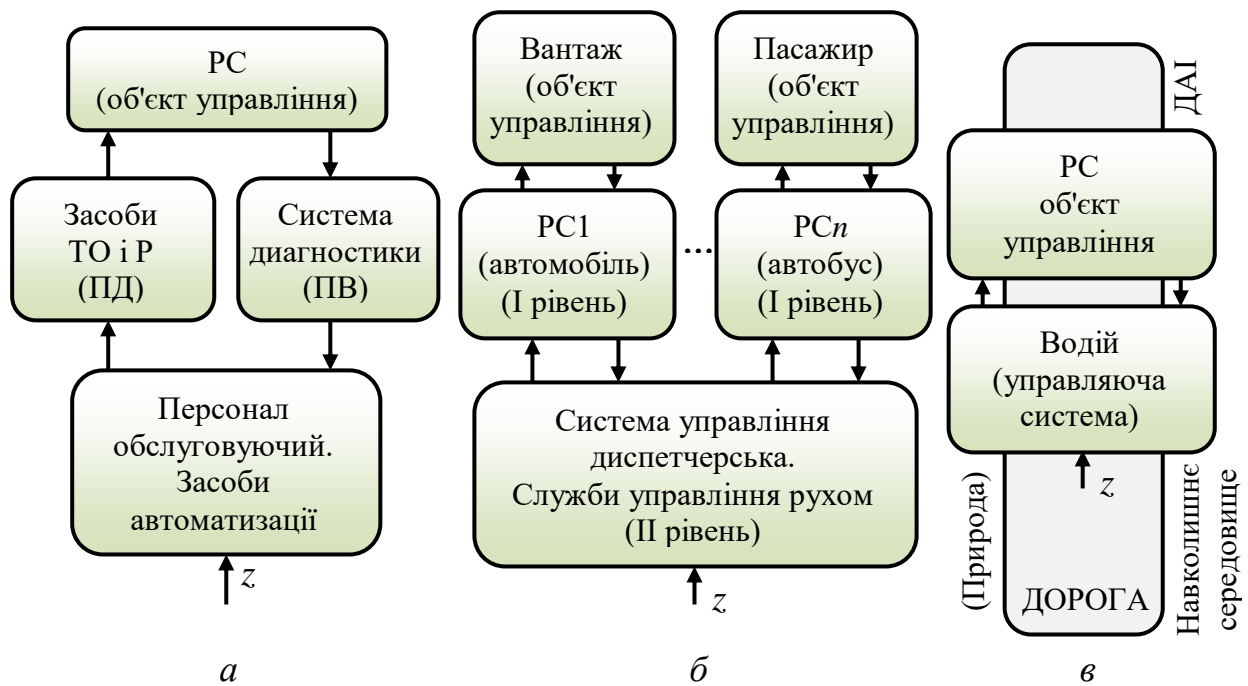
Рисунок 1.4 - Класифікація ІС на АТ

РС в ІСУ виступає в різних якостях на різних етапах матеріального виробництва. Так, на етапі проектування РС, його системи і агрегати - це технічні об'єкти управління, на етапі виробництва - технологічні та виробничі об'єкти управління, а на етапі експлуатації: при ТО і Р - технологічні об'єкти управління; при організації перевізного процесу - елементи транспортної системи (рис. 1.5).

Структурна схема системи управління при технічній експлуатації РС представлена на рис. 1.5, а. Тут мета управління полягає в підтримці технічних показників РС в межах, заданих технічними умовами.

Передовими інформаційними технологіями для АТЗК є, перш за все, *CASE*-технології, а також стратегія *CALS*.

Термін *CASE* (Computer Aided Software Engineering) використовується в даний час в досить широкому сенсі. Первісне значення терміна *CASE* було обмежено лише питаннями автоматизації розробки ПЗ. В даний час термін набув нового змісту, що охоплює процес розробки складних ІС в цілому. Тепер поняття *CASE*-засобу включає: програмні засоби, що підтримують процеси створення і супроводу ІС, включаючи аналіз і формулювання вимог, проектування прикладного ПЗ (додатків) і БД, генерацію коду, тестування, документування, забезпечення якості, конфігураційне управління і управління проектом, а також інші процеси.



a - управління ТЕА; *б* - управління перевізним процесом; *в* - управління РС в процесі руху, де: Z - мета управління

Рисунок 1.5 - Схеми структурні управління в системі АТ

Новим прийомом 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 життєвого циклу (ЖЦ) РС, по-друге систем його технічного контролю (контролю і діагностики стану РС).

Однак, в ході практичного застосування таких рішень, зустрічаються суттєві інформаційно-технологічні труднощі. Труднощі перша - це закритість для фахівців ТЕА більшості інформаційних процесів, що здійснюються бортовими комп'ютерами РС, що обумовлено часткової (що вкрай рідко) або повної «недоступністю» фахівців ТЕА і, перш за все, вільних механіків до даної інформації. Причина «недоступності» - інтереси, як розробників так і виробників РС.

Труднощі друга - це сучасні системи автоматичного управління (САУ) робочими процесами вузлів і агрегатів РС, мають вбудовані системи контролю і діагностики, і сучасні системи організаційно-функціональної підтримки процесів експлуатації РС зі своїми індивідуальними системами оперативного технічного контролю стану РС, які розробляються автономно.

Однак, поява на транспорті, наприклад, в авіації «систем з повною відповідальністю», типу *FADEC* (Full Authority Digital Electronic Control system), дозволяє нейтралізувати труднощі. Сьогодні це електронні САУ, які досить поширені в авіації, де електроніка здійснює управління двигуном на всіх етапах і режимах польоту.

Концепція *FADEC* спрямована на створення єдиної структури з бортових систем управління робочими процесами вузлів і агрегатів, систем контролю і діагностики, систем організаційно-функціональної підтримки процесів

експлуатації РС, що дозволяє формувати інформаційні системи організаційно-функціональної підтримки (збору, аналізу та управління потоками інформації) процесів експлуатації, тобто дозволяє реалізувати на практиці **ІПВ / CALS / PLM**-технології.

ІПВ / CALS / PLM-технології, тобто інформаційна підтримка поставок і ЖЦ продукції (або виробів) - це сучасний підхід до проектування, виробництва і експлуатації високотехнологічної та наукомісткої продукції, що полягає у використанні комп'ютерної техніки і сучасних інформаційних технологій на всіх стадіях життєвого циклу (**ЖЦ**) виробів.

У сфері транспортних компаній АТЗК інтегроване інформаційне середовище **ІПВ / CALS / PLM**-технологій тільки впроваджується. Сьогодні це, лише сукупність мережевих електронних інформаційних систем у вигляді розподілених сховищ, які є гетерогенним, так як використовують в своєму складі різні:

- види обчислювальної техніки для зберігання та обробки інформації;
- формати представлення даних;
- системи інтерпретації та обробки і ін.

В цілому, це сховище даних (СД), в яких діють стандартні правила обробки, зберігання, оновлення, пошуку і передачі інформації, через які здійснюється «безпаперове» інформаційну взаємодію між усіма етапами ЖЦ як РС, так і його САУ контролю і діагностики.

Прикладом може бути програма *Torque*, як основа «автомобільної» концепція *FADEC*, що представляє собою перший крок до системи *FRACAS* і, відповідно **ІПВ / CALS / PLM**-технологій, які призначені для отримання і відображення діагностичної інформації бортової системи самодіагностики. 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 (ЕБУ), автоматично відправляти значення величин параметрів, що контролюються датчиком (логи) , в інтегроване електронне інформаційне метастранство, 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:

- **GPS-Trace Orange**, що надає на базі комерційної системи моніторингу транспорту «Wialon» послуги супутникового спостереження і контролю через Web-інтерфейс за РС, оснащеним трекером або будь-якими іншими комунікаторами з модулем GSM;

- **M2M** (машинно-машинне 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 (smart devices), що представляють собою електронні машини, здатні взаємодіяти між собою;

– **СКВП** (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 задачі;

- **Dynafleet®**, що є шведської транспортно-інформаційною системою або єдиним телематичним продуктом для тягачів (наприклад, автомобіль Scania), яка працює 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 РС. Під одним з таких принципів розуміється адаптивна система підтримки технічного стану РС, ключовим моментом якої є розробка інформаційно-комунікаційної системи і бази прогнозних моделей, що забезпечують шляхом моніторингу дистанційне отримання необхідної поточної інформації від РС і її обробку, а також вироблення коригувальних впливів при його ТО і Р

Контрольні запитання

1. Сучасний стан автомобільного транспорту?
2. Які основні системні проблеми є на АТ на сучасному етапі?
3. На базі якого нормативного документа здійснюється ТО і Р РС АТ?
4. Що є базовими принципами адаптивної системи ТО і Р автомобілів?
5. Яка основна особливість сучасної системи ТЕА на АТЗК?
6. Які три групи способів ТЕА діють для сучасних структур АТЗК і МПАТ?
7. Які можливості і переваги **ІІВ** / **CALS** / **PLM**-технологій при підтримки життєвого циклу ТЗ?
8. Які традиційні стратегії і тактики використовуються для забезпечення працездатності автомобілів?
9. Які особливості має система ОР-Д-УН при підтримки працездатності автомобілів?
11. Які вади має діюча система профілактичного ТО і Р автомобілів?
12. Що є метою діагностування автомобілів в експлуатації?
13. Що дають інформаційні системи організаційно-функціональної підтримки процесів експлуатації РС?

Тема 2. Дослідження основних компонентів і процесів формування складових інформаційної системи моніторингу транспортних засобів

1. Загальна класифікація систем автоматизації та інформаційної побудови автомобілів.
2. Тенденції розвитку систем моніторингу технічного стану автомобілів.
3. Сучасні методи контролю технічного стану автомобілів та основні види систем моніторингу.
4. Системи визначення технічного стану автомобіля.
5. Огляд систем визначення кліматичних, транспортних, дорожніх умов і систем визначення місця розташування транспортного засобу.

1. Загальна класифікація систем автоматизації та інформаційної побудови автомобілів

Інтелектуальні транспортні системи (*ITS*) все частіше розглядаються як одна зі складових частин рішення поточних і майбутніх проблем у галузі транспорту. Вони стають широко визнаним інструментом для досягнення ефективної, безпечної і всебічної стійкої мобільності і в той же час для сприяння поліпшенню якості життя. Ще в 2003 році Комітет з внутрішнього транспорту (КВТ) ЄЕК ООН визначив використання телематики і інтелектуальних транспортних систем *ITS*. (транспортні засоби, інфраструктура) як питання, вирішення якого може стати найважливішим завданням на майбутнє або, можливо, змінити напрямок його роботи. Цей висновок привів до організації в 2004 році під егідою Всесвітнього форуму для узгодження правил в галузі транспортних засобів (ТЗ) «круглого столу» з *ITS*, який зробив свій внесок у підготовку стратегії ЄЕК ООН з розробки нормативної основи і практичного впровадження *ITS*.

Починаючи з 80-х років ХХ століття США, країни Європи та Азіатсько-Тихоокеанського регіону цілеспрямовано і систематично просувають *ITS* в якості центральної теми в здійсненні транспортної політики. Реалізація *ITS* в глобальному масштабі стала можливою тільки в умовах насиченого комунікаційного простору, коли немає проблем з передачею значних обсягів цифрової інформації в реальному часі в будь-якій точці транспортної мережі. Згідно з «Концепцією створення *ITS* на автомобільних дорогах федерального значення» в її складі виділяють такі підсистеми (рис. 2.1). *ITS* вважають одним з ключових чинників підтримки ролі транспортного сектора, в тому числі в досягненні цілей сталого розвитку (ЦСР) – адаптації до кліматичних змін і пом'якшення їх наслідків. У цьому документі чітко визнається незамінна роль *ITS* в тому, що стосується внеску транспортних систем у процес досягнення показників ЦСР, зокрема в боротьбу зі зміною клімату, і говорить наступне:

- *ITS* можуть сприяти скороченню викидів CO_2 і рівня забруднення повітря в містах завдяки тому, що вони оптимізують управління мережами і стимулюють еководіння та більш часте використання громадського транспорту й видів транспорту з більш низькими викидами вуглецю замість особистих автомобілів;

- у рамках комплексного підходу, необхідного для скорочення викидів CO_2 , *ITS* дозволяють зібрати воедино службові ланки: підключення до мережі і автономні ТЗ; супутникові додатки для транспорту; електромобілі; управління паркувальними об'єктами; міську логістику і управління транспортними потоками на основі екологічних критеріїв.



Рисунок 2.1 - Підсистеми у складі *ITS*

Сучасні бортові системи моніторингу параметрів технічного стану в умовах *ITS* дозволяють здійснювати ідентифікацію ТЗ, безперервне автоматичне вимірювання параметрів, що характери-зують стан ТЗ, діагностування, а саме – контроль справності ТЗ і його складових елементів, розпізнавання і запобігання розвитку відмов у його роботі і в кінцевому рахунку забезпечення функціонування системи ТО і Р ТЗ за технічним станом. Означені системи являють собою складний комплекс бортових і стаціонарних технічних і програмних засобів.

Для проведення дистанційного моніторингу параметрів технічного стану, діагностування і визначення кодів несправності ТЗ у комплексі обладнання

повинні бути об'єднані навігаційно-зв'язкові і діагностичні блоки, які технологічно пов'язані з розгалуженою мережею штатних і додаткових датчиків контролю технічного стану окремих вузлів і систем ТЗ. При цьому взаємодія бортового комплексу моніторингу технічного стану ТЗ і діагностування повинна здійснюватись в рамках єдиної ідеології мобільної інформаційно-діагностичної системи ТЗ.

Діюча на сьогоднішній день планово-попереджувальна система ТО і Р автомобілів повинна забезпечувати попередження виникнення відмов або їх усунення в разі необхідності (рис. 2.2)..

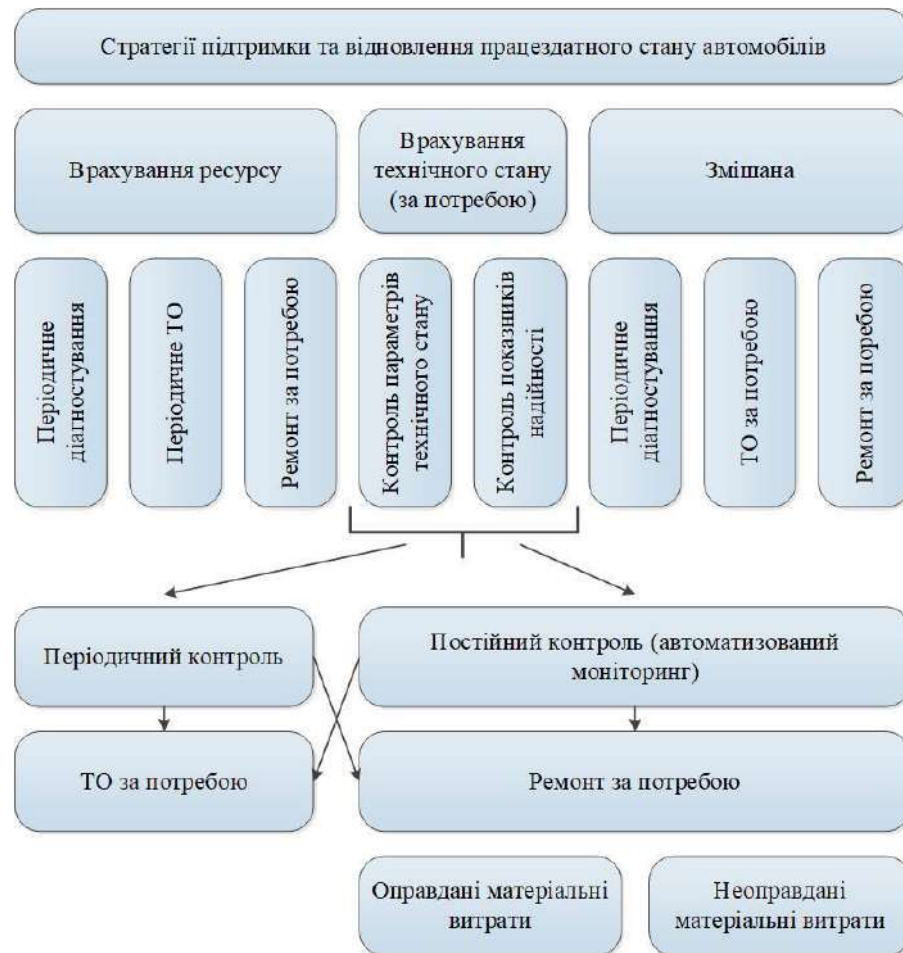


Рисунок 2.2 - Стратегії підтримки і відновлення працездатного стану автомобілів

Одним з подальших напрямків розвитку і вдосконалення *ITS* може стати впровадження у склад їх сервісу дистанційного контролю параметрів технічних систем ТЗ (рис. 2.3), який є одним з напрямків автомобільної телематики, поряд з системами навігації, системами контролю трафіку, системами комунікації автомобілів один з одним і інформаційно-командними системами управління.

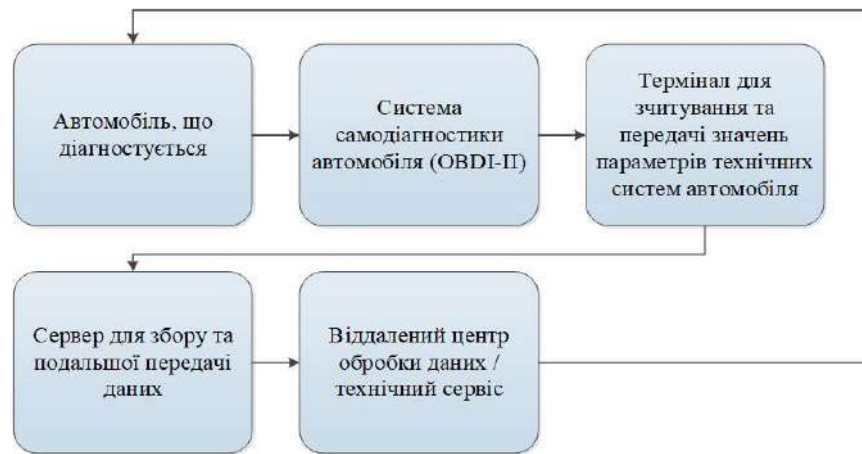


Рисунок 2.3 - Схема взаємодії елементів сервісу віддаленого контролю параметрів технічних систем ТЗ

Основним елементом даного сервісу є вбудована діагностична система (**On-Board Diagnostics, OBD**), що являє собою сукупність електронних блоків управління, датчиків і виконавчих пристроїв, підключення до автомобільної шини даних. **OBD** здійснює моніторинг трансмісії, ходової частини та інших важливих вузлів автомобіля, а також контролює рівень викиду CO_2 і димність.

2. Тенденції розвитку систем моніторингу технічного стану автомобілів

Під **системою моніторингу мобільних об'єктів** пропонують розуміти систему, яка отримує, зберігає та обробляє дані про місцезоположення мобільного об'єкта. Такі системи можна класифікувати (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 - Класифікація систем моніторингу мобільних об'єктів

Системи моніторингу виконують такі функції, як контроль над цільовим використанням транспорту; контроль дотримання графіка (маршруту) руху; збір статистики і оптимізація маршрутів; забезпечення безпеки; допомога користувачеві у виборі маршруту (в тому числі з урахуванням дорожньої ситуації); контроль дотримання правил дорожнього руху (наприклад, intelligent speed adaptation systems); інші «інтелектуальні» функції (прогноз маршруту руху, різні види аналізу накопичених даних і т. інш.).

Найбільш близькою сферою поєднання діагностування і моніторингу в системах транспорту можна назвати диспетчерське управління. Згадка моніторингу на транспорті найчастіше пов'язана з розвитком навігаційних систем і використанням *GPS*-пристроїв.

Принципову відмінність в блоках моніторингу і діагностування пропонується виділити у реалізації принципу «чорного ящика» і принципу моделювання. Реалізуючи функцію спостереження, моніторинг повинен акумулювати всі дані про об'єкт управління, як об'єкт з відомими характеристиками. Діагностичний блок має справу з відхиленнями у функціонуванні об'єкта управління. У таких ситуаціях слід використовувати принципи «чорного ящика» і моделювання (рис. 2.5).

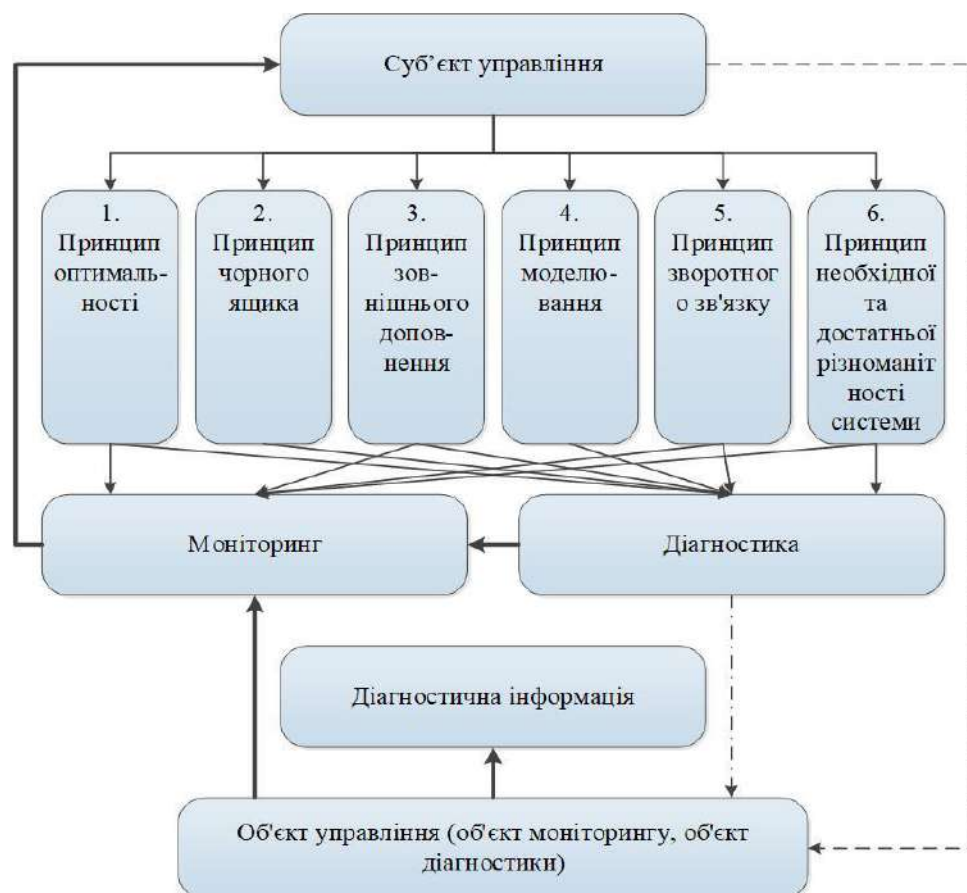


Рисунок 2.5 - Загальна схема реалізації моніторингу і діагностування в системах транспорту

У реалізації діагностичного блоку можна виділити дві принципові схеми:

- «моніторинг – діагностична інформація – діагностування – моніторинг». Реалізується в разі виникнення відхилень у функціонуванні об'єкта управління, коли не потрібні додаткові дії на об'єкт з метою отримання додаткової інформації;

- «моніторинг – діагностична інформація – діагностування – об'єкт управління (об'єкт діагностики) – діагностична інформація – діагностика – моніторинг». Ситуація, в якій необхідні додаткові дії з метою отримання інформації.

Моніторинг параметрів технічного стану і робочих процесів автомобіля являє собою контроль над зміною основних параметрів вузлів, агрегатів і систем автомобіля, а також їх фіксацію й дистанційне одержання необхідних параметрів для організації роботи систем. Безперервний моніторинг параметрів технічного стану сучасного автомобіля при його експлуатації забезпечують різні електронні системи керування робочими процесами вузлів і агрегатів. Вони виконують функцію власного діагностування (самодіагностування) і діагностування керованих ними процесів та інформують водія, механіка, диспетчерську службу про відхилення, які виникли, значень контрольованих величин параметрів керованих процесів.

3. Сучасні методи контролю технічного стану автомобілів та основні види систем моніторингу

Автоматизована система диспетчеризації і моніторингу (АСДМ) транспортних засобів дозволяє:

- оперативно і швидко знаходити ТЗ та контролювати маршрут їх переміщень при використанні динамічної карти;

- припинити нецільове використання вантажу або транспорту, витратного матеріалу (а саме – знизити витрату палива, контролювати реальний пробіг, час простою і швидкість руху автомобіля);

- контролювати стан встановлених датчиків;

- забезпечити схоронність перевезених вантажів;

- підвищити загальну безпеку ТЗ.

Слід враховувати, що важливою частиною моніторингу технічного стану можна вважати екологічний моніторинг транспорту. Системи моніторингу доцільно використовувати для оцінки впливу режимів роботи двигуна на ресурс моторного мастила.

Віддалений контроль параметрів технічних систем ТЗ може сприяти зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню рівня безпеки водія, пасажирів і пішоходів, забезпечуючи підтримку автотранспорту в справному технічному стані і сповіщаючи про екстрену ситуацію. Наприклад, контроль поточних параметрів роботи систем активної безпеки автомобіля (ABS / ESP) забезпечить можливість попередження екстрених ситуацій на конкретній ділянці дороги, особливо в мінливих погодних умовах, за рахунок своєчасного оповіщення учасників руху, оснований на динамічному контролі параметрів систем ESP ТЗ, які раніше подолали потенційно-небезпечну ділянку. Іншим прикладом є системи моніторингу тиску в шинах. Правильний тиск у шинах важливий для ефективного

функціонування і безпеки автомобіля, оскільки це покращує економію палива, збільшує термін служби шин і знижує гальмівний шлях. Дистанційний моніторинг тиску в шинах для великих ПАТ, таких як таксі, прокат автомобілів, сприяє зниженню витрат на паливо і технічне обслуговування, а також підвищує рівень безпеки.

4. Системи визначення технічного стану автомобіля

Для визначення технічного стану автомобіля останнім часом набули широкого розповсюдження системи технічного діагностування.

Засоби технічного діагностування (ЗТД) являють собою технічні пристрої, призначені для вимірювання поточних значень діагностичних параметрів. Вони включають різні комбінації таких основних елементів:

- пристрої, які задають тестовий режим;
- датчики, що приймають діагностичні параметри і перетворюють їх у сигнал, зручний для обробки або безпосереднього використання;
- вимірювальний пристрій і пристрій відображення результатів (стрілочних приладів, цифрова індикація, екран осцилографа).

ЗТД може включати: пристрої автоматизації задачі та підтримання тестового режиму, вимірювання параметрів та автоматизованого логічного пристрою, що здійснює постановку діагнозу.

Результати діагнозу можуть автоматично заноситися в запам'ятовуючий пристрій для зберігання або подальшого передавання в орган управління.

Засоби технічного діагностування можна розділити на три види за їх взаємодією з об'єктом діагностування (автомобілем): зовнішні, вбудовані (бортові) і ті, що встановлюються на автомобіль (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 - Класифікація засобів технічного діагностування автомобіля

Зовнішні ЗТД, тобто ті, що не входять у конструкцію автомобіля, залежно від їх будови і технологічного призначення можуть бути стаціонарними або переносними. *Стаціонарні стенди* встановлюються на фундаменти, як правило, в спеціальних приміщеннях, обладнаних відсмоктуванням відпрацьованих газів, вентиляцією, шумоізоляцією. *Переносні прилади* використовуються як в комплексі зі стаціонарними стендами, так і окремо для локалізації та уточнення несправностей на спеціалізованих дільницях і постах ТО і ремонту. Зовнішні ЗТД забезпечують отримання та обробку інформації про технічний стан автомобілів і рівні їх експлуатаційних властивостей, необхідних для управління виробництвом ТО і Р.

Вбудовані (бортові) ЗТД включають: датчики, пристрої вимірювання, мікропроцесори і пристрої відображення діагностичної інформації, які входять до конструкції автомобіля. Найпростіші вбудовані ЗТД реалізуються у вигляді традиційних приладів на панелі (щитку) перед водієм, номенклатура яких постійно розширюється за рахунок введення нових ЗТД, особливо електронних, що забезпечують контроль стану елементів конструкції автомобілів, які стають більш складними з кожним роком.

ЗТД, що встановлюються, відрізняються від вбудованих конструктивним виконанням засобів обробки, зберігання і видачі інформації. Ці елементи виконуються у вигляді блоку, який встановлюється на автомобіль періодично перед виходом його на лінію і знімається в кінці зміни після повернення автомобіля в парк. Оскільки планові і заявочні діагностування автомобіля проводяться відносно рідко, це дозволяє мати значно меншу кількість ЗТД, що встановлюються порівняно з вбудованими ЗТД і, тим самим, обійти економічні обмеження.

Виробники ТЗ і розробники систем моніторингу у технічній експлуатації ТЗ для організації діагностування технічного стану, сервісу, керування працездатністю ТЗ різних виробників за різним призначенням реалізують системи комунікацій між ТЗ і віддаленим комп'ютером. Розглянемо деякі з цих систем.

Система **Caretrack** дозволяє здійснювати моніторинг, контроль і керування транспортними засобами, які пересуваються на всій території, де є мобільний зв'язок GPRS/GSM. Ця система і більшість інших, менш розповсюджених, мають розвинений інтерфейс і дозволяють працювати з досить великими й складними мережами. Недоліком їх є відсутність оцінки спектра сучасних умов експлуатації транспорту і оцінки екологічного навантаження на дорожнє середовище, що згідно з теоретичними положеннями ТЕА є неприпустимим в організації й керуванні працездатністю ТЗ і забезпеченні його надійності, обмеженість використання їх тільки для окремого виду транспорту – РС залізниць і неможливість використання її на колісному наземному транспорті, обмеженість функціональних можливостей складових компонентів, детермінована математична модель визначення працездатності ТЗ і неможливість раціонального управління експлуатацією ТЗ з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі.

Система моніторингу машин **Caterpillar** у своїй роботі використовує пристрої Product Link, які забезпечують двосторонній обмін інформацією між

вбудованими системами спеціальної дорожньої дорожньої техніки (СДТ) або ТЗ і комп'ютером власника СДТ (ТЗ) через інтернет-портал Dealer Storefront. Повідомлення надходять від СДТ через супутники зв'язку в центр керування OrbComm (супутниковий сервіс-провайдер, що володіє мережею з 33 супутників), звідки поставляються в штаб **Caterpillar** і згодом використовуються для відновлення файлів використання СДТ на серверах бази даних дилера й клієнта. Власники СДТ, які встановили засоби Product Link (модулі PL-121SR і PL-321SR), можуть вибрати такі варіанти додатка Equipment Manager: спостереження за використанням СДТ (опція Asset Watch) – визначення місця її розташування, тривалості її роботи, одержання сигналів про порушення встановлених обмежень за часом роботи й місцем розташування; спостереження за обслуговуванням (опція Maintenance Watch). Відомі закордонні системи **Caretrack** (Швеція, Volvo Construction Equipment) і **ruDi** (Німеччина) дозволяють здійснювати моніторинг, контроль і керування ТЗ, які пересуваються на всій території, де є мобільний зв'язок GPRS/GSM. Всі вище названі системи і більшість інших, менш розповсюджених, мають розвинений інтерфейс і дозволяють працювати з досить великими й складними мережами. Недоліком - є відсутність оцінки спектра сучасних умов експлуатації транспорту і оцінки екологічного навантаження на дорожнє середовище, що згідно з теоретичними положеннями ТЕА є неприпустимим в організації й керуванні працездатністю ТЗ і забезпеченні його надійності, обмеженість використання їх тільки для окремого виду транспорту – РС залізниць і неможливість використання її на колісному наземному транспорті, обмеженість функціональних можливостей складових компонентів, детермінована математична модель визначення працездатності ТЗ і неможливість раціонального управління експлуатацією ТЗ з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі.

Система **GM OnStar** створена в 1997 р., як опція для автомобілів **Cadillac**, з метою забезпечення безпеки автомобілів GM і інформаційного обслуговування водіїв. Вона поєднує стільниковий зв'язок, дорожню допомогу, надзвичайне обслуговування й просту дистанційну діагностику, основу на DTCs. У цілому, система **OnStar** забезпечує власникові машини досить повний сервіс, який включає: функції дистанційної діагностики; виклик при необхідності (наприклад, при спрацьовуванні подушки безпеки або в інших критичних ситуаціях) найближчих аварійних служб (швидкої медичної допомоги, поліції, пожежних тощо) або постачальника сервісу **GM**; консультації водія при незначному ДТП, наприклад з питань реєстрації подій для прискорення розгляду страхової заяви; допомога в пошуку викраденого автомобіля; допомога в пошуку оптимального маршруту руху; інші послуги технічного й інформаційного характеру. Дистанційна діагностика (функція **GM Goodwrench Remote Diagnostic**), будучи частиною системи **OnStar**, у змозі опитати більше 400 кодів несправностей (помилки) двигуна автомобіля, трансмісії, гальмівної системи, подушок безпеки тощо. Власнику ТЗ, зареєстрованому в **OnStar Business Vehicle Manager**, автоматично за електронною поштою надсилається звіт про виконаний пробіг і залишковий ресурс оливи в системі мащення двигуна. У звіт можуть включатися також дані про роботу двигуна, подушок безпеки, гальм, електросистем,

планування й ведення графіка планових обслуговувань і ремонтів, планування й замовлення необхідних запчастин тощо; спостереження за технічним станом СДТ (опція Health Watch), передача діагностичних кодів та інформації про використання палива, виконання процедур пошуку несправностей тощо. Додаток EquipmentManager забезпечує чотири звіти про розташування СДТ і один звіт про параметри стану СДТ за добу, а також можливість одержувати додаткові повідомлення, наприклад інформацію про СДТ, проводити розширений пошук, наприклад, усіх СДТ у радіусі 100 миль, для яких необхідно виконати планове ТО на наступному тижні. Подібні системи моніторингу застосовують й інші виготовлювачі ТЗ і СДТ, наприклад **John Deere, Volvo** тощо.

У схемне рішення інтегрованої ДЛН-системи (США) входять такі елементи: бездротовий зв'язок, уповноважений користувач сервіс-центра, сервіс-центр дистанційного діагностування, центр обслуговування і ремонту, виробник автомобіля, мобільний надзвичайний сервіс. Крім зазначених блоків, логічна структура системи включає такі елементи, як спеціальні протиаварійні процедури, порятунок після аварії, лікарні й системи контролю здоров'я водія, поліцейський департамент, служби моніторингу нещасних випадків тощо. ТЗ обладнується телематичними пристроями, які забезпечують зчитування кодів несправностей і даних від датчиків, пов'язаних з ТО і Р. Бортові модулі діагностики несправностей і програм обслуговування автомобіля можуть або працювати автономно, або взаємодіяти з віддаленим ДЛН-сервіс-центром (Remote Diagnosis and Maintenance Center) для передачі кодів помилок і відповідної інформації з датчиків. Комунікації між ТЗ і структурними елементами системи моніторингу здійснюються через двосторонні модулі зв'язку. Лінії зв'язку між ТЗ і сервіс-центром (або уповноваженим радником) забезпечують доступ до електронного блоку керування ECU ТЗ і можливість зчитувати параметри роботи та коди помилок для аналізу. Голосові лінії комунікації з оператором ТЗ використовуються в екстрених випадках. Засоби, встановлені в ДЛН-сервіс-центрі, взаємодіють із телематичними модулями ТЗ. Радник сервіс-центру може управляти будь-якими модулями ТЗ у реальному часі, включаючи дистанційний контроль показів датчиків системи пошуку несправностей. Він вживає заходів щодо організації обслуговування або ремонту й повідомляє водія про серйозність несправностей. Інформація базується на ідентифікаційному номері ТЗ (VIN-код). Базова інформація, яка включає попередні записи й звіти про сервіс ТЗ, відомості про звички водія (оператора) і покази датчиків (температура й тиск рідин, тиск у шинах, напруга акумулятора тощо), використовується при побудові стратегії обслуговування для даного ТЗ. Інші елементи системи також мають доступ до інформації сервіс-центру, наприклад служби, що здійснюють контроль аварійності, стану здоров'я водія тощо. Дані від виробника ТЗ одержують при необхідності додаткового діагностування несправності й аналізу її наслідків. Сервіс-центр, у свою чергу, може забезпечувати заводи-виробники інформацією про несправності. У зв'язку з тим, що необхідні ТО і Р повинні встановлюватись від імені власника ТЗ, то сервіс-центр координує свою роботу через надзвичайного посередника з уповноваженим радником, який керує програмою обслуговування й відповідає за взаємодію з водієм.

Інтегрована система **MRLN** (США) використовується для військових ТЗ, наприклад система дистанційної мережевої логістики **MRLN** випробовувалася в 2005 р. у реальних умовах поліцейський департамент, служби моніторингу нещасних випадків тощо. ТЗ обладнується телематичними пристроями, які забезпечують зчитування кодів несправностей і даних від датчиків, пов'язаних з ТО і Р. Бортові модулі діагностування несправностей і програм обслуговування автомобіля можуть або працювати автономно, або взаємодіяти з віддаленим ДЛН-сервіс-центром (Remote Diagnosis and Maintenance Center) для передачі кодів помилок і відповідної інформації з датчиків. Комунікації між ТЗ і структурними елементами системи моніторингу здійснюються через двосторонні модулі зв'язку. Лінії зв'язку між ТЗ і сервіс-центром забезпечують доступ до електронного блоку керування ECU ТЗ і можливість зчитувати параметри роботи та коди помилок для аналізу. Голосові лінії комунікації з оператором ТЗ використовуються в екстрених випадках. Засоби, встановлені в ДЛН-сервіс-центрі, взаємодіють із телематичними модулями ТЗ. Радник сервіс-центру може управляти будь-якими модулями ТЗ у реальному часі, включаючи дистанційний контроль показів датчиків системи пошуку несправностей. Він вживає заходів щодо організації обслуговування або ремонту і повідомляє водія про серйозність несправностей. Інформація базується на ідентифікаційному номері ТЗ (VIN-код). Базова інформація, яка включає попередні записи й звіти про сервіс ТЗ, відомості про звички водія (оператора) і покази датчиків (температура і тиск рідин, тиск у шинах, напруга акумулятора тощо), використовується при побудові стратегії обслуговування для даного ТЗ. Інші елементи системи також мають доступ до інформації сервіс-центру, наприклад служби, що здійснюють контроль аварійності, стану здоров'я водія тощо. Дані від виробника ТЗ одержують при необхідності додаткового діагностування несправності і аналізу її наслідків. Сервіс-центр, у свою чергу, може забезпечувати заводи-виробники інформацією про несправності. У зв'язку з тим, що необхідні ТО і Р повинні встановлюватись від імені власника ТЗ, то сервіс-центр координує свою роботу через надзвичайного посередника з уповноваженим радником, який керує програмою обслуговування й відповідає за взаємодію з водієм.

Інтегрована система **MRLN** (США) використовується для військових ТЗ, наприклад система дистанційної мережевої логістики **MRLN** випробовувалася в 2005 р. у реальних умовах експлуатації для колісних транспортерів Stryker сухопутних військ США. **MRLN** використовує можливості інтерактивних електронних технічних керівництв **IETM** (Interactive Electronic Technical Manuals) і електронної експлуатаційної системи **EMS** (Electronic Maintenance System), які прийняті в збройних силах США. Це дозволяє дистанційно зв'язуватись з модулями електронного керування і вбудованими датчиками ТЗ. Центральний експлуатаційний комп'ютер містить те ж **IETM**, що і вбудоване на ТЗ, завдяки чому необхідна лише передача даних синхронізації між двома **IETM**. Це знижує вимоги до пропускну здатності комунікацій. **MRLN** передбачає також виконання логістичних функцій – автоматичного замовлення необхідних запчастин й інших ресурсів, необхідних для виконання завдання, поставленого перед ТЗ. Процес

функціонування **MRLN** (на прикладі експлуатації колісних транспортерів збройних сил США) включає наступне:

- □ програмне забезпечення збирає дані від модулів електронного керування і вбудованих датчиків під час роботи ТЗ;

- □ дані з ТЗ передаються через супутниковий зв'язок на центральну станцію керування обслуговуванням. Програмне забезпечення дозволяє водію (оператору) ТЗ і ремонтним службам забезпечувати одночасно спостереження за інформацією на екранах своїх комп'ютерів. Можлива і поетапна передача даних. У цьому випадку дані з датчиків (встановлених на контрольованих машинах) передаються за допомогою бездротової мережі на місцеві (локальні) комп'ютери, наприклад місцевих пунктів керування, складів або пересувних засобів, які доставляють запасні частини. Потім ці дані передаються за допомогою супутникових каналів зв'язку в центральний орган керування;

- □ у центрі обслуговування на піктограмах відображається експлуатаційний статус усіх контрольованих ТЗ. Персонал центру обслуговування, використовуючи **MRLN**, у режимі реального часу контролює покази датчиків для всього парку ТЗ. Так, центр обслуговування може виявляти невідповідності нормам на окремому ТЗ, одержуючи також інформацію для логістики й локалізації несправностей. При виявленні несправності вище командування негайно повідомляється про необхідність ухвалення рішення: продовжити виконання завдання або залучити ремонтний експлуатації для колісних транспортерів **Stryker** сухопутних військ США. **MRLN** використовує можливості інтерактивних електронних технічних керівництв **IETM** (Interactive Electronic Technical Manuals) і електронної експлуатаційної системи **EMS** (Electronic Maintenance System), які прийняті в збройних силах США. Це дозволяє дистанційно зв'язуватись з модулями електронного керування й вбудованими датчиками ТЗ. Центральний експлуатаційний комп'ютер містить те ж **IETM**, що і вбудоване на ТЗ, завдяки чому необхідна лише передача даних синхронізації між двома **IETM**. Це знижує вимоги до пропускнув здатності комунікацій. **MRLN** передбачає також виконання логістичних функцій – автоматичного замовлення необхідних запчастин і інших ресурсів, необхідних для виконання завдання, поставленого перед ТЗ. Процес функціонування **MRLN** (на прикладі експлуатації колісних транспортерів збройних сил США) включає наступне:

- □ програмне забезпечення збирає дані від модулів електронного керування і вбудованих датчиків під час роботи ТЗ;

- □ дані з ТЗ передаються через супутниковий зв'язок на центральну станцію керування обслуговуванням. Програмне забезпечення дозволяє водію (оператору) ТЗ і ремонтним службам забезпечувати одночасно спостереження за інформацією на екранах своїх комп'ютерів.

- □ у центрі обслуговування на піктограмах відображається експлуатаційний статус усіх контрольованих ТЗ. Персонал центру обслуговування, використовуючи **MRLN**, у режимі реального часу контролює покази датчиків для всього парку ТЗ. Так, центр обслуговування може виявляти невідповідності нормам на окремому ТЗ, одержуючи також інформацію для логістики й локалізації несправностей. При виявленні несправності вище командування

негайно повідомляється про необхідність ухвалення рішення: продовжити виконання завдання або залучити ремонтний персонал для усунення несправності і виконати автоматичне замовлення запасних частин;

- □ при виявленні проблеми в окремої машини технік центру обслуговування може дистанційно, використовуючи бортову ІЕТМ, через супутниковий зв'язок, провести пошук несправності з метою локалізації ушкодження;

- □ механік визначає запчастини, інструмент і устаткування, які необхідні для ремонту в польових умовах до безпосередньої відмови ТЗ. **MRLN** забезпечує автоматичне замовлення необхідних ресурсів для своєчасного комплектування запчастин, інструментів і персоналу, підготовленого для виконання специфічного завдання обслуговування;

- □ при виділенні якого-небудь ТЗ для бойового завдання здійснюється його дистанційна діагностика, визначаються потреби в паливі й інших поповнюваних запасах, а також місце розташування даного ТЗ.

Результати випробувань даного проекту показали, що автоматизація процесу експлуатації за допомогою **MRLN** здатна підвищити ефективність використання ТЗ, тому що підвищується рівень працездатності парку машин, оскільки підтримується прогнозує ТО на основі стану ТЗ; контроль у реальному часі стану ТЗ запобігає катастрофічним і дорогим відмовам, у результаті негайного виявлення критичних ознак; забезпечуються більш ефективна експлуатаційна підтримка ТЗ і попереджуюча логістика; долається дефіцит кваліфікованих механіків і експертів, оскільки в центрі керування зосереджуються механіки, досвідчені в необхідних областях обслуговування машини.

Незважаючи на стрімке поширення телематичних продуктів і сервісів, ряд факторів обмежує проникнення на ринок інтегрованих ДЛН-систем і систем моніторингу стану ТЗ. Серед них недостатнє розуміння можливостей ДЛН власниками ТЗ і керівництвом підприємств ТО і Р позначається на розробці програм сервісу. При цьому користувачі ТЗ краще розуміють свої можливі вигоди від застосування систем ДЛН для корекції режимів ТО і Р і моніторингу стану машин. Розвитку ДЛН для ТЗ перешкоджають висока вартість цих систем і проблеми створення відповідних центрів ТО і Р, що працюють в одному комплексі. Це пояснюється тим, що рентабельність центрів залежить від кількості машин, що обслуговуються, а ефективність роботи системи в цілому залежить не тільки від достатньої кількості центрів, але і від координації роботи центрів з іншими ресурсами – заводами, майстернями, дорожньою допомогою тощо. Розробники інтегрованих систем прагнуть наблизити їх вартість до вартості традиційних систем діагностування несправностей, у тому числі шляхом використання різних каналів комунікацій для одночасного виконання декількох функцій системи ДЛН. Також однією з проблем впровадження систем дистанційного моніторингу є конфіденційність інформації. Але, як показала практика впровадження супутникової навігації, ця проблема в майбутньому буде втрачати своє значення. Тому ДЛН-системи з відкритою архітектурою і доступною інформацією можуть стати лідерами в просуванні нових технологій.

Подальший розвиток моніторингу стану ТЗ у складі бортових інформаційно-діагностичних комплексів здійснюється в основному в таких напрямках: розвиток систем з відкритою модульною архітек-турою моніторингу, що дозволить стандартизувати діагностику для різних видів ТЗ і використовувати інтелектуальні модулі обслуговування при дистанційному визначенні потреби в ТО і Р для конкретного ТЗ; розробка й застосування більш ефективних алгоритмів діагностики несправностей і обґрунтування операцій ТО і Р агрегатів і систем різних виробників; розвиток алгоритмів, що застосовуються у бортових блоках керування ECU для більш точної оцінки стану ТЗ, діагностування несправностей у реальному часі і одержання більш повної та точної інформації про причини несправностей. Перспективні ECU дозволять при необхідності (наприклад, при розв'язанні складних діагностичних завдань) завантажувати спеціальні діагностичні алгоритми пошуку несправностей з віддаленого центру обслуговування; удосконалення інтерфейсів людина-машина як у ТЗ, так і у віддаленому центрі ТО і Р; стандартизація інтерфейсів і функціональних можливостей бортових систем моніторингу ТЗ різних виробників для скорочення номенклатури діагностичного і випробувального обладнання, а також для розвитку конкуренції серед учасників сервісу.

5. Огляд систем визначення кліматичних, транспортних, дорожніх умов і систем визначення місця розташування транспортного засобу

Одна з головних проблем будь-якого великого міста – транспортні затори. Основне завдання *ITS* боротися саме із цією проблемою. Як варіант, що дозволяє зменшити «пробкоутворення» можна застосовувати *інтелектуальне керування світлофорами*. Зовнішній комплекс відеокамер передає інформацію про дорожній рух по вуличній мережі в центр керування. На підставі отриманої інформації диспетчер центру керування робить зміну режиму роботи світлофора для запобігання утворенню затору на міських дорогах. Розвинена *ITS* дозволить робити автоматичну (автономну, тобто без участі людини) диспетчеризацію: включати спеціальні режими світлофорів, змінюючи тривалість дозвільного або заборонного сигналів для будь-якого світлофора міста. Крім камер для реалізації даної системи, можна організовувати збір про кількість ТЗ за допомогою інформації, отриманої безпосередньо з мобільних телефонів водіїв. Також онлайн система збору інформації про учасників дорожнього руху, яка утворює активний «чорний ящик», може підвищити безпеку водіїв.

Передові системи підтримки водіння на автомагістралях **AHS** (Advanced Cruise-Assist Highway Systems) є однією з найсучасніших систем в галузі *ITS*. Мета **AHS** – зменшити кількість ДТП, підвищити безпеку, підвищити ефективність перевезень, а також зменшити оперативну роботу водіїв. Очікується також ряд пов'язаних ефектів. У Японії дослідження **AHS** ведеться у таких сферах:

- **AHS- i** (information): зосередження на наданні інформації;
- **AHS- c** (control): допомога з управління ТЗ;
- **AHS- a** (automated cruise): повністю автоматизоване водіння.

Для того щоб система **AHS** діяла, потрібно створити необхідну інфраструктуру й здійснити такі заходи:

- моніторинг стану проїзної частини дороги (фізичних умов), моніторинг стану транспортного потоку і можливих перешкод (затори, дорожньо-транспортні випадки);
- обробка інформації в центрі керування рухом;
- передача інформації водієві: в індивідуальному порядку в автомобіль або всьому транспортному потоку;
- виконання заходу: автоматичні системи в ТЗ (**AHS-a**) або вручну за допомогою водія (**AHS-m**).

Основою системи **AHS** є одержання достовірної транспортної інформації, інформації про погодно-кліматичні умови й про перешкоди руху в межах усєї контрольованої дорожньої мережі.

Поза населеними пунктами для водіїв найбільш важливою інформацією є відомості про метеоумови і стан покриття автодороги. Для моніторингу цього стану на проблемних ділянках автодоріг установлюються компактні дорожні метеостанції з датчиками температури повітря й дорожнього покриття, вологості повітря, напрямку і сили вітру. У комплексі з дорожніми метеостанціями можуть установлюватися відеокамери, що передають в онлайн режимі зображення дороги. Інформація, що передається від дорожніх метеостанцій по каналах **GPS** або **ГЛОНАСС** у дорожні служби, допомагає їм оперативно і адекватно реагувати на зміни в дорожніх умовах. Ця інформація найбільш ефективно передається учасникам дорожнього руху через інформаційні табло (рис. 2.7), на які виводиться інформація про дорожні умови для водіїв, що проїжджають по цій дорозі.



Рисунок 2.7 - Інформаційні табло з інформацією про дорожні умови

Несподівані перешкоди на дорозі та у її безпосередній близькості є причиною великої кількості ДТП. Основна причина полягає в тому, що водій не здатний повністю зосередити свою увагу на керуванні автомобілем і помічає перешкоду в самий останній момент, коли він уже не може зупинити автомобіль або здійснити відповідний маневр.

Крім перешкод, які являють собою ТЗ, що стоять, мова йде про «ізолювані» перешкоди типу стороннього предмета на дорозі (загублений вантаж) або ТЗ, що стоїть на проїзній смузі або в її безпосередній близькості. Через те, що здійснювати моніторинг кожного метра дороги технічно неможливо, інформація отримується у більшості випадків за допомогою мобільних телефонів від водіїв, що проїжджають, працівників сервісних організацій і рятувальних служб. Для забезпечення функції такого виду системи необхідно розробити організаційну і робочу схему, яка покладає відповідальність та вирішує взаємовідносини оперативних підрозділів і диспетчерських центрів.

Складовою частиною інтелектуальної автомагістралі є пункти SOS, які забезпечують швидкий і прямий зв'язок учасника руху з диспетчером, який йому допоможе розв'язати складну ситуацію.

Вдалим технічним рішенням є також використання моніторингу **CCTV**. Сучасні камери з можливістю повертатися й збільшувати масштаб зображення можуть повністю автоматично відслідковувати більші ділянки доріг. Деякі більш сучасні системи, крім того, здатні автоматично визначити й ідентифікувати сторонній предмет, що перебуває на дорозі.

Автоматична ідентифікація ДТП важлива для осіб, причетних до подій тим, що можна швидко викликати рятувальну команду і організувати рятувальні заходи. Вона також дуже важлива і для інших учасників дорожнього руху, які могли б в'їхати у зону небезпеки.

Для обмеження цієї небезпеки необхідно подію вчасно ідентифікувати і інформувати водіїв, що під'їжджають до місця події.

Системи підтримки безпеки водіння **DSSS** (Driving Safety Support Systems) допомагають водіям ТЗ одержати інформацію, яку буває важко сприйняти в ускладнених транспортних умовах (сигнали транспорту, дорожні знаки тощо). Ця інформація може бути передана в автомобіль від дорожньо-транспортної інфраструктури з використанням сучасних технологій **ITS**. До **DSSS** відносять такі системи:

- система, що допомагає водіям вчасно побачити червоний сигнал світлофора. Ця система визначає швидкість автомобіля, порівнює з можливістю включення червоного сигналу світлофора і посиляє попередження водієві;

- система **Smartway** зменшує можливість ДТП на швидкісних магістралях. У системі використовуються датчики, комунікації «дорога-автомобіль» та інші сучасні технології **ITS** для попередження водіїв про наявність заторів, аварій на дорозі тощо;

- система розпізнавання дорожніх знаків. Спеціальна відеокамера обробляє зображення поперед автомобіля, розпізнає дорожні знаки і проектує зображення знака обмеження швидкості на лобове скло автомобіля за допомогою «віртуального дисплею»;

- **Night View** – система нічного бачення дає можливість на підставі найсучасніших технічних рішень забезпечувати гарну видимість у сутінках і в темряві. Основою таких систем є термокамери, які замість оптичного сигналу знімають дані про температуру об'єктів. Доведено, що ці системи здатні надійно розпізнавати пішохода, тварину або інші живі перешкоди. Сьогодні методи

обробки відеоінформації не перебувають на такому рівні, щоб можна було всі додатки реалізувати в реальній шкалі часу. Однак через швидкість розвитку техніки можна припускати, що такі системи протягом декількох років будуть нормальним оснащенням автомобілів;

- система нічного бачення з функцією визначення пішоходів компанії Toyota. В умовах поганої видимості система забезпечує можливість водієві побачити пішоходів, перешкоду і стан дороги перед автомобілем. Спеціальні інфрачервоні джерела світла освітлюють невидимими для ока променями дорогу перед автомобілем. Образи, відбиті інфрачервоними променями, обробляються в інфрачервоній камері і показуються на рідкокристалічному дисплеї. Якщо пішохід перебуває на відстані 40–100 м, його образ виділяється на дисплеї жовтою миготливою рамкою.

У системі попередження зіткнень (**Pre-crash Safety System**) використовуються радары, що працюють на міліметрових хвилях і камери. Радар сканує простір перед автомобілем, а електронний блок обчислює швидкість зближення з перешкодою (автомобілем, який їде попереду). При порушенні дистанції безпеки система попереджає водія, а при необхідності активує гальмову систему. Якщо зіткнення неминуче – система активує переднатяжувачі ременів безпеки, можуть активуватися і інші системи автомобіля для зниження можливих пошкоджень при аварії.

Сьогодні з'являються системи з декількома радарями, які сканують простір не тільки перед автомобілем, але і на бічних виїздах на перехрестя, попереджаючи про можливість фронтально-бічного зіткнення. Радар, установлений позаду, може допомогти у випадку наїзду на ТЗ, що їде позаду. Для зниження важкості наслідків такої аварії система активує керування сидіннями в автомобілі, установлюючи їх у найбільш безпечне положення.

З урахуванням специфіки фактори, що впливають на витрату палива, можуть бути згруповані у три групи:

- *□ група постійних факторів* – вид виконуваної роботи, організація виконання робіт, погодні умови, кваліфікація водія, технічний стан автомобіля, якість паливно-мастильних матеріалів і т.д., якщо вони залишаються на однаковому рівні або мають незначні зміни за порівнювані періоди;

- *□ група факторів, що враховуються*, – ті ж самі фактори, якщо вони піддаються кількісному або якісному обліку і мають значні відхилення у відповідні періоди;

- *□ група неврахованих факторів* – фактори, які можуть мати випадкові значення (випадкові коливання режимів навантаження, опору руху автомобіля, кліматичних умов і т.д.).

Основними факторами, що впливають на середню кілометрову витрату палива, є: дорожні умови, маса автомобіля, питома потужність, пробіг автомобіля з початку експлуатації, тип двигуна.

Істотний вплив на витрату палива надає також організація руху: однорідність транспортного потоку (можливість рухатися на найбільш економічних швидкостях), організація невинного руху, будівництво об'їзних

доріг, підземних або наземних пішохідних переходів і транспортних розв'язок у різних рівнях.

Експериментальні дослідження показали, що на ґрунтових дорогах, що знаходяться в хорошому стані, середні технічні швидкості автомобіля менше в 1,3–1,4 рази, ніж на дорогах з удосконаленим покриттям, а на дорогах з твердим зношеним покриттям середні технічні швидкості зменшуються більш ніж у 2 рази. При русі автомобіля по поганих дорогах збільшуються амплітуди швидкостей і число обертів колінчастого валу (по відношенню до середнього значення). Рух набуває імпульсного характеру. Величина середньої технічної швидкості в умовах руху по поганих дорогах обмежуватиметься динамічними якостями автомобіля, поштовхами і коливаннями, які передаються через ресори кузова, і стійкістю автомобіля.

При погіршенні дорожніх умов збільшуються число обертів колінчастого валу на одиницю шляху, витрата палива і число включень зчеплення, гальм і передач. Аналогічно на роботу двигуна ТЗ впливає і збільшення ваги причіпного навантаження.

Можна виділити такі основні класифікації дорожніх умов:

- □ відповідно до наказу № 43 від 10.02.1998 р. Міністерством транспорту України введено поняття «важких» і «надважких» умов експлуатації. Під *важкими умовами експлуатації* розуміється рух ТЗ в кар'єрах, по полях, на лісових чи степових ділянках, по пересіченій місцевості. У цих умовах витрату палива пропонується збільшувати до 20%. *Надважкі дорожні умови* – це рух в період сезонного бездоріжжя, снігових чи піщаних заметів, сильного снігопаду та ожеледиці, паводків та інших стихійних лих. Для таких умов надбавка може збільшуватися до 50%. Документ не дає кількісну або якісну оцінку дорожніх умов експлуатації;

- □ дорожні умови також можна розділяти на 6 типів і 3 ознаки, які визначають 5 категорій доріг. На дорогах IV і V категорій витрата палива підвищується до 40%, а в важких умовах – до 50%. Оцінка категорії доріг проводиться за якісними показниками дорожнього полотна;

- □ вченими ХНАДУ запропоновано 5 категорій умов експлуатації, які враховували дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні умови і культуру праці. Основним критерієм вибору категорії прийнята середня технічна швидкість;

- □ також додатково вводяться шоста і сьома категорії експлуатації. За критерієм міцнісного фактора, який дорівнює добутку швидкості руху на коефіцієнт сумарного дорожнього опору, дороги поділяють на легкі, середні і важкі. Для середніх умов встановлена швидкість руху, яка становить 20 км/год, а для важких – 14 км/год.

Використання середньої технічної швидкості руху транспортного засобу і параметрів, що характеризують дії дороги на колеса автомобіля, дозволяє кількісно оцінювати складність умов експлуатації.

Завдання визначення місця розташування ТЗ полягає у визначенні його координат на поверхні Землі. Це завдання вирішується *навігаційними системами*, які є невід'ємною частиною практично всіх телематичних систем.

На сьогоднішній день з метою забезпечення дорожньої безпеки автомобільного транспорту великого поширення набули системи моніторингу і диспетчеризації ТЗ, що працюють на основі систем глобального позиціонування – **GPS** (англ. Global Positioning System).

Система моніторингу та диспетчеризації ТЗ (**СМТЗ**) включає як мінімум: ТЗ, оснащене пристроєм моніторингу, яке отримує дані від супутників і передає їх на сервер моніторингу за допомогою **GSM** зв'язку або інших засобів комунікації; сервер з програмним забезпеченням для прийому, зберігання, обробки і аналізу отриманих даних; комп'ютер користувача, який здійснює самостійно моніторинг свого транспорту.

Супутниковий моніторинг уможлиблює:

- □ контроль експлуатації транспорту і спецтехніки. Він дозволяє виявляти порушення, допущені водієм, такі як недотримання швидкісного режиму, роботу двигуна з надмірним навантаженням і тощо;
- □ контроль витрати палива. Система моніторингу дає можливість стежити за витратою, фіксуючи відхилення від норми в будь-яку сторону;
- □ виявлення і припинення зливу палива і будь-яких інших махінацій з ним;
- □ стеження за пересуванням машин і техніки в режимі реального часу;
- □ оцінку часу простою автотранспорту та загальну ефективність роботи автопарку;
- порівняння характеристик роботи і особливостей експлуатації одиниць транспорту, що належать до однієї групи.

До сегменту споживачів систем GPS відносяться приймачі сигналів супутників. За вимірюваннями параметрів цих сигналів вирішується навігаційне завдання. Приймач можна розділити на три функціональні частини: радіочастотну частину; цифровий корелятор; процесор.

З виходу антено-фідерного пристрою (антени) сигнал надходить на радіочастотну частину (рис. 2.8).

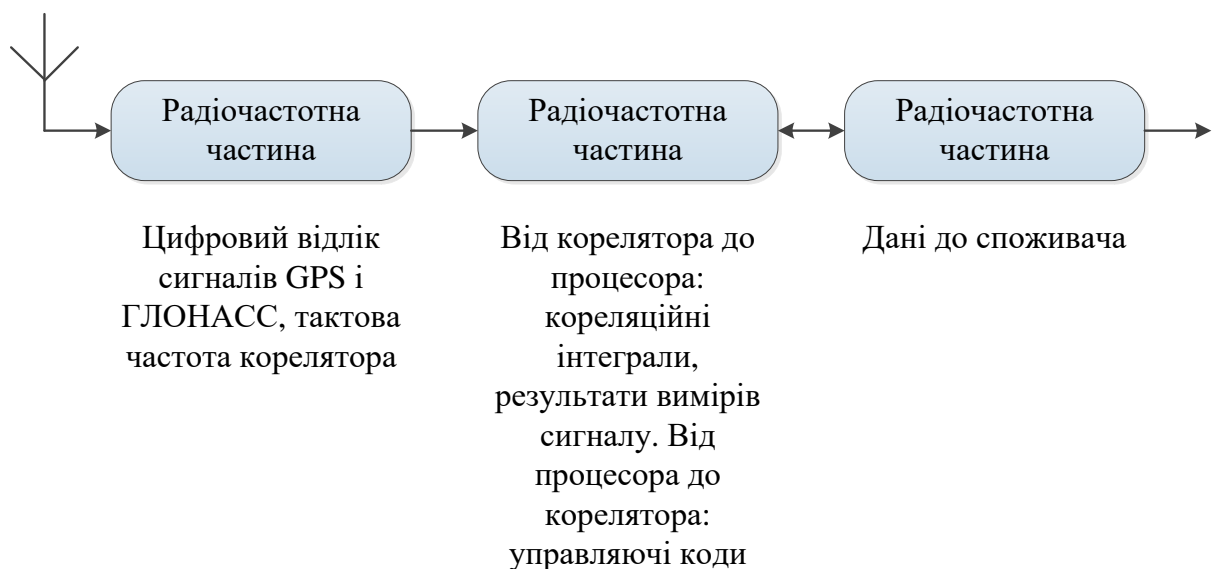


Рисунок 2.8 - Узагальнена структура приймача

Основне завдання цієї частини полягає у посиленні вхідного сигналу, фільтрації, перетворенні частоти і аналого-цифровому перетворенні. Крім цього, з радіочастотної частини приймача надходить тактова частота для цифрової частини приймача. З виходу радіочастотної частини цифрові відліки вхідного сигналу надходять на вхід цифрового корелятора.

Усі найсучасніші системи супутникового позиціонування володіють однаковою структурою, що складається з окремих частин:

- □GPS - маяк (трекер або контролер) встановлюється на ТЗ, який приймає від супутникової системи дані координат і відправляє на сервер моніторингу дані про місцезнаходження і великий обсяг інформації від різних датчиків за протоколом **GPRS** через мережі **GSM, CDMA**, супутникової або УКХ зв'язку;

- □програмно-апаратний комплекс, який отримує, обробляє, зберігає і аналізує дані, що приймаються, виконує роль серверного центру;

- □програмний термінал оператора моніторингового відділу, який приймає онлайн всю інформацію з головного сервера, здатний працювати також через WEB-інтерфейс.

Існують системи абсолютного і відносного позиціонування. В абсолютних системах одержання нових координат не залежить від попереднього місця розташування об'єкта. Прикладом таких систем є системи супутникової навігації. У системах відносного позиціонування для обчислення наступних координат у процесі руху ТЗ необхідна прив'язка до його початкових координат. За таким принципом працюють інерціальні системи.

Контрольні запитання

1. Для чого існують інтелектуальні транспортні системи?
2. Які основні види систем моніторингу транспортних засобів?
3. Які методи контролю технічного стану транспортних засобів?
4. Що являє собою супутниковий моніторинг?
5. За допомогою яких систем визначаються кліматичні, транспортні і дорожні умови експлуатації?
6. За допомогою яких систем визначаються місця розташування транспортного засобу?

Тема 3. Розробка математичних моделей, що дозволяють оцінювати поточний і прогнозувати технічний стан автомобіля

1. Формування моделі системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації.
2. Систематизація схем інформаційної системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації.
3. Формування методу застосування класифікації умов експлуатації автомобілів в інформаційних умовах *ITS*.
4. Формування моделі бази даних інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ.

1. Формування моделі системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації.

Використання ТЗ в нестационарних умовах експлуатації вимагає постійного контролю фактичного його стану, проведення необхідних технічних дій з обслуговування для забезпечення належного працездатного стану. Подібна інтерпретація умов використання ТЗ можлива лише за рахунок контролю його технічного стану, які ґрунтуються на обробці апріорної інформації, безперервній діагностиці та прогнозуванні параметрів їх технічного стану. У зв'язку з цим перед фахівцями, що займаються питаннями технічної експлуатації ТЗ, стоїть проблема забезпечення повноцінного зв'язку між процесами експлуатації ТЗ і параметрами умов експлуатації, і узагальнення та удосконалення методів прогнозування технічного стану ТЗ. Обліку і контролю параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації приділяється багато уваги, тому питання побудови систем моніторингу в різних сферах діяльності ТЗ не втрачають своєї актуальності.

Моніторинг ТЗ - це певним чином організований інструмент інформаційного забезпечення управління експлуатації ТЗ для контролювання, оцінювання, аналізування і прогнозування технічного стану об'єкта управління на основі безперервного процесу збору, обробки, відображення інформації про параметри технічного стану об'єкту дослідження та його показники використання.

Процеси технічної експлуатації сучасних ТЗ доцільно розглядати як складну динамічну систему, функціонування якої відбувається при дії різних випадкових факторів як зі сторони внутрішніх процесів в їх агрегатах та системах так і при дії процесів (умов) зовнішнього середовища.

Дослідниками виявлено, що зовнішнє середовище може вносити невизначеність та випадковість вихідних даних і ситуацій, та випадковим чином змінювати характер взаємодії між складовими частинами агрегатів та систем ТЗ. В таких динамічних системах можуть виникнути випадкові збурення, що являють собою помилки вимірювання діагностичних параметрів та похибки при перетворенні інформації, дії різного роду перешкод, внаслідок появи неврахованих, але об'єктивно діючих причин.

Суттєва просторова протяжність, складність і розподіленість умов експлуатації ТЗ та транспортної інфраструктури зі своїми особливостями і різноманіттям можуть вважатися об'єктом автоматизації сучасних інформаційних систем в умовах *ITS*.

Знання основ теорії експлуатації ТЗ є фундаментом при розробці прогресивних систем нормування і планування на транспорті за допомогою сучасних інформаційних систем. Більшість завдань в процесі удосконалення методів контролю технічного стану автомобіля, які вирішують технічні служби експлуатації ТЗ, мають інформаційну складову оцінювання: дорожніх умов експлуатації ТЗ в частині висоти дороги над рівнем моря, продольного профілю (рельєфу місцевості), типу і стану дорожнього покриття; ремонту, будівництва і обслуговування об'єктів дорожньої інфраструктури; їх моніторинг; прогнозування

можливих аварійних ситуацій, транспортних умов в частині насиченості і інтенсивності руху ТЗ, особливостей вантажу, режиму і швидкості руху; атмосферно-кліматичних умов, культури експлуатації ТЗ тощо. Перераховані та подібні їм завдання поки в основному вирішуються застарілими методами, які вже не забезпечують необхідної якості і ефективності.

На основі виконаних в ХНАДУ досліджень розроблена єдина експлуатаційна класифікація умов роботи ТЗ, що базується на офіційних документах. Класифікація успішно використовується для любых експлуатаційних розрахунків і має пряме відношення до ТЕА, тому що визначає навантажувальні, швидкісні і температурні режими роботи агрегатів ТЗ. Тому висвітлення і розвиток цього питання при дистанційному визначенні умов експлуатації ТЗ в реальному часі в умовах *ITS* при здійсненні моніторингу параметрів технічного стану ТЗ є важливими.

Система моніторингу технічного стану ТЗ в умовах експлуатації складається з великої кількості елементів, які характеризуються відповідними вихідними умовами, знаходяться на різних ієрархічних рівнях і мають свої особливості функціонування. Це є складна динамічна система із чітко впорядкованою ієрархічною структурою, розгалуженою мережею взаємозв'язків між її елементами, яка розвивається в просторі та часі. Діяльність складної виробничої системи визначається технологічними процесами, які реалізують її суб'єкти відповідно до цільової спрямованості в рамках предметної області. Кожен суб'єкт моніторингу має властиві процедури - алгоритми функціонування, розрахунку, результати яких використовуються в алгоритмах суб'єктів різних ієрархічних рівнів.. У цілому модель функціонування суб'єктів моніторингу ефективності функціонування може бути представлена як сукупність таких компонентів: моделі об'єктів, що беруть участь в структурних зв'язках; моделі параметрів, що визначають результати функціонування суб'єктів; моделюючих алгоритмів, що встановлюють правила функціонування об'єктів і зміни значень їх параметрів тощо. Така модель є динамічною і відображає не лише поточний стан об'єктів, але й зміну їх стану в часі.

За основу формування моделі моніторингу параметрів технічного стану покладено загальний підхід до дослідження системи «автомобіль - водій - умови експлуатації - інфраструктура експлуатації автомобіля (транспортна і автомобільних доріг)» (АВУІТА), який включає в себе системну взаємодію складових компонентів моніторингу: автомобіля (ТЗ) з водієм і бортовим інформаційним комплексом (БІНК); умов експлуатації ТЗ (дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні умови і культура праці); транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг (рис. 3.1).

Процес моніторингу технічного стану ТЗ в умовах експлуатації є процесом формування єдиної інформаційної функції, що описує взаємодію ТЗ, у вигляді параметрів технічного стану ТЗ, отриманих за допомогою БІНК; водія, що пов'язана з процесом трансформації інформації про параметри технічного стану і процесами, що залежать від фізіологічних можливостей водія (людини), технічних даних ТЗ і ступеня їх протидії негативним впливам зовнішнього

середовища; умов експлуатації ТЗ та взаємодії моделей параметрів транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг.

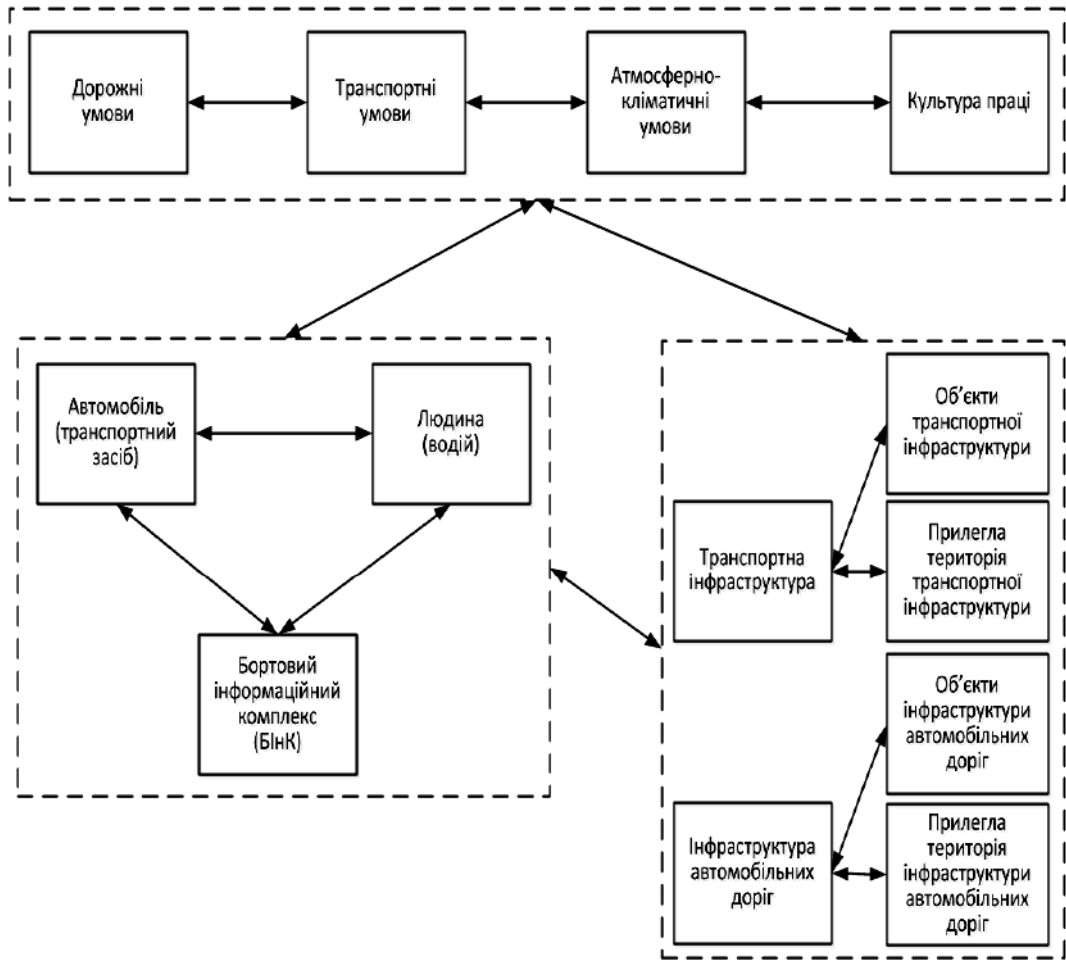


Рисунок 3.1 – Загальна схема системної взаємодії системи АВУІТА в умовах ITS

Формально це відображення має вигляд:

$$\begin{array}{ccc}
 \Omega_{TC} = F(\Omega_{TC} + \Omega_{BTZ}) & \xrightarrow{F_{TC \rightarrow ECVE+BTZ}} & \\
 \Omega_{VE} & \xrightarrow{F_{VE \rightarrow TCVE}} & \Omega_{TCVE} \\
 \Omega_{TI, IAD} = F(\Omega_{TI} + \Omega_{IAD}) & \xrightarrow{F_{TC \rightarrow ECVE+BTZ}} &
 \end{array} \quad (3.1)$$

де Ω_{TC} - множина моделей параметрів технічного стану ТЗ, як $\Omega_{TC} = F(\Omega_{TC} + \Omega_{BTZ})$ системна взаємодія параметрів технічного стану ТЗ і водія (людини), що, в свою чергу, пов'язана з процесом трансформації інформації про параметри технічного стану ТЗ і процесами, що залежать від фізіологічних можливостей людини, технічних даних ТЗ і ступеня їх протидії негативним впливам зовнішнього середовища; Ω_{BTZ} - множина моделей стану людини (водія) ТЗ; Ω_{VE} -

множина моделей параметрів умов експлуатації ТЗ; $\Omega_{TI, IAD} = F(\Omega_{TI} + \Omega_{IAD})$ - множина моделей параметрів транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг; $\Omega_{TC UE}$ - множина моделей параметрів технічного стану ТЗ у відповідних умовах експлуатації; $F_{TC \rightarrow TCVE + BTZ}$ - функціональне відображення моделей параметрів технічного стану ТЗ і водія ТЗ; $F_{TC \rightarrow TCVE}$ - функціональне відображення моделей параметрів технічного стану ТЗ; $F_{TI, IAD \rightarrow TI + IAD}$ - функціональне відображення моделей параметрів транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг.

Вважаємо доцільним поєднати в множину моделей Ω_{TC} параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації саме Ω_{TC} у взаємодії з Ω_{BTZ} . При цьому виходимо з того, що функціонування єдиної системи ТЗ і людини (водія) $F(\Omega_{TC} + \Omega_{BTZ})$ змінюється в умовах експлуатації у вигляді техніко-економічних показників ТЗ. При цьому розуміємо, що система адаптується до різних умов експлуатації, змінюючи свої експлуатаційні властивості. Також, вважаємо доцільним, поєднати всі впливи оточуючого середовища на ТЗ у вигляді зміни моделей умов експлуатації, моделей параметрів транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг у вигляді множини моделей Ω_{UE} параметрів умов експлуатації (UE) ТЗ.

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

$$\begin{array}{ccc}
 \Omega_{\Sigma TC} & \xrightarrow{F_{\Sigma TC \rightarrow \Sigma TCVE}} & \Omega_{\Sigma TCVE}, \\
 \Omega_{\Sigma UE} & \xrightarrow{F_{\Sigma UE \rightarrow \Sigma TCVE}} &
 \end{array}
 \quad (3.2)$$

де $\Omega_{\Sigma TC}$ - множина сукупних моделей параметрів технічного стану ТЗ; $\Omega_{\Sigma UE}$ - множина сукупних моделей параметрів UE ТЗ; $\Omega_{\Sigma TCVE}$ - множина сукупних моделей параметрів технічного стану ТЗ у відповідних UE; $F_{\Sigma TC \rightarrow \Sigma TCVE}$ - функціональне відображення сукупних моделей параметрів технічного стану ТЗ; $F_{\Sigma UE \rightarrow \Sigma TCVE}$ - функціональне відображення сукупних моделей параметрів UE ТЗ.

В процесі проведення синтезу і аналізу, формування можливих варіантів схем інформаційної системи моніторингу автомобілі в умовах експлуатації в частинах забезпечення виконання: ідентифікації ТЗ, збирання даних про технічний стан ТЗ, проведення моніторингу і прогнозування параметрів технічного стану ТЗ, ідентифікації умов експлуатації ТЗ, діагностування стану ТЗ, перевірки відповідності стану ТЗ, було використано морфологічний (структурний) аналіз. Особливість зазначеного аналізу полягає в тому, що в досліджуємі системі АБУІТА Для кожної морфологічної ознаки наводяться характерні властивості класифікацій, особливостей конструкції автомобіля, складових системи моніторингу, умов експлуатації тощо, від яких залежить

вирішення задачі дослідження і досягнення основної мети функціонування системи АБУТА в умовах експлуатації.

Для кожного з функціональних елементів інформаційної системи моніторингу автомобілів в умовах експлуатації, для адаптації за особливими властивостями до ТЗ основні морфологічні ознаки, від яких залежить досягнення поставленої мети, показані в таблиці 3.1. В морфологічній матриці схем інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах експлуатації для функціонального елемента «Автомобіль (ТЗ)» виділено 12 ознак, причому для класифікаційного елемента «легковий автомобіль» додатково виділено 4 ознаки, для класифікаційного елемента «автобус» - 1; для класифікаційного елемента «вантажний автомобіль» - 2 ознаки. Для функціонального елемента «Двигун автомобіля (ТЗ)» виділені 4 ознаки. Для функціонального елемента «Оснащення ТЗ інформаційно-комунікаційним обладнанням» - 3 ознаки. Для функціонального елемента «Зовнішні мережі» 1 ознака в 4-х варіантах. Для функціонального елемента «Моніторингу стану ТЗ і умов експлуатації» також виділені 3 ознаки. Для кожної з 23 морфологічних ознак системи вибрано основні варіанти їх реалізації (від 2 до 10). Зміна конструктивного вираження конкретного варіанту будь якої з 23 ознак формує нову схему забезпечення інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах експлуатації.

Таблиця 3.1 - Морфологічна матриця схем автомобіля (ТЗ) в УЕ

Автомобіль (ТЗ)	1. Вид палива автомобіля		1.1. Бензин	1.2. Дизельне паливо	1.3. Природний газ	1.4. Нафтовий газ	1.5. Біологічні палива	1.6. Спиртові палива	1.7. Водень	1.8. Електрична енергія	
	2. Агрегатний стан палива автомобіля		2.1. Рідкий		2.2. Газоподібний		2.3. Газорідний		2.4. Багатопаливний (комбінований)		
	3. Спосіб зберігання палива автомобіля		3.1. При нормальних умовах	3.2. При високому тиску	3.3. При низьких температурах	3.4. Електричні батареї і конденсатори	3.5. Сонячні батареї	3.6. Паливний елемент	3.7. Електрохімічний генератор		
	4. Тип автомобіля (ТЗ)		4.1. Легковий		4.2. Автобус		4.3. Вантажний		4.4. Спеціальний		
	4.1. Легковий	4.1.1. Тип кузова	4.1.1.1. Седан	4.1.1.2. Хетчбек	4.1.1.3. Універсал	4.1.1.4. Вагон	4.1.1.5. Лімузин	4.1.1.6. Кабріолет	4.1.1.7. Мінівен	4.1.1.8. Купе	4.1.1.9. Родстер
		4.1.2. Літраж двигуна	4.1.2.1. Особливо малий клас – до 1,2 л		4.1.2.2. Малий клас - 1,2...1,8 л		4.1.2.3. Середній клас - 1,8...3,5 л		4.1.2.4. Великий клас – більше 3,5 л		

Продовження таблиці 3.1.

	4.1.3. Тип приволу	4.1.3.1. Передній				4.1.3.2. Задній				4.1.3.3. Повний			
		4.1.4. В залежності від габаритних розмірів	4.1.4.1. Клас А + - малогабаритні чотири- та п'ятимісні легкові автомобілі, довжина яких не перевищує 3,7 м, а ширина - 1,6 м.		4.1.4.2. Клас В + - легкові автомобілі довжиною 3,7-4,3 м, шириною до 1,7 м. Найчастіше вони оснащуються кузовом хетчбек (3 або 5 дверей) і переднім приводом.		4.1.4.3. Клас С + - легкові автомобілі довжиною 4,2-4,5 м, шириною 1,7-1,8 м.		4.1.4.4. Клас D + - легкові автомобілі довжиною 4,5-4,8 м, шириною 1,7-1,8 м.		4.1.4.5. Клас E + - легкові автомобілі довжиною 4,8-5 м, шириною більше 1,8 м.		4.1.4.6. Клас F + складається з автомобілів завдовжки понад 5 м, шириною понад 1,8 м.
4.2. Автобус	4.2.1. За габаритною довжиною		4.2.1.1. Особливо малий клас (до 5 м.)		4.2.1.2. Малий клас (від 6,0 до 7,5 м.)		4.2.1.3. Середній клас (8,0 до 9,5 м.)		4.2.1.4. Великий клас (10,5 до 12,0 м.)		4.2.1.5. Особливо великий клас (16,5 м. і більше)		
		4.3. Вантажний	4.3.1. Тип АТЗ	4.3.1.1. Бортовий	4.3.1.2. Самосвальний	4.3.1.3. Цистерна	4.3.1.4. Фургон	4.3.1.5. Тягач	4.3.1.6. Бортовий тентований	4.3.1.7. Бетонозмішувач	4.3.1.8. Авторефрижератор	4.3.1.9. Автовоз	4.3.1.10. Контейнеровоз
4.3.2. Повна маса	4.3.2.1. До 1,2 т.			4.3.2.2. Від 1,2 до 2,0 т.	4.3.2.3. Від 2,0 до 8,0 т.	4.3.2.4. Від 8,0 до 14,0 т.	4.3.2.5. Від 14,0 до 20,0 т.	4.3.2.6. Від 20,0 до 40,0 т.	4.3.2.7. Більше 40,0 т.				
	5. Тип причепа		5.1. Причеп		5.2. Напівпричеп		5.3. Декілька причепів		5.4. Без причепа				
6. Категорія АТЗ		6.1. M ₁	6.2. M ₂	6.3. M ₃	6.4. N ₁	6.5. N ₂	6.6. N ₃	6.7. O ₁	6.8. O ₂	6.9. O ₃	6.10. O ₄		
7. Модель автомобіля (ТЗ)		7.1. Базова модель				7.2. Похідна модель			7.3. Модифікація моделі				
8. Колісна формула		8.1. 4 x 2		8.2. 4 x 4		8.3. 6 x 4		8.4. 6 x 6					
9. За кількістю осей		9.1. Двохосний		9.2. Трьохосний		9.3. Чотирьохосний		9.4. П'ятиосний і більше					
10. За способом пристосовано сті до роботи в різних дорожніх умовах		10.1. Дорожні		10.2. Підвищеної прохідності		10.3. Всюдиходи		10.4. Позашляховики					
11. Наявність OBD-рознімання		11.1. Автомобіль (ТЗ) оснащений OBD-розніманням				11.2. Автомобіль (ТЗ) не оснащений OBD-розніманням							
12. Наявність додаткового трекера - комунікатора		12.1. Автомобіль (ТЗ) додатково оснащений трекером - комунікатором				12.2. Автомобіль (ТЗ) додатково не оснащений трекером - комунікатором							

Продовження таблиці 3.1.

Двигун автомобіля (ТЗ)	13. Оснащення штатними датчиками і ЕБУ	13.1. Автомобільний двигун оснащений штатними датчиками і ЕБУ		13.2. Автомобільний двигун не оснащений штатними датчиками і ЕБУ	
	14. Оснащення додатковими датчиками, адаптованими для встановлення трекера - комунікатора	14.1. Автомобільний двигун оснащений додатковими датчиками, адаптованими для встановлення трекера - комунікатора		14.2. Автомобільний двигун не оснащений додатковими датчиками, адаптованими для встановлення трекера - комунікатора	
	15. Здатність ПЗ ЕБУ повідомляти VIN-код ТЗ при під'єднанні OBD - сканера	15.1. ПЗ ЕБУ здатне повідомляти VIN-код ТЗ при під'єднанні OBD - сканера		15.2. ПЗ ЕБУ не здатне повідомляти VIN-код ТЗ при під'єднанні OBD - сканера	
	16. Оснащення системи випуску двигуна каталітичним нейтралізатором і відповідними для ТЗ датчиками	16.1. Системи випуску двигуна оснащена каталітичним нейтралізатором і відповідними для ТЗ датчиками, а саме температури і напруги на датчику O ₂ (лямбда-датчик)		16.2. Системи випуску двигуна не оснащена каталітичним нейтралізатором і (або) не оснащена відповідними для ТЗ датчиками, а саме температури і напруги на датчику O ₂ (лямбда-датчик)	
Оснащення ТЗ інформаційно-комунікаційним обладнанням	17. Оснащення ТЗ інформаційним монітором	17.1. ТЗ оснащено штатним інформаційним монітором		17.2. ТЗ не оснащено штатним інформаційним монітором, а потребує встановлення додаткового	
	18. Оснащення ТЗ GPS модулем	18.1. ТЗ оснащено штатним GPS модулем		18.2. ТЗ не оснащено штатним GPS модулем, а потребує встановлення додаткового (наприклад, в OBD – сканері або в інформаційному монітору)	
	19. Оснащення ТЗ засобами інтелектуалізації	19.1. ТЗ оснащений додатковими штатними засобами інтелектуалізації		19.2. ТЗ не оснащений додатковими штатними засобами інтелектуалізації	
Зовнішні мережі	20. Використання інформаційної інфраструктури і додаткового ПЗ	20.1. Використання інформаційної транспортної інфраструктури	20.2. Використання інфраструктури і автомобільних доріг	20.3. Спільне використання інформаційної транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг	20.4. Не використання інформаційної транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг

Моніторинг стану ТЗ і умов експлуатації	21. Моніторинг параметрів стану ТЗ	21.1. Моніторинг параметрів стану ТЗ за допомогою штатного обладнання ТЗ	21.2. Моніторинг параметрів стану ТЗ за допомогою додаткового трекера - комунікатора	21.3. Моніторинг параметрів стану ТЗ за допомогою OBD - сканера	21.4. Моніторинг параметрів стану ТЗ за допомогою додаткового трекера – комунікатора і OBD - сканера
	22. Отримання інформації від учасників руху ТЗ	22.1. Опитування водія ТЗ за допомогою БІнК	22.2. Опитування учасників процесу моніторингу ТЗ	22.3. Отримання інформації з електронних джерел інформації інфраструктури	22.4. Спільне використання інформації в результаті опитування водія ТЗ за допомогою БІнК, учасників процесу моніторингу ТЗ, а також отримання інформації з електронних джерел інформації інфраструктури
	23. Моніторинг умов експлуатації ТЗ в умовах ITS	23.1. Моніторинг дорожніх умов	23.2. Моніторинг транспортних умов	23.3. Моніторинг атмосферно-кліматичних умов	23.4. Моніторинг культури експлуатації
					23.6. Не виконання моніторингу умов експлуатації ТЗ

Кількість можливих схем інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах експлуатації у випадку використання створеної морфологічної матриці складає:

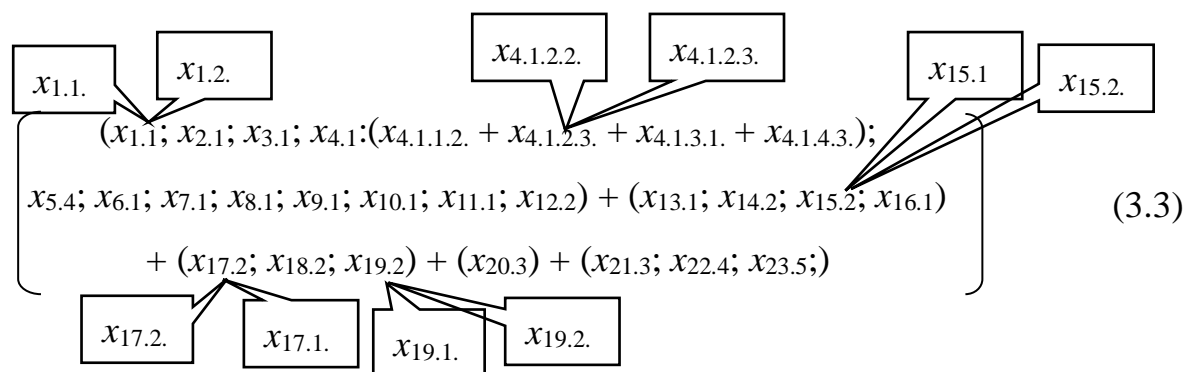
- для легкового автомобіля (ТЗ): $N = 8 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 = 4,749 \cdot 10^{13}$;

- для автобусу: $N = 8 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 = 1,691 \cdot 10^{12}$;

- для вантажного автомобіля (ТЗ): $N = 8 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 = 2,368 \cdot 10^{13}$,

а для одного варіанту ТЗ при використанні морфологічної матриці в частині оснащення ТЗ інформаційно-комунікаційним обладнанням, зовнішніх мереж, моніторингу стану ТЗ і умов експлуатації: $N_I = 768$. Для аналогічного варіанта при додатковому використанні морфологічної матриці в частині двигун автомобіля (ТЗ): $N_{II} = 12288$.

Так, схема інформаційної системи моніторингу для легкового ТЗ сегменту С1 бензиновим двигуном в умовах експлуатації включає такі сполучення визначених ознак:



Для проведення досліджень у формулі (5.3) стрілками позначені варіативні складові морфологічних формул з різною компоновкою для легкового ТЗ С1, а

зеленим кольором в стрілках – для легкового ТЗ **C2**. Тобто формула (3.3) прийняла вигляд для ТЗ сегменту **C1**

$$\left[\begin{array}{l} (x_{1.1}; x_{2.1}; x_{3.1}; x_{4.1}; (x_{4.1.2.2} + x_{4.1.2.3} + x_{4.1.3.1} + x_{4.1.4.3}); \\ x_{5.4}; x_{6.1}; x_{7.1}; x_{8.1}; x_{9.1}; x_{10.1}; x_{11.1}; x_{12.2}) + (x_{13.1}; x_{14.2}; x_{15.1}; x_{16.1}) \\ + (x_{17.2}; x_{18.2}; x_{19.1}) + (x_{20.3}) + (x_{21.3}; x_{22.4}; x_{23.5};) \end{array} \right] \quad (3.4)$$

і для легкового ТЗ сегменту **C2** з дизельним двигуном

$$\left[\begin{array}{l} (x_{1.2}; x_{2.1}; x_{3.1}; x_{4.1}; (x_{4.1.1.2} + x_{4.1.2.3} + x_{4.1.3.1} + x_{4.1.4.3}); \\ x_{5.4}; x_{6.1}; x_{7.1}; x_{8.1}; x_{9.1}; x_{10.1}; x_{11.1}; x_{12.2}) + (x_{13.1}; x_{14.2}; x_{15.2}; x_{16.1}) \\ + (x_{17.1}; x_{18.2}; x_{19.2}) + (x_{20.3}) + (x_{21.3}; x_{22.4}; x_{23.5};) \end{array} \right] \quad (3.5)$$

При формуванні можливих варіантів інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах експлуатації кожна з виділених схем розглядається як ефективний спосіб забезпечення її дієвості для ТЗ, які на сьогодні складають основу існуючого парку легкових, вантажних ТЗ і автобусів України.

Однією із складових дослідження можливості дистанційного отримання інформації про умови експлуатації ТЗ в умовах *ITS* є формування і дослідження методики застосування класифікації умов експлуатації ТЗ. Розглянемо основні питання створення методики застосування класифікації умов експлуатації в інформаційних умовах *ITS* на прикладі руху окремого ТЗ при взаємодії з інфраструктурою автомобільних доріг в реальних умовах експлуатації (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Залежність основних класифікаційних ознак УЕ в залежності від складових можливостей використання інформаційних умов *ITS*

№ з/п	Основні класифікаційні ознаки УЕ		Інформаційні можливості ITS		Примітки
			БІНК	Інфраструктура автомобільних доріг і АТ	
1	Дорожні умови	Повздовжній профіль	+ (-)	-	*
		Висота над рівнем моря	+	+	
		Ширина проїзної частини	-	+	
		Тип і стан покриття	- (+)	+	*
		Зчеплення коліс з дорогою	-	-	

Продовження таблиці 3.2.

2	Транспортні умови	Рід вантажу, що перевозиться	+	- (+)	*
		Щільність потоку	- (+)	+	*
		Режим руху	+	- (+)	*
		Швидкість руху	+	+	
3	Атмосферно-кліматичні умови	Температура повітря	+	+	
		Тиск повітря	+	-	
		Вологість повітря	-	+	
		Опади	-	+	
		Видимість	-	+	
4	Культура експлуатації	Рівень організації робіт і управління	- (+)	+	*
		Кваліфікація і старанність водія	- (+)	-	*
		Дотримання правил і інструкцій	- (+)	+	*
		Матеріально-технічна база	-	+	
		Якість автоексплуатаційних матеріалів	- (+)	- (+)	*

- варіативна складова: «+» - обов'язково; «-» - не обов'язково, може використовуватись

Сучасні бортові системи моніторингу параметрів технічного стану в умовах ITS дозволяють здійснювати ідентифікацію ТЗ, безперервне автоматичне вимірювання параметрів, що характеризують технічний стан ТЗ, діагностування, а саме контроль справності ТЗ і його складових елементів, розпізнавання і запобігання розвитку відмов у його роботі і в кінцевому рахунку – забезпечення функціонування адаптивної системи ТО і Р ТЗ за технічним станом.

Моніторинг і аналіз умов експлуатації ТЗ неможливо повноцінно забезпечити без формування системної взаємодії із інфраструктурою автомобільних доріг. Функціонування системи моніторингу умов експлуатації ТЗ неможливо без використання існуючих і розробки спеціального програмного забезпечення сучасних інформаційно-програмних комплексів (ІПК).

2. Систематизація схем інформаційної системи моніторингу автомобіля в умовах експлуатації

Інформаційна система моніторингу (ІСМ) стану і УЕ ТЗ включає в себе сукупність стаціонарних і мобільних (бортових щодо ТЗ) систем збору і передачі інформації. Схема інформаційного обміну між елементами ITS, а саме ТЗ і

транспортної інфраструктури в процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації показана на рисунку 3.2.

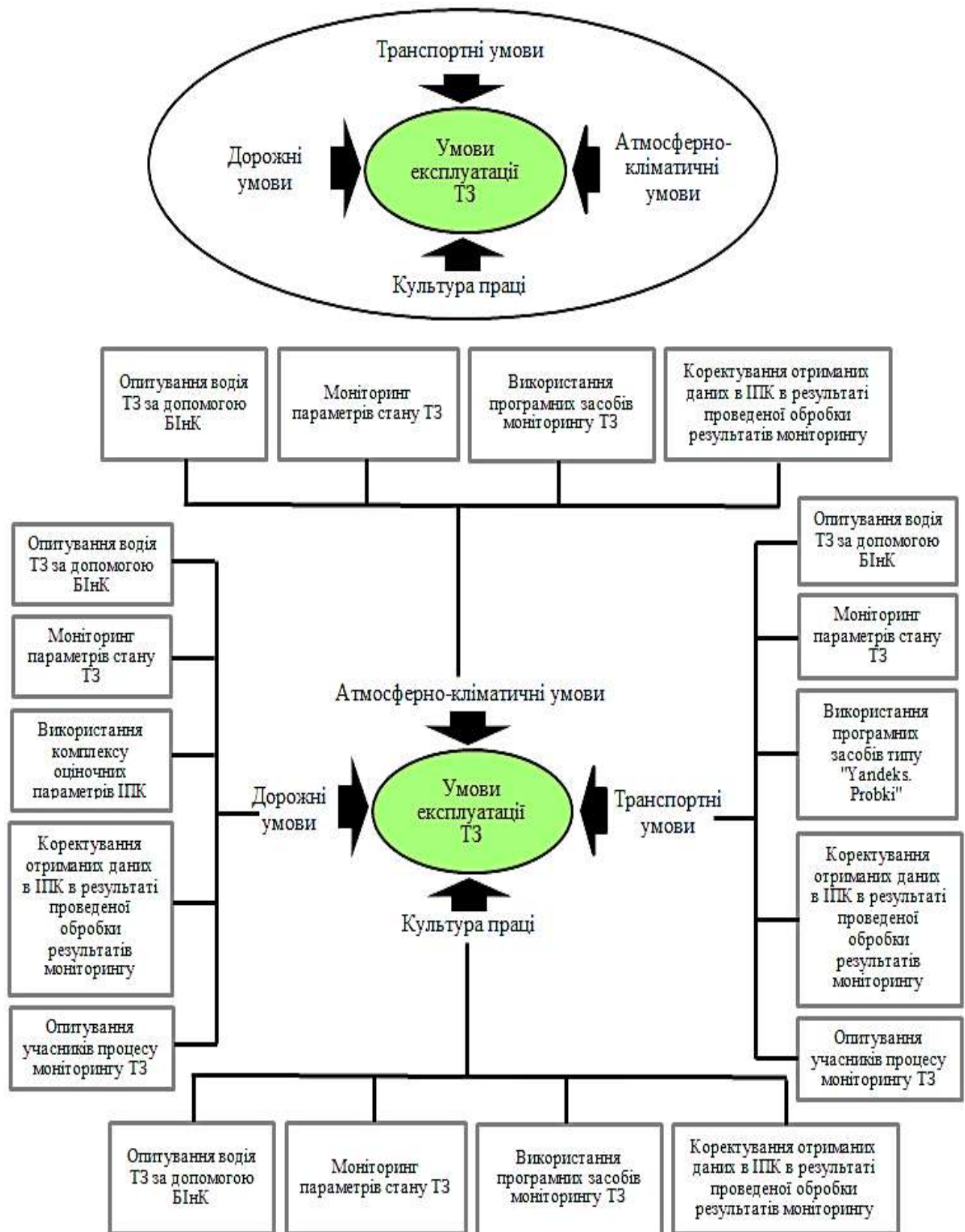


Рисунок 3.2 - Загальна схема способів отримання і формування інформації про стан і умови експлуатації ТЗ в умовах ITS

Система збору є телекомунікаційною мережею обміну даними, яка може використовувати всі способи передачі даних. Стаціонарні пости виконують комунікаційні функції і найпростіші функції контролю. Ці функції забезпечують отримання контрольної-вимірної і технологічної інформації від бортових систем, контроль часу руху ТЗ в заданих пунктах, збір інформації про комунікації і споруди, передачу даних в ПК. Ядром розподіленої ІСМ є робоче місце мережі моніторингу ТС, яке будується на базі інформаційно-обчислювальної системи з використанням базового і розробленого ПК.

Основний принцип інформаційного обміну між елементами ІТС, а саме ТЗ і транспортної інфраструктури в процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації та побудови ІСМ полягає в тому, що в ній ТЗ є не тільки об'єктом контролю і управління, але також джерелом постійно поновлюваної інформації про стан умов його експлуатації. Тобто вона є сучасною контрольної-вимірної системою, яка накопичує і зберігає інформацію про технічний стан ТЗ, умови його експлуатації в межах ділянки руху, а також приймає рішення при виявленні небезпечної, аварійної ситуації або несправності ТЗ.

3. Формування методу застосування класифікації умов експлуатації автомобілів в інформаційних умовах ІТС

Загальна задача формування методики застосування класифікації умов експлуатації ТЗ в інформаційних умовах ІТС, як складної системи, базується на отриманні інформації про фактичний технічний стан, методи і засоби її реалізації при вирішенні конкретних науково-технічних задач, оцінки, перевірки відповідності встановленим обмеженням, засобам для його забезпечення, критеріям оцінювання отриманих показників та визначення взаємозв'язку між ними.

Інформація про фактичні параметри технічного стану ТЗ зображується в дослідженні як побудова функції:

- в процесах моніторингу і діагностування технічного стану

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{ts}(\bar{H}_t, t, \Delta t, \bar{X}_i(t), \bar{X}_i(t - \Delta t), \dots, \bar{X}_i(t - n\Delta t), DTC_{s_i} K_{t_i}) \Rightarrow S_{y.e.T3} \\ \Omega_l^{m_i}(e_{y.e.T3}, r)^J = \Omega_l^{m_i} \left(\begin{array}{c} e_{y.e.T3,тр} \\ e_{y.e.T3,дор} \\ e_{y.e.T3,а.к} \\ e_{y.e.T3,ке} \end{array} \right), r \right)^J = S_{y.e.T3} \end{array} \right. \quad (3.6)$$

- в процесах прогнозування технічного стану

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{(t+k\Delta t)} \left(\begin{array}{l} \bar{H}_{(t+k\Delta t)}, t, \Delta t, \bar{X}_i(t+k\Delta t), \bar{X}_i(t+(k-1)\Delta t), \dots, \\ \bar{X}_i(t+(k-n)\Delta t), DTC_{s_i} K_{t_i(t+k\Delta t)} \Rightarrow S_{y.e.T3}(t+k\Delta t) \end{array} \right) \\ \Omega_l^{m_i} (e_{y.e.T3(t+k\Delta t)}, r)^J = \Omega_l^{m_i} \left(\begin{array}{l} e_{y.e.T3,тр(t+k\Delta t)} \\ e_{y.e.T3,дор(t+k\Delta t)} \\ e_{y.e.T3,а.к(t+k\Delta t)} \\ e_{y.e.T3,ке(t+k\Delta t)} \end{array} \right), r \Big)^J = S_{y.e.T3}(t+k\Delta t) \end{array} \right. \quad (3.7)$$

де F_{ts} - інформація про параметри технічного стану ТЗ у відповідних УЕ у відповідний момент часу; \bar{H}_i - вектор органа(ів) керування енергетичної установки ТЗ (координата задатчика(ів) органа керування) в часі t ; t - поточний час процесу моніторингу; Δt - інтервал часу між вимірюваннями в процесах моніторингу; $\bar{X}_i(t)$ при $i = 1, \dots, m$ - характеристики технічного стану ТЗ в умовах експлуатації, що виміряні і входять в перелік ретроспективних впливових факторів (основні параметри технічного стану ТЗ в УЕ); n - кількість інтервалів (число вимірювань) у минулі періоди моніторингу; m - кількість вимірюваних характеристик (параметрів) технічного стану ТЗ; $DTC_{s_i} K_{t_i}$ - результати моніторингу кодів DTCs ТЗ; Ω - оператор відображення; $S_{y.e.T3}$ - система визначення (забезпечення) УЕ ТЗ (в представленому випадку система $S_{y.e.T3}$ являє собою відображення властивостей підоб'єктів визначення (забезпечення) УЕ $e_{y.e.T3}$ ТЗ та їх відношень r для m_i по J в l); m_i - кількість засобів отримання інформації (засобів спостереження) в (для) ТЗ; l - зв'язки між засобами спостереження і підоб'єктами визначення УЕ ТЗ; $e_{y.e.T3}$ - множина підоб'єктів визначення УЕ ТЗ ($e_{y.e.T3,тр}$ - транспортні; $e_{y.e.T3,дор}$ - дорожні; $e_{y.e.T3,а.к}$ - атмосферно-кліматичні; $e_{y.e.T3,ке}$ - культура експлуатації); r - множина відношень між основними УЕ ТЗ; J - завдання визначення (забезпечення) умов експлуатації ТЗ; $F_{(t+k\Delta t)}$ - прогнозована інформація про параметри технічного стану ТЗ у відповідний момент часу в процесі виконання своїх функцій (в процесі роботи ТЗ за призначенням) в майбутньому на інтервалі упередження довжиною $(t+k\Delta t)$ в залежності від відомих значень у минулому, в заданому інтервалі прогнозування δ с заданою довірчою ймовірністю p ; k - кількість (число) інтервалів прогнозованих значень параметрів технічного стану у майбутньому, визначає тип прогнозу - короткотерміновий, середьотерміновий тощо при прогнозованих УЕ відповідно ($e_{y.e.T3(t+k\Delta t)}$).

Забезпечення системи інформації УЕ ТЗ $S_{y.e.\Sigma T3_i}(t)_i$ побудовано на основі серверних рішень $S_{y.e.T3_i}(t)_i$ за положеннями М.Я. Говорущенко [4, 7, 138], локального джерела інформації $S_{y.e.Vd_i}(t)_i$ і мережевих баз даних $S_{y.e.Net_i}(t)_i$:

$$S_{y.e.\Sigma T3_i}(t) = (S_{y.e.T3_i}(t), S_{y.e.Vd_i}(t), S_{y.e.Net_i}(t)). \quad (3.8)$$

Це забезпечує можливість створення єдиного централізованого сховища розподіленої у просторі інформації, підтримки багатокористувацького середовища отримання інформації (редагування), можливість доступу віддалених користувачів, систематизації інформації та її наочного відображення в єдиному комплексі.

В процесі розробки інформаційного забезпечення процесів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ з урахуванням УЕ були зібрані наявні джерела інформації в частині координат ТЗ на місцевості в реальному часі, модель автомобільної дороги, моделі об'єктів інфраструктури доріг, територіальних природних і техногенних систем, отримані результати трекінгу ТЗ. Джерела інформації для забезпечення функціонування інформаційної системи моніторингу технічного стану ТЗ з урахуванням УЕ представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Джерела інформації для інформаційної системи моніторингу технічного стану ТЗ з урахуванням УЕ

№	Параметр	Джерела інформації для інформаційної системи моніторингу технічного стану ТЗ з урахуванням УЕ
1	Параметри стану і положення ТЗ на мапі	http://view.torque-bhp.com/ http://ian-hawkins.com:8080/
2	Транспортні УЕ ТЗ з урахуванням геолокації	http:// yandex.ua/maps.ru/kharkov.htm
3	Атмосферно-кліматичні УЕ ТЗ	http://meteoco.ru/ http://ready.arl.noaa.gov/READYsmet.php
4	Дорожні УЕ ТЗ	http://view.torque-bhp.com/ https://yandex.ua/maps/ (приклад: https://yandex.ua/maps/147/kharkiv/?lang=ru&ll=36.231202%2C49.990175&z=13)
5	Ідентифікація ТЗ в процесі експлуатації в умовах ITS	http://view.torque-bhp.com/ http://carlife.in.ua/vin-kod

В процесі дослідження і оцінки умов експлуатації ТЗ використовувалась *географічна модель автомобільної дороги* в Torque, Yandex.Maps, яка була основою системи аналізу і являє собою шар лінійних об'єктів з параметрами інформаційної взаємодії:

$$F_{ts}(RV_{Road})_i = (Ident_{RV_i}, Cat_{RV_i}, Cod_{Dil_i}, Distanse_{Descr_i}, Type_{RVn_i}, Type_{Roadn_i}, Track_{V_i}), \quad (3.9)$$

де $F_{ts}(RV_{Road})_i$ - інформація аналогічна відповідним параметрам технічного стану ТЗ у відповідних УЕу відповідний момент часу для інформаційної системи автомобільної дороги; $Ident_{RV_i}$ - ідентифікатор i ділянки руху ТЗ; Cat_{RV_i} - категорія i автомобільної дороги; Cod_{Dil_i} - код ділянки автомобільної дороги, $Distance_{Descr_i}$ - опис ділянки автомобільної дороги, $Type_{RVn_i}$ - кількість полос руху, $Type_{Roadn_i}$ - тип дорожнього покриття, $Track_{V_i}$ - ширина полоси руху.

На основі географічної моделі автомобільної дороги була розроблена інформаційна модель положення ТЗ на автомобільній дорозі. Кожна ділянка моделі описується наступним вектором параметрів:

$$F_{ts}(RV_{Traffic})_i = (Ident_{RV_i}, Ident_{PRoute_i}), \quad (3.10)$$

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

З ділянок маршруту інформаційної моделі положення ТЗ на автомобільній дорозі формується маршрут руху. Він являє собою певний (конкретний) шлях руху ТЗ, реалізований у вигляді лінійного об'єкта і супроводжуваний наступним вектором параметрів:

$$F_{ts}(RV_{Marshrut})_i = (Ident_{RV_i}, Ident_{Route_i}), \quad (3.11)$$

де $Ident_{RV_i}$ – ідентифікатор i ділянки руху ТЗ; $Ident_{Route_i}$ – ідентифікатор маршруту руху ТЗ.

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

$$\begin{aligned} F_{ts}(RV_{RouteProperties})_i &= \\ &= (Ident_{RV_i}, Ident_{Route_i}, Route_{Property_i}, Ident_{SR_i}, \\ &Coordinate_{First_i}, Coordinate_{End_i}, Value_{V_i}, Date_i, Base_{Speed_i}), \end{aligned} \quad (3.12)$$

де $Ident_{RV_i}$ - ідентифікатор i ділянки руху ТЗ; $Ident_{Route_i}$ - ідентифікатор маршруту руху ТЗ; $Route_{Property_i}$ - тип маршруту руху ТЗ; $Ident_{SR_i}$ - ідентифікатор ділянки швидкісного режиму руху ТЗ; $Coordinate_{First_i}$ - початок ділянки швидкісного режиму руху ТЗ; $Coordinate_{End_i}$ - кінець ділянки швидкісного режиму руху ТЗ; $Value_{V_i}$ - встановлена допустима швидкість руху ТЗ; $Date_i$ - дата

встановлення швидкості руху ТЗ; $Base_{Speed_i}$ - встановлена (базова) швидкість на ділянці руху ТЗ.

Поряд з моделлю автомобільної дороги, в інформаційній моделі, існує можливість описувати координати об'єктів дорожньої інфраструктури. За допомогою мапи ІСМ можливо зафіксувати координати і особливості впливу на рух ТЗ в умовах експлуатації мостів, переїздів, світлофорів тощо. Також на особливості умов експлуатації мають вплив наявні прилеглі техногенні об'єкти (із зазначенням типу і виду виробництва) або природні територіальні системи. Всі перераховані вище об'єкти типізовані за характеристиками і містять параметр оцінки впливу на процеси руху ТЗ і умови експлуатації ТЗ.

В процесах дослідження умов експлуатації ТЗ у взаємодії з водієм ТЗ і ПК можливо вирішувати задачі дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов. При цьому відбувається оцінка стану автомобільної дороги, об'єктів інфраструктури автомобільної дороги та об'єктів прилеглої території.

4. Формування моделі бази даних інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

Модель предметної області системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ представлена у вигляді наступної множини компонентів і складових системи інформації, в частині технічних параметрів стану двигуна ТЗ, технічних параметрів стану ТЗ і параметрів УЕ:

$$M_{np.o.} = \langle F, H, P, O, V_{вх.}, V_{вих.}, R \rangle, \quad (3.13)$$

де $F = \{f_i | i = \overline{1, I}\}$ - множина функцій користування (функції автоматизації), що виконуються системою моніторингу параметрів технічного стану ТЗ; $H = \{h_j | j = \overline{1, J}\}$ - множина завдань обробки даних системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ; $P = \{p_k | k = \overline{1, K}\}$ - множина користувачів (кількість і склад персоналу), яка забезпечує роботу з системою моніторингу параметрів технічного стану ТЗ; $V_{вх.} = \{v_l | l \in L_{вх.}\}$ - множина вхідних інформаційних елементів; $V_{вих.} = \{v_l | l \in L_{вих.}\}$ - множина вихідних інформаційних елементів; $V = V_{вх.} \cup V_{вих.}$ - повна множина інформаційних елементів; $O = \{o_m | m = \overline{1, M}\}$ - множина об'єктів автоматизації ТЗ, які можливо представити самостійними частинами для блоків збирання і передачі інформації: від двигуна ТЗ; від ТЗ про його параметри; про УЕ ТЗ; про результати виконання ідентифікації; про результати проведення діагностики; про параметри екологічної безпеки; про витрату палива; $R = \{r_y | y = \overline{1, Y}\}$ - множина відносин (взаємозв'язків) між компонентами $M_{np.o.}$ предметної області (3.6) системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ.

При необхідності мати сумісні бази даних і об'єднувати інформаційні системи, в залежності від вимог конкретного варіанту завдання на створення предметної області, всі функції в частині користування, завдання обробки даних, об'єктів і автоматизації і інформаційні елементи можуть бути як зменшені так і збільшені за обсягом. У відповідності до поставленого завдання, а саме формування предметної області системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, в залежності від технічної спроможності і математичного забезпечення, модель повинна описувати для відповідного об'єкту автоматизації всі необхідні *інформаційні елементи (вхідні і вихідні дані)*, а саме повна множина інформаційних елементів $V = \{ v_l / l = 1, L \}$ має вигляд (показаний в табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Основні інформаційні елементи об'єктів автоматизації ТЗ

№ п/п	Позначення	Найменування
1	2	3
1	v_1	Тиск моторної оливи (наявність нормального тиску моторної оливи)
2	v_2	Температура охолоджуючої рідини двигуна
3	v_3	Частота обертання двигуна
4	v_4	Положення колінчастого валу
5	v_5	Положення розподільного валу
6	v_6	Температура у впускному колекторі
7	v_7	Тиск повітря у впускному колекторі
8	v_8	Масова витрата повітря
9	v_9	Тиск палива в паливній магістралі
10	v_{10}	Тиск парів в системі подачі палива
11	v_{11}	Кут випередження запалювання
12	v_{12}	Абсолютне положення дроселя
13	v_{13}	Відносне положення дроселя
14	v_{14}	Абсолютне значення навантаження на двигун
15	v_{15}	Основне паливо – повітряне співвідношення для керування двигуном (од.)
16	v_{16}	Основне співвідношення повітря – паливо, л/ л
17	v_{17}	Напруга бортової мережі (акумуляторної батареї) ТЗ
18	v_{18}	Напруга в системі керування двигуном
19	v_{19}	Рівень палива в баку ТЗ
20	v_{20}	Миттєва витрата палива, літр / км (км / літр)
21	v_{21}	Середня витрата палива, літр / км (км / літр)
22	v_{22}	Витрата палива на 100 км. пробігу

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3
23	v_{23}	Середня витрата палива на 100 км. пробігу
24	v_{24}	Передбачувана витрата палива на відповідний пробіг
25	v_{25}	Положення (органа керування паливоподачею) педалі акселератора
26	v_{26}	Температура каталізатора
27	v_{27}	Викиди CO ₂ , г / км
28	v_{28}	Викиди CO ₂ , середні, г / км
29	v_{29}	Напруга на датчику O ₂ каталізатора (лямбда-датчик у банці 1)
30	v_{30}	Напруга на датчику O ₂ каталізатора (лямбда-датчик у банці 2)
31	v_{31}	Пробіг (відстань) від моменту появи похибки, км
32	v_{32}	Час пробігу ТЗ від моменту появи похибки, сек
33	v_{33}	Виявлення несправності
34	v_{34}	Розпізнавання несправності
35	v_{35}	Попередження про наявність несправності
36	v_{36}	Передача інформації про визначену несправність
37	v_{37}	Крутний момент транспортного двигуна (в русі ТЗ)
38	v_{38}	Потужність двигуна ТЗ на пересування (в русі ТЗ)
39	v_{39}	Прискорення ТЗ (загальне)
40	v_{40}	Прискорення ТЗ (вісь X)
41	v_{41}	Прискорення ТЗ (вісь Y)
42	v_{42}	Прискорення ТЗ (вісь Z)
43	v_{43}	Швидкість ТЗ (GPS)
44	v_{44}	Швидкість ТЗ (OBD)
45	v_{45}	Порівняння (різниця) значень швидкостей GPS і OBD
46	v_{46}	Пробіг (відстань) ТЗ загальний, км
47	v_{47}	Пробіг (відстань) від початку вимірювань, км
48	v_{48}	Пробіг (відстань) добовий, км
49	v_{49}	Час пробігу ТЗ, сек
50	v_{50}	Час пробігу ТЗ загальний, сек
51	v_{51}	Час пробігу ТЗ в русі, загальний, сек
52	v_{52}	Час відстою ТЗ загальний, сек
53	v_{53}	Час пробігу ТЗ після запуску двигуна, сек
54	v_{54}	Номер сесії (вимірювання на відповідному кроці сесії)
55	v_{55}	Середня температура оточуючого середовища
56	v_{56}	Середній тиск оточуючого середовища
57	v_{57}	Координата ТЗ - довгота (GPS)
58	v_{58}	Координата ТЗ - широта (GPS)
59	v_{59}	VIN-код
60	v_{60}	Час збирання інформації

Контрольні запитання

1. З чого складається єдина експлуатаційна класифікація умов роботи ТЗ?
2. На базі чого формується модель параметрів технічного стану ТЗ?
3. Яким чином забезпечується формування методики застосування класифікації умов експлуатації ТЗ в інформаційних умовах *ITS*?
4. Як здійснюється коригування швидкості руху ТЗ залежно від сформованих умов експлуатації?

Тема 4. Математична модель інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану автомобіля в умовах експлуатації

1. Особливості інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації.
2. Формування і аналіз інформаційної моделі предметної області транспортного засобу.
3. Формування і створення канонічної структури бази даних системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ до реляційної моделі.

1. Особливості інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації.

Для визначення інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації при проведенні його моніторингу будемо використовувати діаграми потоків даних (**DFD** - Data Flow Diagramm).

Розроблена діаграма (рис. 4.1) потоків даних **DFD** являє собою самий верхній описовий рівень системи моніторингу ТЗ. Подальше уточнення моделі потоків даних проводимо шляхом декомпозиції об'єктів, які складають її.

Джерелами первинної інформації про технічний стан ТЗ у системі моніторингу технічного стану (рис. 4.1) виступають «Учасники процесу моніторингу ТЗ (користувачі), засоби моніторингу», «Процес експлуатації ТЗ в умовах експлуатації», «Умови експлуатації ТЗ в процесах моніторингу» тощо, що вважаємо «зовнішніми сутностями. До функціональних завдань інформаційної системи моніторингу ТЗ відносимо ідентифікацію, моніторинг параметрів і діагностування технічного стану ТЗ та оцінку умов експлуатації ТЗ засобами *ITS*.

Потоками даних у системі моніторингу ТЗ, що розглядається, будуть дані, які одержуються від учасників процесу моніторингу ТЗ, від відповідних засобів моніторингу, від учасників експлуатації ТЗ про умови експлуатації ТЗ і процеси експлуатації ТЗ під час моніторингу, які в подальшому обробляються, передаються і зберігаються, а також команди і запити, що циркулюють між комунікаційним обладнанням учасників процесу моніторингу. У загальному випадку згідно з анотацією «Йордона – Де Марко» схема функціонування інформаційної системи моніторингу ТЗ представлена на рис. 4.1.

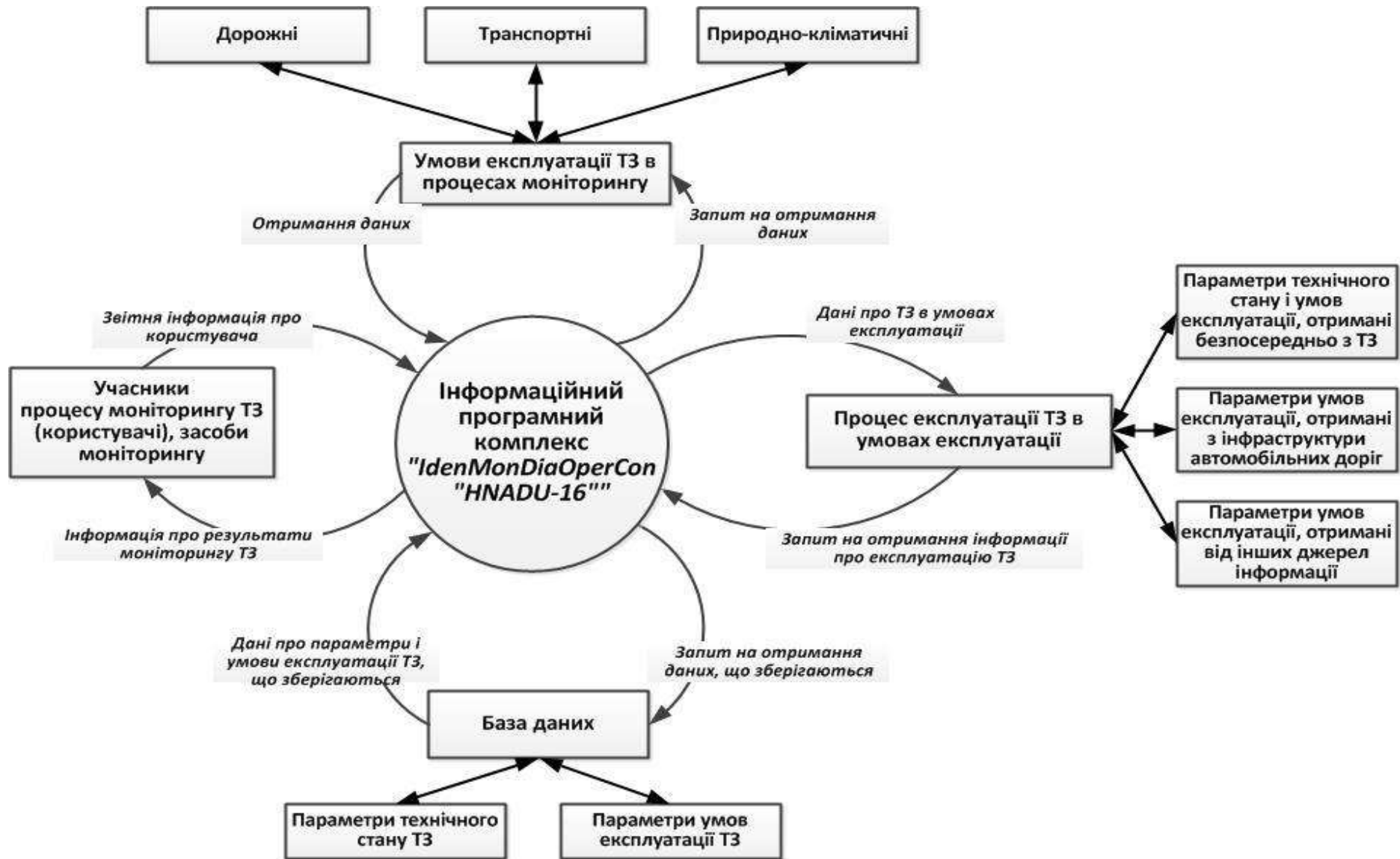


Рисунок 4.1 - DFD-діаграма функціонування інформаційної системи моніторингу ТЗ

Згідно з вимогами і завданнями до інформаційної системи в частині ПЗ, вона реалізує вирішення таких завдань моніторингу ТЗ, як збирання даних з ТЗ; зберігання даних; ідентифікація ТЗ у просторі і в системі моніторингу; побудова функціональних залежностей у часі; моніторинг параметрів технічного стану ТЗ з можливостями їх прогнозування; ідентифікація умов експлуатації; діагностування стану ТЗ і перевірка відповідності стану ТЗ отриманим параметрам моніторингу за визначеними параметрами.

У межах DFD-діаграми (рис. 4.1) розроблено структуру моделі інформаційного забезпечення системи моніторингу технічного стану ТЗ в умовах експлуатації, яка показана на рисунку 4.2. При її формуванні в умовах *ITS*, для проведення формалізації основних процесів, застосували методологію структурного аналізу і проектування **SADT** (*Structured Analysis and Design Technique*). Вихідними даними для проведення моніторингу технічного стану ТЗ, відповідно до положень методології **IDEF0**, особливостей конструктивного виконання ТЗ і особливостей умов експлуатації, є інформація про технічний стан ТЗ, що отримується дистанційно. На рисунку 4.2 показана розроблена авторами структурована інформаційна модель ІПК «**IdenMonDiaOperCon** (*Identification, Monitoring technical condition, Diagnosis, Operating conditions of the vehicle under ITS*) «**HNADU-16**»».

Основними етапами обробки отриманої інформації про технічний стан ТЗ в ІПК є ідентифікація ТЗ в просторі, системі моніторингу і нестационарних умовах експлуатації; збирання вихідних даних про параметри технічного стану і положення у просторі ТЗ в умовах експлуатації; прогнозування параметрів стану ТЗ; ідентифікація умов експлуатації; діагностування стану, збирання повідомлень і даних діагностування ТЗ; перевірка відповідності дійсного стану ТЗ отриманим параметрам і умовам експлуатації, в процесі моніторингу.

Для адаптації ІПК «**IdenMonDiaOperCon** «**HNADU-16**»» в «віртуальне підприємство експлуатації автомобільного транспорту (**ВПЕАТ**) необхідно внести відповідні зміни в складові ПЗ та компоненти останнього, а саме налаштування апаратного (**БІНК**) і програмного забезпечення. В подальшому показано бачення авторів щодо функціональної структури і інформаційної взаємодії ІПК «**IdenMonDiaOperCon** «**HNADU-16**»» з елементами віртуального підприємства.

В цьому випадку у загальне програмне забезпечення віртуального підприємства з експлуатації автотранспорту внесені такі доповнення в частині алгоритмів роботи і програмного забезпечення при виконанні: ідентифікації ТЗ; ідентифікації умов експлуатації; перевірки відповідності стану ТЗ умовам експлуатації. Крім цього, достатньо повно забезпечена співпраця розробленого ІПК «**IdenMonDiaOperCon** «**HNADU-16**»» з ІПК «**MonDiaFor** «**HADI-15**»».

2. Формування і аналіз інформаційної моделі предметної області транспортного засобу

Для формалізованої побудови (опису) і аналізу інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ аналітичний опис її семантики виконуємо за допомогою булевих матриць суміжності, що описують відповідні відносини R між компонентами $M_{np.o.}$ (3.13) предметної області ТЗ.

Для предметної області ТЗ виділяємо наступні види відносин між множинами $\{ F, H, P, O, V_{вх.}, V_{вих.}, R \}$ в межах основної предметній області системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ і зводимо їх у табл. 4.1- 4.2.

$$FH = \|fh_{ij}\|, \quad (4.1)$$

$$FP = \|fp_{ik}\|, \quad (4.2)$$

$$FO = \|fo_{im}\|, \quad (4.3)$$

$$FV = \|fv_{il}\|, \quad (4.4)$$

$$HP = \|hp_{jk}\|, \quad (4.5)$$

$$HO = \|ho_{jm}\|, \quad (4.6)$$

$$HV = \|hv_{il}\|, \quad (4.7)$$

$$OV = \|ov_{ml}\|, \quad (4.8)$$

Таблиця 4.1 - Відповідність інформаційних елементів об'єктам автоматизації

Об'єкти автоматизації	Інформаційні елементи
O_1	$V_1 - V_{18}, V_{60}$
O_2	$V_{19} - V_{25}, V_{60}$
O_3	$V_{26} - V_{30}, V_{60}$
O_4	$V_{31} - V_{36}, V_{60}$
O_5	$V_{37} - V_{42}, V_{60}$
O_6	$V_{43} - V_{58}, V_{60}$
O_7	V_{59}, V_{60}

Таблиця 4.2- Відповідності «Експлуатаційний персонал – Функції автоматизації - Завдання обробки даних»

Експлуатаційний персонал	Функції автоматизації	Завдання обробки даних
p_1	$f_1 - f_{22}$	$h_1 - h_{21}$
p_2	$f_1 - f_{22}$	$h_1 - h_{21}$
p_3	$f_1 - f_{22}$	$h_1 - h_{21}$

Формуємо аналітичний опис семантики системи за допомогою булевих матриць суміжності, які описують відповідні відносини R між компонентами $M_{np.o}$ предметної області, виходячи з наступних міркувань: якщо між відповідними компонентами є відношення (взаємозв'язок) - елементи даних матриць дорівнюють 1, а у іншому випадку (відсутність взаємозв'язку) - дорівнюють 0. Визначаємо множини відносин (взаємозв'язків) $R_i = \{r_y | y = 1, Y\}$ між компонентами $M_{np.o}$ в межах інформаційної моделі предметної області ТЗ $R = \{r_y | y = 1, Y\}$ (3.13), де:

- $r_1 (F, H)$ - відношення «Функції автоматизації - Завдання обробки даних », за допомогою якого кортеж відносини r_1 (булева матриця суміжності) визначає використання конкретної функції відповідних завдань (процедур) обробки даних, представлено залежністю (4.8);

- $r_2 (F, O)$ - відношення «Функції автоматизації - Об'єкти автоматизації», за допомогою якого кортеж відносини r_2 (булева матриця суміжності) характеризує приналежність об'єкта автоматизації до відповідної функції, представлено залежністю (4.9);

- $r_3 (F, P)$ - відношення «Функції автоматизації – Склад експлуатаційного персоналу», за допомогою якого кортеж відносини r_3 (булева матриця суміжності) характеризує використання відповідної функції користувачем, представлено залежністю (4.10);

- $r_4 (F, V)$ - відношення «Функції автоматизації - Інформаційні елементи об'єктів автоматизації», за допомогою якого кортеж відносини r_4 (булева матриця суміжності) визначає використання інформаційних елементів при реалізації відповідної функції, представлено залежністю (4.11);

- $r_5 (H, P)$ - відношення «Завдання обробки даних – Склад експлуатаційного персоналу», за допомогою якого кортеж відносини r_5 (булева матриця суміжності) визначає відповідність тих чи інших завдань обробки даних інформаційним потребам складу експлуатаційного персоналу, представлено залежністю (4.12);

- $r_6 (H, O)$ - відношення «Завдання обробки даних (Об'єкти автоматизації», за допомогою якого кортеж відносини r_6 (булева матриця суміжності) визначає відповідність об'єктів автоматизації завданням (процедурам) обробки даних, представлено залежністю (4.13);

- $r_7 (H, V)$ - відношення «Завдання обробки даних - Інформаційні елементи об'єктів автоматизації», за допомогою якого кортеж відносини r_7 (булева матриця суміжності) визначає використання вхідних і формування вихідних інформаційних елементів при виконанні відповідних процедур обробки даних, представлено залежністю (4.14);

- $r_8 (O, V)$ - відношення «Об'єкти автоматизації - Інформаційні елементи об'єктів автоматизації», за допомогою якого кортеж відносини r_8 (булева матриця суміжності) характеризує інформаційний зміст (опис) відповідного об'єкта, представлено залежністю (4.15).

В результаті формування опису предметної області моніторингу параметрів технічного стану ТЗ отримано інформаційні моделі, які забезпечують сталий

однозначний зв'язок об'єктів системи з інформаційними елементами і з об'єктами автоматизації.

$$FH = \begin{bmatrix} 10000000000000000000 \\ 01000000000000000000 \\ 00100000000000000000 \\ 00010000000000000000 \\ 00001000000000000000 \\ 00000100000000000000 \\ 00000010000000000000 \\ 00000001000000000000 \\ 00000000100000000000 \\ 00000000010000000000 \\ 00000000001000000000 \\ 00000000000100000000 \\ 00000000000010000000 \\ 00000000000001000000 \\ 00000000000000100000 \\ 00000000000000010000 \\ 00000000000000001000 \\ 00000000000000000100 \\ 00000000000000000010 \\ 00000000000000000001 \\ 00000000000000000000 \\ 11111111111111111111 \end{bmatrix} \tag{4.8}$$

$$FO = \begin{bmatrix} 1000000 \\ 0100000 \\ 0010000 \\ 0001000 \\ 0000100 \\ 0000010 \\ 0000001 \\ 1000000 \\ 0100000 \\ 0010000 \\ 0001000 \\ 0000100 \\ 0000010 \\ 0000001 \\ 1000000 \\ 0100000 \\ 0010000 \\ 0001000 \\ 0000100 \\ 0000010 \\ 0000001 \\ 1111111 \end{bmatrix} \tag{4.9}$$

$$HO = \begin{bmatrix} 1000000100 & 0000100000 & 0 \\ 0100000010 & 0000010000 & 0 \\ 0010000001 & 0000001000 & 0 \\ 0001000000 & 1000000100 & 0 \\ 0000100000 & 0100000010 & 0 \\ 0000010000 & 0010000001 & 0 \\ 0000001000 & 0001000000 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.13)$$

$$HV = \begin{bmatrix} 1111111111 & 1111111100 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000011 & 1111100000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000011111 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 1111110000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000011111 & 1100000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0011111111 & 1111111101 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000011 \\ 1111111111 & 1111111100 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000011 & 1111100000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000011111 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 1111110000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000011 \\ 1111111111 & 1111111100 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000011 & 1111100000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000011111 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 1111110000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000011111 & 1100000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0011111111 & 1111111101 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000011 \end{bmatrix} \quad (4.14)$$

$$O_1 V_1 = \begin{bmatrix} 1111111111 & 1111111100 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000011 & 1111100000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000011111 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 1111110000 & 0000000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000011111 & 1100000000 & 0000000001 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0011111111 & 1111111101 \\ 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000000 & 0000000011 \end{bmatrix} \quad (4.15)$$

У результаті формування опису предметної області моніторингу параметрів технічного стану ТЗ отримано інформаційні моделі, які забезпечують сталий однозначний зв'язок об'єктів системи з інформаційними елементами і з об'єктами автоматизації.

3. Формування і створення канонічної структури бази даних системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ до реляційної моделі

Процес формування та аналізу графів інформаційних структур моделі системи «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» включає в себе наступні взаємопов'язані операції: побудову множин структурних елементів на основі моделі предметної області системи; формування матриці семантичної суміжності на множині структурних елементів, побудову орієнтованого графу його інформаційної структури; формування матриці семантичної досяжності на множині структурних елементів; визначення інформаційних і групових елементів структурних множин; упорядкування груп структурних елементів за рівнями

ієрархії, виділення і формування множині ключів і атрибутів в групах даних підсистем; побудова канонічних моделей підсистем баз даних системи.

Визначення множини структурних елементів системи моніторингу технічного стану ТЗ (рис. 4.3) проводили наступним чином: до елементів множини об'єктів автоматизації (O), додавали елементи множин інформаційних елементів об'єктів автоматизації (V) і відповідним чином індексували їх. У результаті отримали множину елементів для всієї системи моніторингу технічного стану ТЗ:

$$D = \{d | l = 1,67\}, \quad P(D) = 67. \quad (4.16)$$

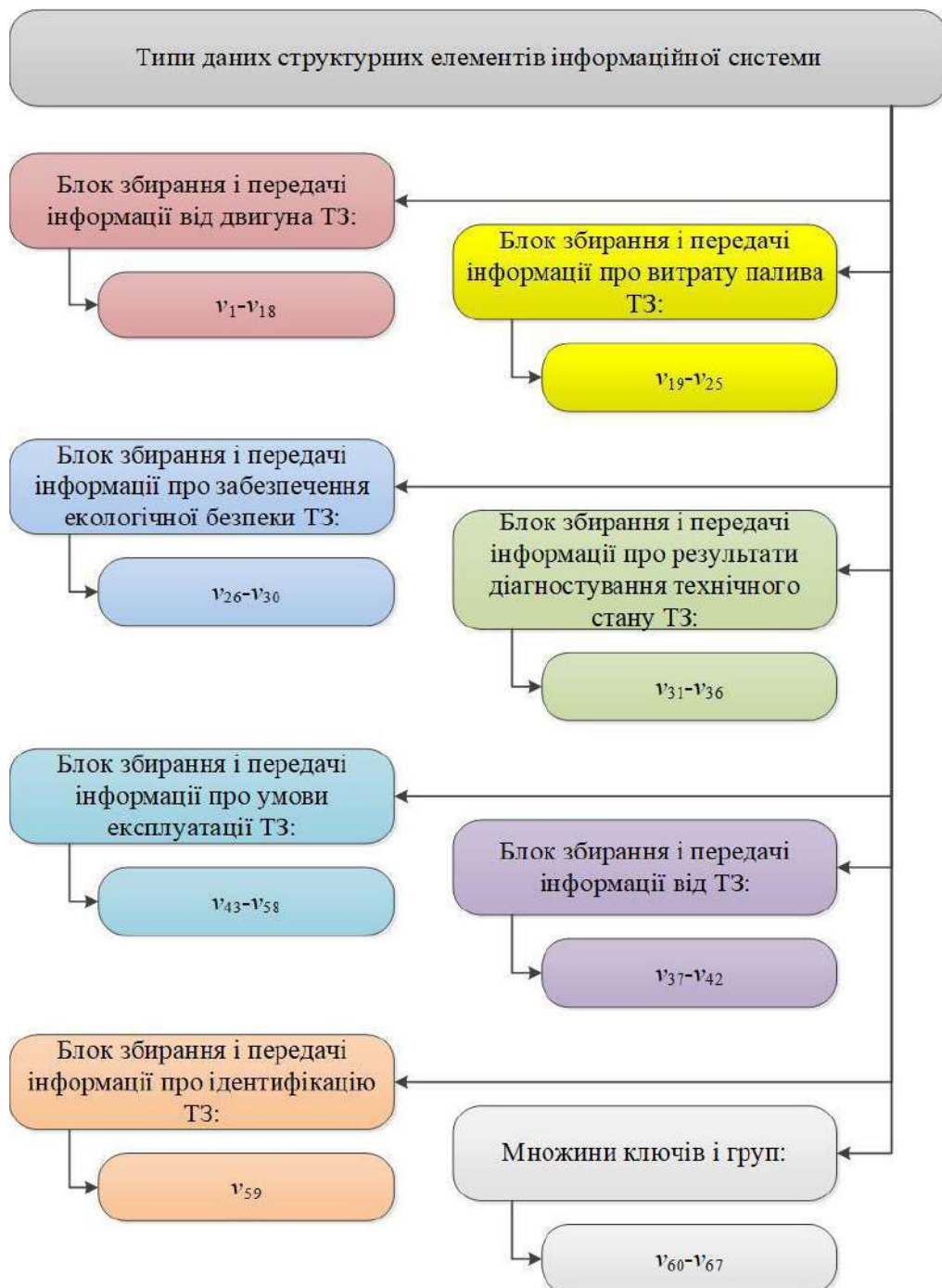


Рисунок 4.3 - Типи даних у блоках структурних елементів інформаційної системи

Матриці семантичної суміжності B ставиться у відповідності до графу інформаційної структури $G (D, U)$, множинами вершин якого є структурні елементи множин D , а дуги (d_i, d_j) відповідають запису $b_{ij} = 1$, в матриці B . Дуги організованого графа (орграфу) G (рис. 4.4) відображають наявність або відсутність семантичної зв'язності між їх структурними елементами. Матриця семантичної досяжності A , яка збігається з матрицею семантичної суміжності B , утворює можливість до визначення множин передування $C(d_i)$ та досяжності $F(d_i) \forall d_i \in D$. Множина передування $C(d_i)$ формується з елементів, які відповідають одиничним записам у i -му стовпці, а множина $F(d_i)$ - з елементів, які відповідають одиничним записам у i -му рядку матриці семантичної досяжності A . Аналіз множини передування $C(d_i)$ дозволяє виділити базові типи структурних елементів, а саме інформаційні елементи та групи. Інформаційним елементам відповідають ті структури, для яких множини передування $C(d_i) = 0$.

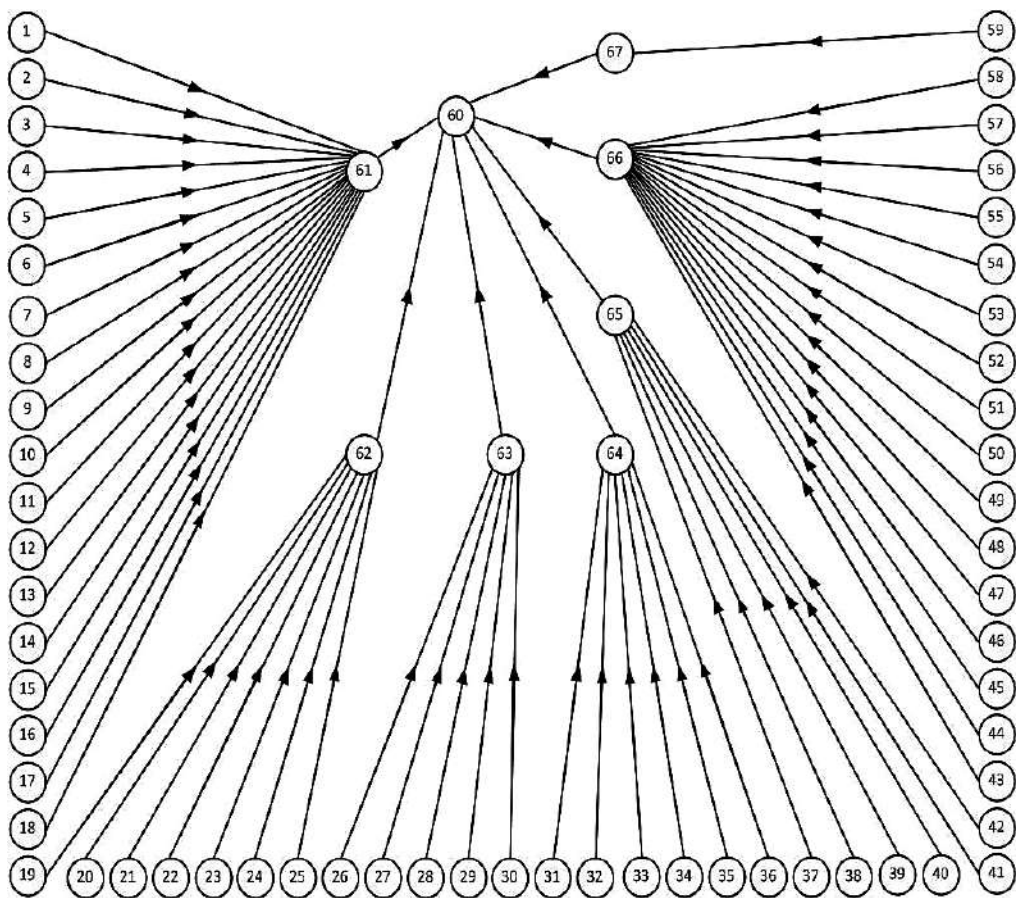


Рисунок 4.4 - Орграф G інформаційної структури моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

На орграфі G їм відповідають висячі вершини. Згідно (4.18), а також (4.19), розрахунковим шляхом були визначені множини передування і досяжності для кожного структурного елемента системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ:

$$\begin{aligned}
& \forall i, i=1, \dots, 59 \ C(d_i) = \phi \\
& C(d_{61}) = \{d_i / i=1, \dots, 18, 60\}, \\
& C(d_{62}) = \{d_i / i=19, \dots, 25, 60\}, \\
& C(d_{63}) = \{d_i / i=26, \dots, 30, 60\}, \\
& C(d_{64}) = \{d_i / i=31, \dots, 36, 60\}, \\
& C(d_{65}) = \{d_i / i=37, \dots, 42, 60\}, \\
& C(d_{66}) = \{d_i / i=43, \dots, 58, 60\}, \\
& C(d_{67}) = \{d_i / i=59, \dots, 60\},
\end{aligned} \tag{4.18}$$

$$\begin{aligned}
& \forall i, i=61, \dots, 67 \ F(d_i) = \phi \\
& \forall i, i=1, \dots, 18 \ F(d_i) = \{d_{61}\}, \\
& \forall i, i=19, \dots, 25 \ F(d_i) = \{d_{62}\}, \\
& \forall i, i=26, \dots, 30 \ F(d_i) = \{d_{63}\}, \\
& \forall i, i=31, \dots, 36 \ F(d_i) = \{d_{64}\}, \\
& \forall i, i=37, \dots, 42 \ F(d_i) = \{d_{65}\}, \\
& \forall i, i=43, \dots, 58 \ F(d_i) = \{d_{66}\}, \\
& \forall i, i=59, \dots, 60 \ F(d_i) = \{d_{67}\}, \\
& F(d_{60}) = \{d_{61}, d_{62}, d_{63}, d_{64}, d_{65}, d_{66}, d_{67}\}
\end{aligned} \tag{4.19}$$

де \forall - математичне позначення поняття – *будь який*, потрібно читати як - "для усіх", "для будь кого".

Для визначення інформаційних елементів системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ необхідно підсумувати елементи кожного з стовпців j матриці A , виходячи з наступних міркувань: якщо $\sum_{i=1}^{P(D)} a_{ij} = 0$ то j -ий елемент структурної множини системи є інформаційним, а в іншому випадку, структурний елемент - є груповим елементом (групою), тобто:

$$\begin{aligned}
& \sum_{i=1}^{67} a_{i1} = \sum_{i=1}^{67} a_{i2} = \sum_{i=1}^{67} a_{i3} = \dots = \sum_{i=1}^{67} a_{i60} = 0, \\
& \sum_{i=1}^{67} a_{i61} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{i62} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{i63} > 0, \\
& \sum_{i=1}^{67} a_{i64} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{i65} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{i66} > 0, \sum_{i=1}^{67} a_{i67} > 0.
\end{aligned} \tag{4.19}$$

Таким чином, множина інформаційних елементів системи моніторингу параметрів стану ТЗ D^0 була визначена і має вигляд:

$$D^{\circ} = \{d_1 - d_{60}\}, \quad (4.20)$$

а множина елементів групи (груповим елементом) D° була визначена з виразу:

$$D^{\circ} = D \setminus D^{\circ} = \{d_{61}, d_{62}, d_{63}, d_{64}, d_{65}, d_{66}, d_{67}\}. \quad (4.21)$$

Для предметної області інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ визначили існуючий загальний інформаційний елемент для всіх сіми інформаційних груп. Цей елемент «Час збирання інформації» - d_{60} , який є ключовим з причини семантичної залежності одержуваних даних моніторингу параметрів технічного стану ТЗ від часу збирання інформації. Таким чином, з урахуванням особливостей побудови, розроблена інформаційна система моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, має множину ключів:

$$W_1 = \{d_{60}\}, \quad (4.22)$$

відповідно, множина атрибутів системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ:

$$W_2 = \{d_i / i = 1, \dots, 59\} \quad (4.23)$$

Приведений до канонічної структури оргграф системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ показаний на рисунку 4.5.

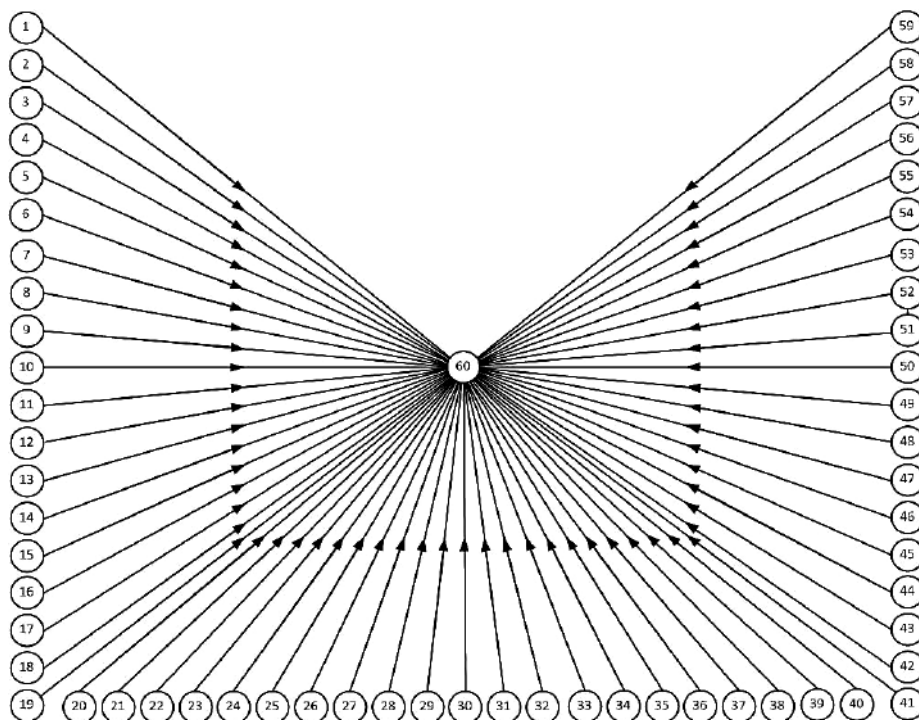


Рисунок 4.5 - Оргграф G канонічної структури моделі підсистеми моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

Побудована реляційна модель системи моніторингу на основі канонічної структури бази даних і припустимих положень, відповідно до множини допустимих значень основних параметрів технічного стану ТЗ, показана на рисунку 4.6. Таким чином отриманої в результаті проведеного аналізу інформації достатньо для створення системи управління бази даних реляційного типу в тому числі і в компонентах ІПК «**I**den**M**on**D**ia**O**per**C**on «**HNADU-16**»».

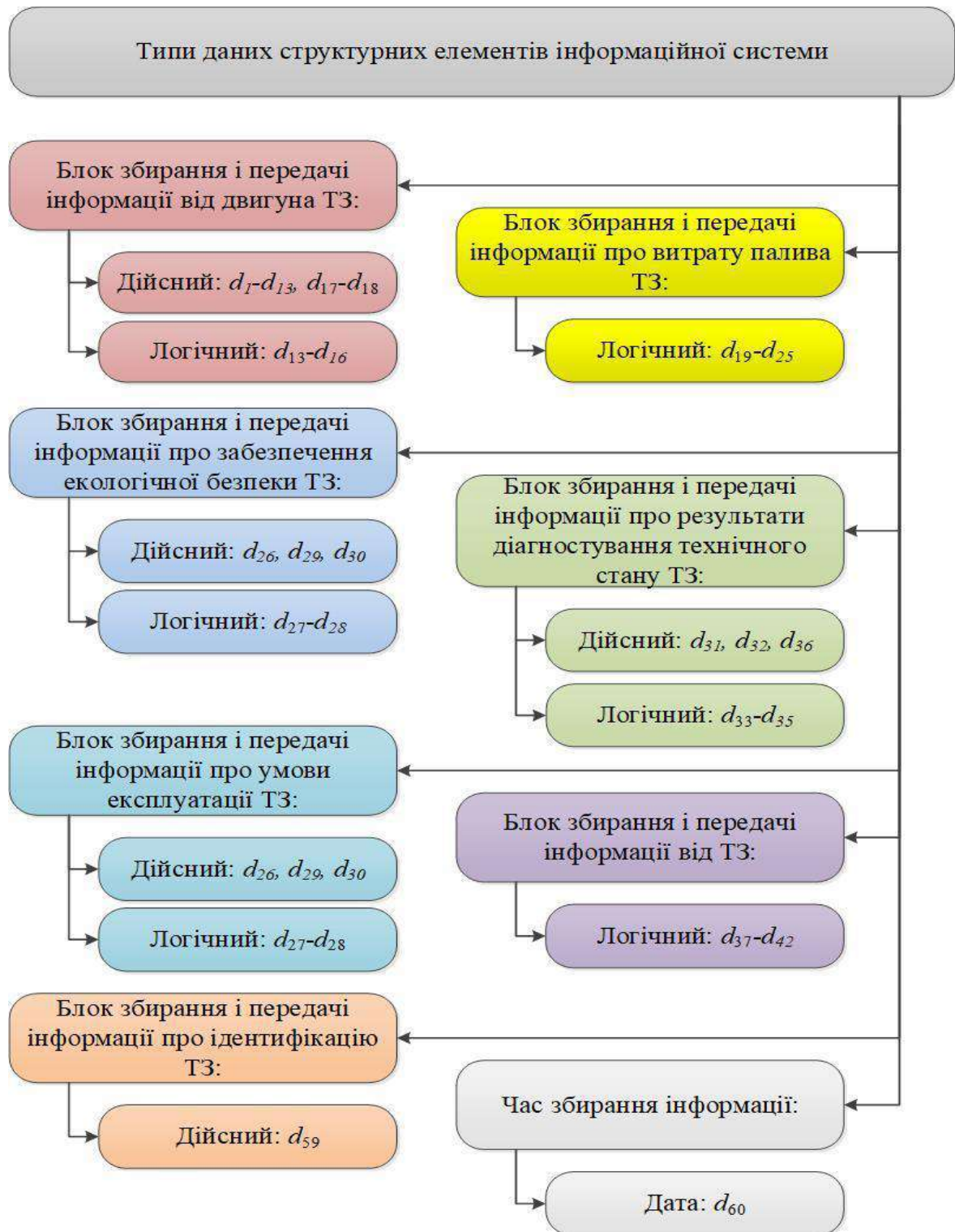


Рисунок 4.6 - Основні блоки структурних елементів інформаційної системи із визначенням типу даних атрибутів

Контрольні запитання

1. Що являє собою діаграма потоків даних у системі моніторингу?
2. Що являє собою ППК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» в структурі і процесах віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту?
3. Що являє собою модель предметної області системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ?
4. З чого складається оргграф інформаційної структури моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ?

Тема 5. Розробка структури і алгоритмів системи дистанційного моніторингу транспортного засобу

1. Розробка структури системи дистанційного моніторингу ТЗ на основі бортового інформаційного комплексу *ITS*.
2. Формування алгоритмів ідентифікації, моніторингу та діагностування з можливістю прогнозування параметрів технічного стану ТЗ.
3. Формування алгоритму проведення дистанційного діагностування технічного стану ТЗ в процесах експлуатації в умовах *ITS*.

Для дослідження способів і технологічних процесів експлуатації ТЗ, удосконалення організації та розробки методів і технічних засобів автоматизації, комп'ютеризації та інформатизації процесів експлуатації доцільно використовувати нові можливості для отримання технічної інформації про окремі ТЗ шляхом моніторингу їх параметрів стану за допомогою сучасних засобів *ITS*. Реалізація вказаних можливостей забезпечується поєднанням сучасних комп'ютерних технологій та мережею навігаційних супутникових технологій, а саме GPS, *a*-GPS, SBAS, GPRS, Internet, локальною мережею тощо. До бортових засобів *ITS* на транспорті сьогодні відносять традиційні і опційні об'єкти сучасної автомобільної електроніки, автономні мікропроцесорні системи автоматичного контролю та керування ТЗ тощо.

Для забезпечення формального підходу до процесу моделювання і побудови інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах *ITS* була розроблена загальна методика побудови і моделювання системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ. Для формування дослідної інформаційної системи для аналізу і взаємодії ТЗ з оточуючим середовищем, у вигляді умов експлуатації, визначені принципи системної взаємодії та запропонована методика моделювання і побудови інформаційної системи моніторингу ТЗ на основі бортового комплексу *ITS*, що показана на рисунку 5.1.

При створенні інформаційної системи моніторингу технічного стану ТЗ залежно від умов експлуатації в умовах *ITS*, для формування структури бортового комплексу *ITS* з урахуванням його функціональних можливостей, були визначені, узагальнені і порівняні наявні відомості про застосування *ITS* на ТЗ.

Крім цього, це було виконано з урахуванням того, що це є продуктивним тільки для таких складових їх проблем і таких варіантів рішень, для яких буде istotною інформатизація ТЗ і АТ в цілому.

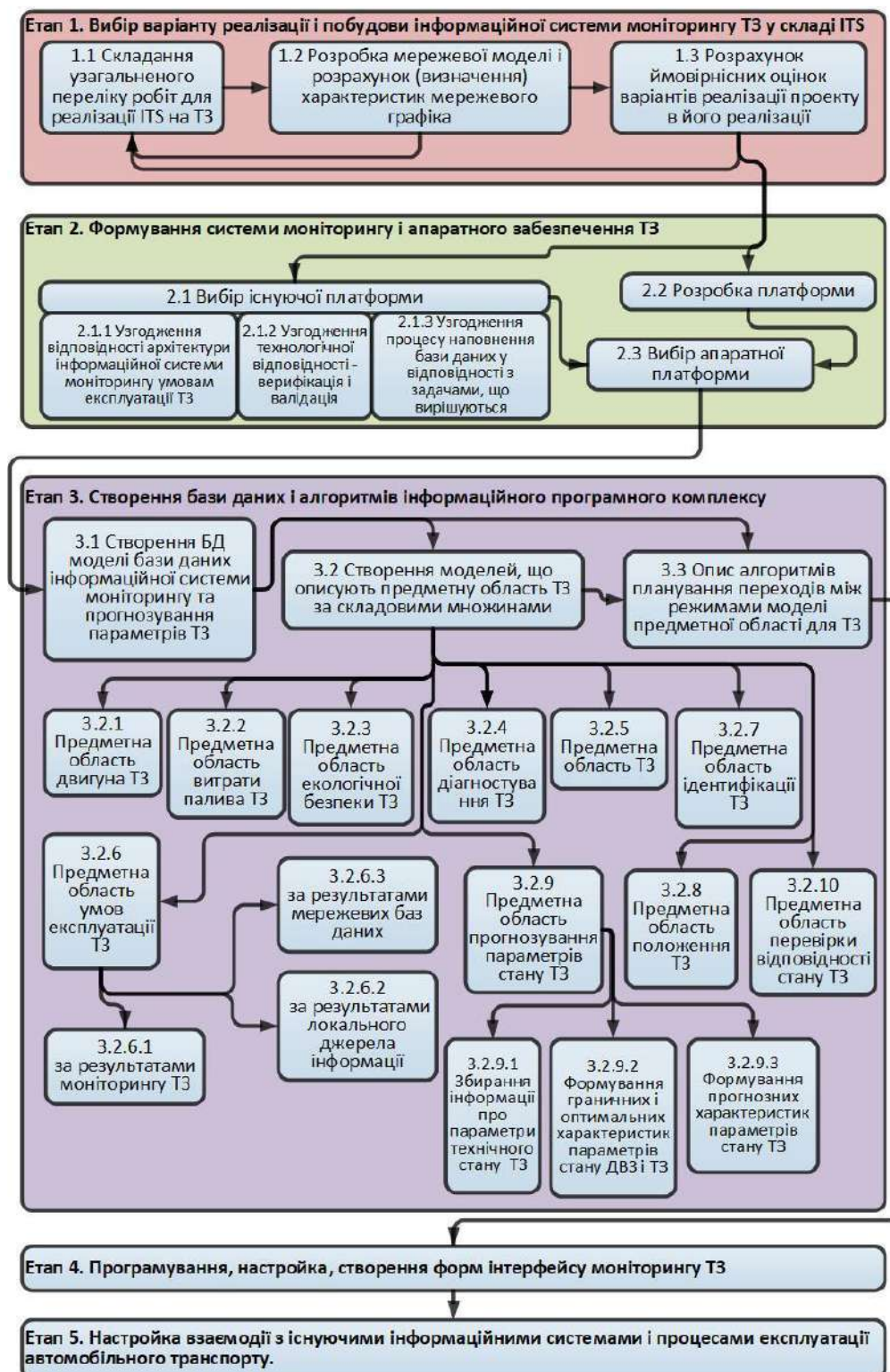


Рисунок 5.1 - Загальна методика моделювання та побудови інформаційної системи моніторингу ТЗ на основі бортового комплексу *ITS*

Розроблена інформаційна система моніторингу технічного стану ТЗ забезпечує постійний контроль технічний стан ТЗ, дій водія, умови використання

ТЗ залежно від умов експлуатації в умовах *ITS*. Основні етапи роботи (рис. 5.1) щодо структури системи дистанційного моніторингу ТЗ на основі бортового інформаційного комплексу *ITS* були виконані і описані авторами попередніх досліджень кафедри ТЕСА ХНАДУ. Для забезпечення взаємодії складових і створення бази даних і алгоритмів інформаційного програмного комплексу був удосконалений етап 3 в частині створення моделей, що описують предметну область ТЗ за складовими множинами, що показано на рисунку 5.1.

На рисунку 5.2 показана розроблена авторами схема інформаційного обміну між елементами *ITS* ТЗ для виконання дистанційного дослідження швидкозмінних робочих процесів експлуатації ТЗ в процесі зміни умов експлуатації. Запропонована системна взаємодія основних складових процесу моніторингу параметрів стану ТЗ (табл. 5.1 і 5.2) для забезпечення і формування класифікації умов експлуатації, а саме СЧ ITS ТЗ, ІМ ITS ТЗ і БЧ ITS ТЗ (розшифрування абревіатур наведено в поясненнях до рис. 5.2).

Схема інформаційного обміну між елементами *ITS* в умовах експлуатації ТЗ і транспортної інфраструктури та інфраструктури автомобільних доріг в процесах моніторингу параметрів технічного стану в межах розроблених авторами сукупностей показана на рисунку 5.3.

Структура і взаємозв'язок функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу для отримання інформації про умови експлуатації ТЗ у взаємодії із засобами *ITS* показані на рисунку 5.4. В основу системної взаємодії покладені такі основні функції бортового інформаційного комплексу (БІНК): забезпечення визначення положення ТЗ (трекінг положення ТЗ); забезпечення моніторингу параметрів технічного стану ТЗ; вирішення задачі допомоги водієві ТЗ в процесах експлуатації ТЗ; забезпечення транспортної безпеки ТЗ.

Функціонування основних функцій БІНК забезпечується виконанням покладених на нього функцій за допомогою системної взаємодії конструктивних особливостей ТЗ і складових елементів ITS, а саме (рис. 5.4) в частині: роботи з інформацією (при наявності різних протоколів), отриманою від датчиків ТЗ, з'єднаними *K*, *L* або *CAN* - лініями; роботи з різними інтерфейсами програмних комплексів; ідентифікації ТЗ в транспортному потоці; передачі і обробці даних при одночасній взаємодії між основними функціями; експлуатації транспортного двигуна і ТЗ з визначенням: параметрів двигуна і ТЗ в роботі, ТО і ремонті та їх змін, відхилень від нормативів працездатності, термінових (часових) станів експлуатації двигуна і ТЗ, з формуванням геозон щодо параметрів експлуатації ТЗ; транспортної безпеки ТЗ при виконанні функцій спостереження і фіксації (відео-, фото-, аудіо-); навігації при роботі з картами і сервісами; реєстрації стану транспортного двигуна і ТЗ; 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.

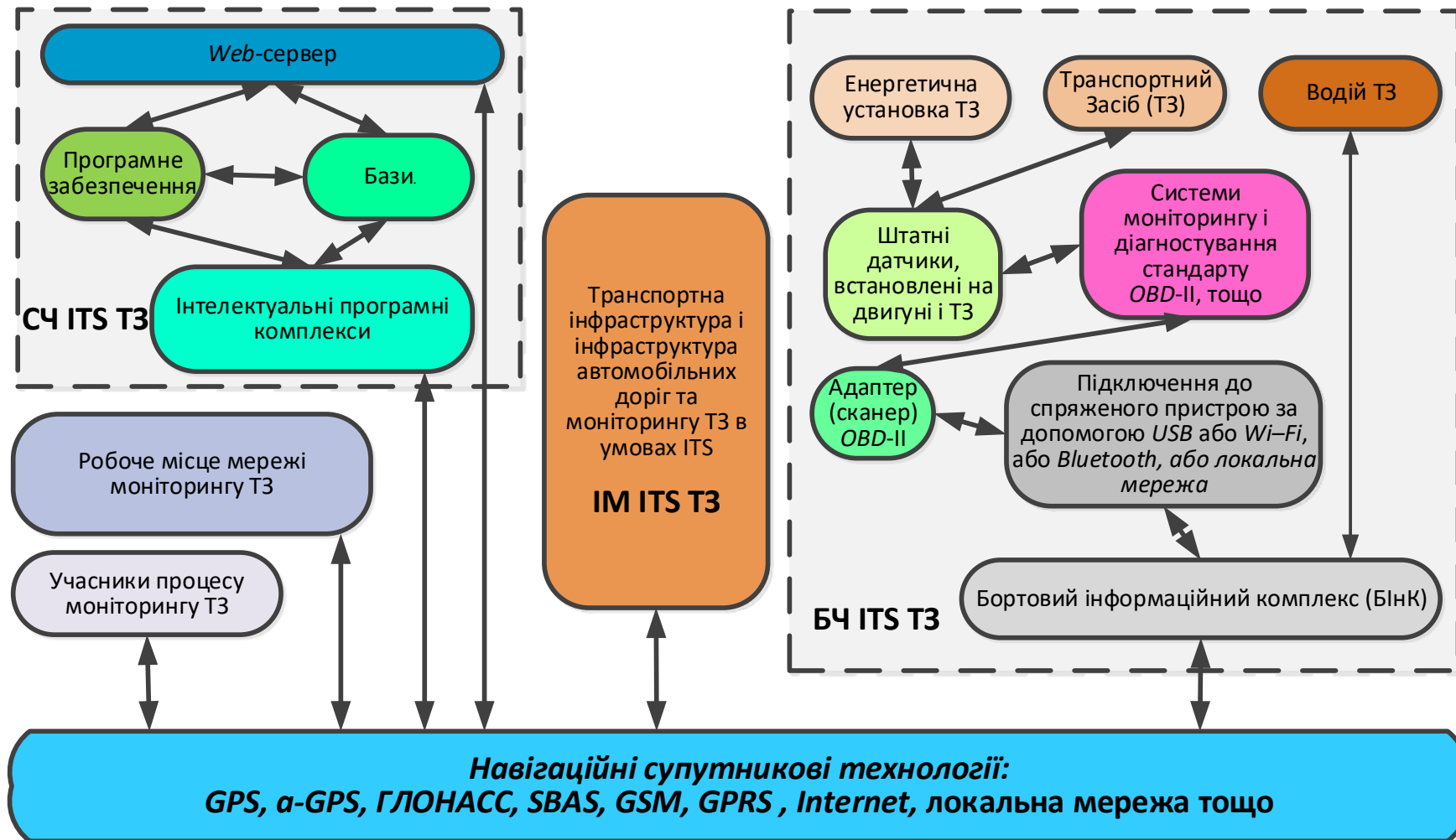


Рисунок 5.2 - Схема інформаційного обміну між елементами *ITS T3* і транспортної інфраструктури та інфраструктури автомобільних доріг у процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації: СЧ *ITS T3* – серверна частина *ITS T3*; IM *ITS T3* – інфраструктура моніторингу *ITS T3* в транспортній інфраструктурі та інфраструктурі автомобільних доріг; БЧ *ITS T3* – бортова частина *ITS T3* у складі БІНК

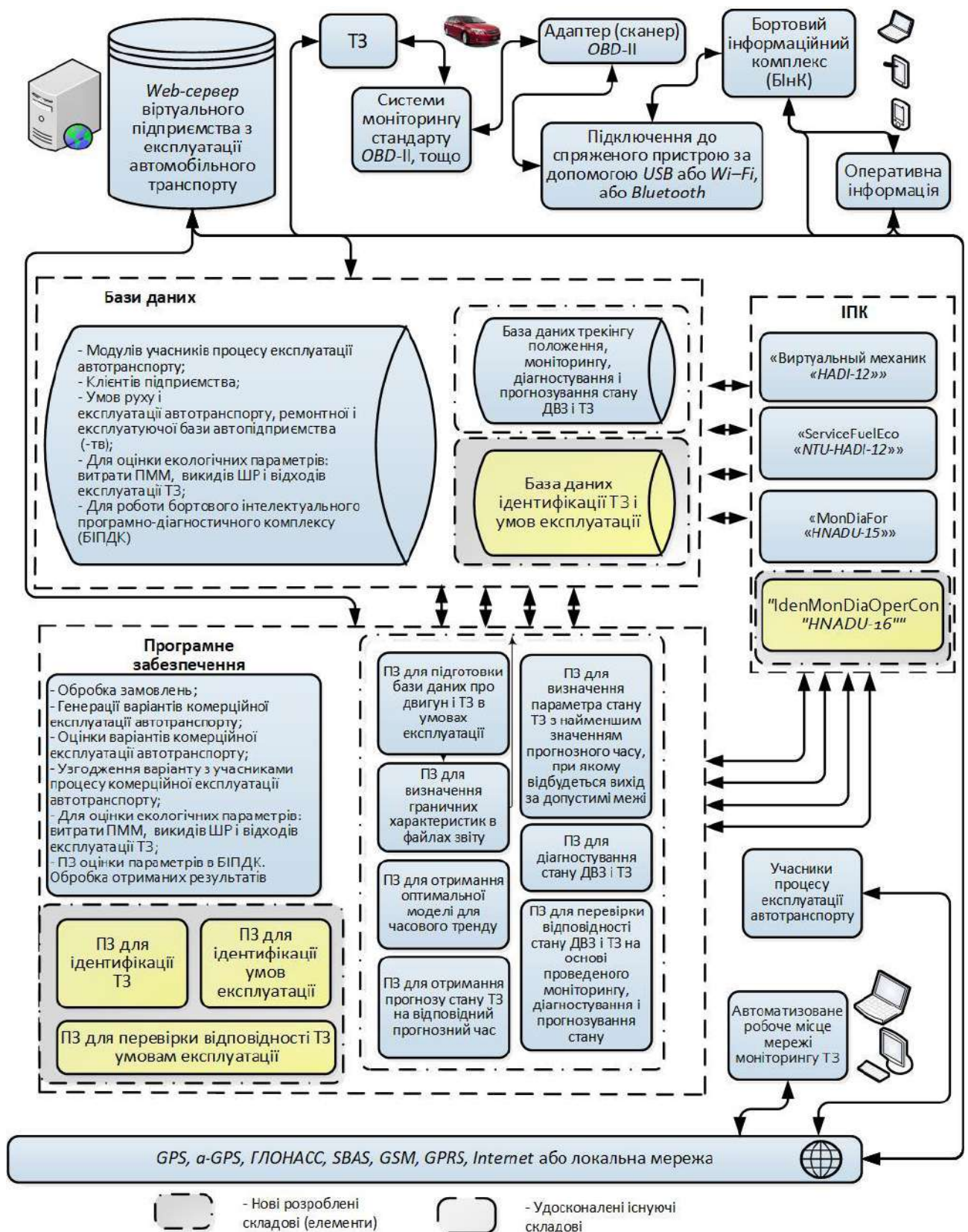


Рисунок 5.3 - Функціональна структура інформаційної взаємодії ІПК «IdenMonDiaOperCon» HNADU-16» с елементами ВПЕАТ

Таблиця 5.1 - Дійсні дані про структурні елементи інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

№ п/п	Позначення	Найменування	Блоки збирання і передачі інформації
1	d_1	Тиск моторної оливи (наявність нормального тиску моторної оливи)	від двигуна ТЗ
2	d_2	Температура охолоджуючої рідини двигуна	
3	d_3	Частота обертання двигуна	
4	d_4	Положення колінчастого валу	
5	d_5	Положення розподільного валу	
6	d_6	Температура у впускному колекторі	
7	d_7	Тиск повітря у впускному колекторі	
8	d_8	Масова витрата повітря	
9	d_9	Тиск палива в паливній магістралі	
10	d_{10}	Тиск парів в системі подачі палива	
11	d_{11}	Кут випередження запалювання	
12	d_{12}	Абсолютне положення дроселя	
13	d_{13}	Відносне положення дроселя	
17	d_{17}	Напруга бортової мережі (акумуляторної батареї) ТЗ	про забезпечення екологічної безпеки ТЗ
18	d_{18}	Напруга в системі керування двигуном	
26	d_{26}	Температура каталізатора	
29	d_{29}	Напруга на датчику O_2 каталізатора (лямбда-датчик у банці 1)	про результати діагностування технічного стану ТЗ
30	d_{30}	Напруга на датчику O_2 каталізатора (лямбда-датчик у банці 2)	
31	d_{31}	Пробіг (відстань) від моменту появи похибки, км	про умови експлуатації ТЗ
32	d_{32}	Час пробігу ТЗ від моменту появи похибки, сек	
36	d_{36}	Передача інформації про визначену несправність	
44	d_{44}	Швидкість ТЗ (OBD)	про ідентифікацію ТЗ
46	d_{46}	Пробіг (відстань) ТЗ загальний, км	
49	d_{49}	Час пробігу ТЗ, сек	
55	d_{55}	Середня температура оточуючого середовища	
56	d_{56}	Середній тиск оточуючого середовища	про ідентифікацію ТЗ
59	d_{59}	VIN-код	
60	d_{60}	Час збирання інформації	

У подальшому, для формування бази даних про технічний стан і умови експлуатації ТЗ на основі ITS, отримана інформація системно перерозподіляється між основними інформаційними блоками у складі об'єктів автоматизації ТЗ (табл. 5.1), а саме між: блоком збирання і передачі інформації від двигуна ТЗ; блоком збирання і передачі інформації про витрату палива ТЗ; блоком збирання і передачі інформації про забезпечення екологічної безпеки ТЗ; блоком збирання і передачі інформації про результати діагностування технічного стану ТЗ; блоком збирання і передачі інформації від транспортного засобу; блоком збирання і передачі

інформації про умови експлуатації ТЗ і блоком збирання і передачі інформації про ідентифікацію ТЗ.

Таблиця 5.2 - Логичні дані про структурні елементи інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

№ п/п	Позначення	Найменування	Блоки збирання і передачі інформації
14	d_{14}	Абсолютне значення навантаження на двигун	від двигуна ТЗ
15	d_{15}	Основне паливо – повітряне співвідношення для керування двигуном (од.)	
16	d_{16}	Основне співвідношення повітря – паливо, л / л	
19	d_{19}	Рівень палива в баку ТЗ	про витрату палива ТЗ
20	d_{20}	Миттєва витрата палива, літр / км (км / літр)	
21	d_{21}	Середня витрата палива, літр / км (км / літр)	
22	d_{22}	Витрата палива на 100 км. пробігу	
23	d_{23}	Середня витрата палива на 100 км. пробігу	
24	d_{24}	Передбачувана витрата палива на відповідний пробіг	
25	d_{25}	Положення (органа керування паливоподачею) педалі акселератора	про забезпечення екологічної безпеки ТЗ
27	d_{27}	Викиди CO ₂ , г / км	
28	d_{28}	Викиди CO ₂ , середні, г / км	
33	d_{33}	Виявлення несправності	про результати діагностування технічного стану ТЗ
34	d_{34}	Розпізнавання несправності	
35	d_{35}	Попередження про наявність несправності	
37	d_{37}	Крутний момент транспортного двигуна (в русі ТЗ)	від транспортного засобу
38	d_{38}	Потужність двигуна ТЗ на пересування (в русі ТЗ)	
39	d_{39}	Прискорення ТЗ (загальне)	
40	d_{40}	Прискорення ТЗ (вісь X)	
41	d_{41}	Прискорення ТЗ (вісь Y)	
42	d_{42}	Прискорення ТЗ (вісь Z)	про умови експлуатації ТЗ
43	d_{43}	Швидкість ТЗ (GPS)	
45	d_{45}	Порівняння (різниця) значень швидкостей GPS і OBD	
47	d_{47}	Пробіг (відстань) від початку вимірювань, км	
48	d_{48}	Пробіг (відстань) добовий, км	
50	d_{50}	Час пробігу ТЗ загальний, сек	
51	d_{51}	Час пробігу ТЗ в русі, загальний, сек	
52	d_{52}	Час відстою ТЗ загальний, сек	
53	d_{53}	Час пробігу ТЗ після запуску двигуна, сек	
54	d_{54}	Номер сесії (вимірювання на відповідному кроці сесії)	
57	d_{57}	Координата ТЗ - довгота (GPS)	
58	d_{58}	Координата ТЗ – широта (GPS)	
60	d_{60}	Час збирання інформації	про ідентифікацію ТЗ

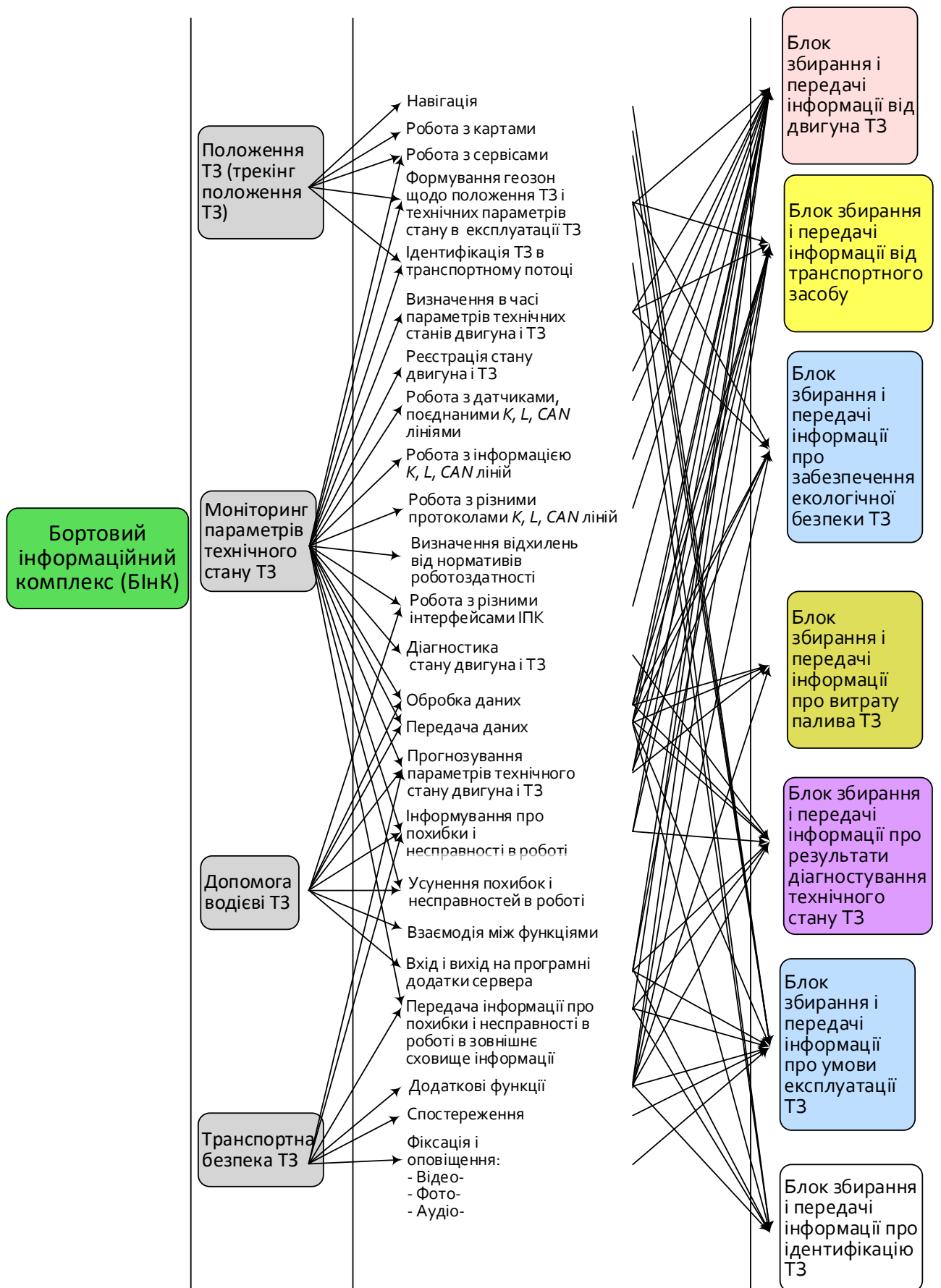


Рисунок 5.4 - Структура і взаємозв'язок функціональних можливостей БІНК

При цьому, за допомогою сканера-адаптера Scanmaster **ELM327** для зчитування інформації про параметри технічного стану через рознімання *OBD-II* зі штатних датчиків двигуна і ТЗ (БЧ *ITS* ТЗ) отримана інформація, через підключення до спряженого пристрою, за допомогою мережі зв'язку передається до СЧ ІТС, автоматизованого робочого місця мережі моніторингу ТЗ й інших учасників процесу моніторингу ТЗ.

Інформаційний обмін між елементами *ITS* ТЗ, транспортної інфраструктури та інфраструктури автомобільних доріг, в процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації, здійснювався в ручному, автоматизованому і автоматичному режимах. Результатом процесів моніторингу робочих процесів ТЗ в умовах експлуатації було визначення фактичних параметрів технічного стану самого ТЗ, корегування умов експлуатації, а також точного визначення місця розташування і точного часу за параметрами, прийнятими від навігаційних супутникових систем, що виконується **GPRS** приймачем, та обміну цією інформацією з робочим місцем моніторингу ТЗ й іншими учасниками моніторингу робочих процесів ТЗ.

2. Формування алгоритмів ідентифікації, моніторингу та діагностування з можливістю прогнозування параметрів технічного стану ТЗ

Початковим етапом інформаційної моделі ІПК «**IdenMonDiaOperCon "HNADU-16"**» є отримання даних про ТЗ в процесі його ідентифікації. Крім цього, одночасно відбувається ідентифікація і самого діагностичного (ідентифікаційного) обладнання. Важливість даного етапу інформаційної моделі ІПК пояснюється якістю розпізнавання обладнання, що необхідно для ідентифікації і самого ТЗ, для параметрів технічного стану якого можливо здійснювати прогнозування.

Ідентифікацію ТЗ в системах дистанційного моніторингу можливо проводити за **VIN**-кодом (Vehicle Identification Number) або ідентифікаційний номером ТЗ. **VIN**-код – це оригінальний код ТЗ, що складається з комбінації сімнадцяти (цифрових і літерних) знаків, яка властива тільки одному ТЗ, та є обов'язковим елементом маркування і індивідуальності кожного ТЗ (протягом 30 років). Єдиних світових стандартів для складання ідентифікаційного номера для ТЗ немає і кожен виробник може формувати захисний код довільно, але при експорті продукції прийнято дотримуватися певних стандартів. За основу взяті стандарти, що діють в 24 країнах, які є членами Міжнародної організації стандартів ISO.

Розшифровування **VIN**-коду можливо проводити вручну, або використовуючи для цього **VIN**-декодер – спеціальну програму, або використовуючи послуги сервісів, що пропонуються в Інтернеті, за допомогою гаджетів тестових систем з бездротовим пристроєм зв'язку на борту ТЗ, які отримують необхідну інформацію за допомогою бортових систем моніторингу технічного стану ТЗ через **OBD**-сканер (ТЗ після 2004 р. випуску).

VIN містить інформацію про виробника ТЗ, сам ТЗ і рік його випуску і тому є простим і надійним способом ідентифікації авто-мобіля та захисту його від

угону. Сучасна структура **VIN** основана на спільній дії стандартів ISO 3779-1983-Road vehicles. Vehicle identification number (**VIN**). Content and structure «Дорожні ТЗ. Ідентифікаційний номер. Зміст і структура» та ISO 3780-1983 - Roadvehicles. Worldmanufactureridentifier (**WMI**) code. «Дорожні ТЗ. Ідентифікаційний номер світового виробника», прийнятих Міжнародною організацією по стандартизації ISO відповідно в 1979 і 1980 роках. Сумісні, але з деякими відмінностями, версії цих стандартів були прийняті Європейським союзом і США.

З 1981 року **VIN** складається з 17 символів, букв латинського алфавіту і цифр, які не включають букви I(i), O(o) і Q(q)(щоб усунути непорозуміння з цифрами). **VIN** ТЗ складається з трьох частин: **WMI**, **VDI** і **VIS**, де **WMI** (World Manufacturers Identification) – загальносвітовий індекс виготовлювача; **VDS** (Vehicle Description Section) – описова частина; **VIS** (Vehicle Identification Section) – відмітна частина.

На рисунку 5.5 показаний алгоритм ідентифікації ТЗ в межах ПК «**IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»**» в умовах **ITS**.

Для забезпечення дії розробленого алгоритму (блок 1) на початку роботи потрібно в блоці 2 встановити (запустити) програми діагностування. Кінці перехідникової коробки вставляються у гнізда, в які вставляються рознімання універсального кабелю.

На наступному кроці алгоритму в блоці 4 відбувається встановлення діагностичного устаткування в ТЗ. Для з'єднання ТЗ і діагностичного обладнання необхідно сполучити діагностичне обладнання або засіб моніторингу та рознімання **OBD** ТЗ. Використовуючи перехідник, здійснюється під'єднання через клеми 7 і 15 або 2 і 10 діагностичного рознімання тільки до блоку управління системи випуску ВГ (приготування паливної суміші і запалення) ТЗ. Деякі автовиробники виводять на ці клеми також дроти К та L інших блоків управління.

Автовиробник може розташувати дроти К та L інших блоків управління (наприклад, системи АБС, коробки передач, надувної подушки безпеки і т. д.) в розніманні на свій розсуд (наприклад, вивести їх на клеми 1, 8, 9, 13). Кінці перехідникової коробки вставляються у гнізда, в які вставляються рознімання універсального кабелю.

Клеми 3, 11 і 12 також не задіяні при діагностиці автомобіля. На цих клемах робочий контур **OBD** II-DV визначає шину автомобіля (шина є проводкою, до якої можуть підключатися різні блоки управління). У цьому робочому контурі як європейські автовиробники, так і виробники тих, що комплектують, заміщають один одного.

Діагностичні рознімання можуть бути встановлені на автомобілях, не обладнаних блоками управління з можливістю діагностування. Наявність діагностичного рознімання на автомобілі, таким чином, не може гарантувати можливість діагностування ТЗ, використовуючи спеціальне програмне забезпечення.

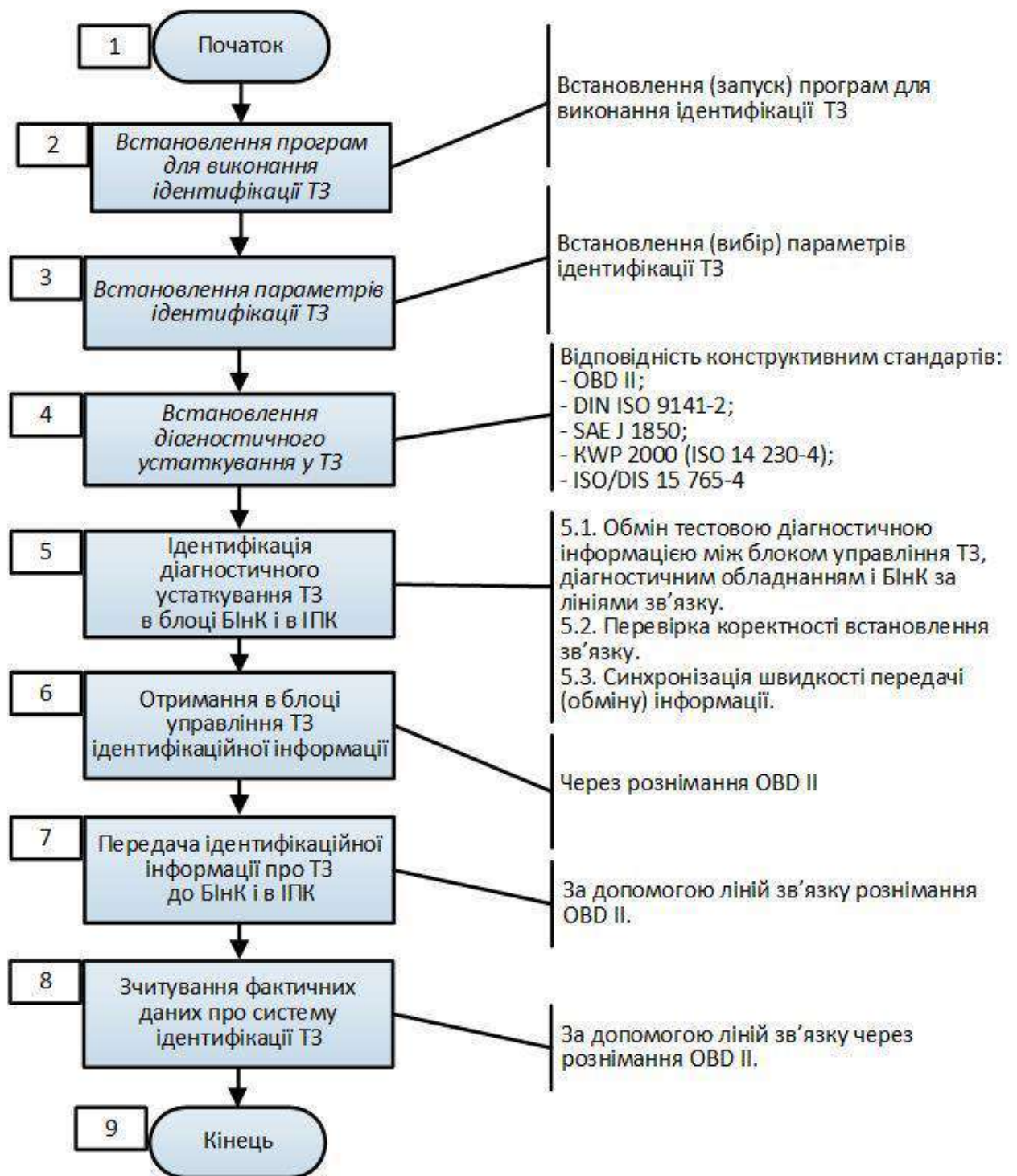


Рисунок 5.5 - Алгоритм ідентифікації ТЗ у межах ІПК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» в умовах ITS

На цьому ж етапі дії алгоритму у блоці 4 відбувається забезпечення зв'язку між блоком управління ТЗ і діагностичним (скануючим пристроєм) відповідно до стандарту ISO 9141-2. Цей стандарт, який узгоджується з американським стандартом **OBD II**, закріплює правила здійснення зв'язку між блоками управління автомобіля і діагностичним устаткуванням. Стандартом ISO 9141-2 визначено порядок здійснення контролю, перевірки, налаштування систем

автомобіля з можливістю самодіагностування. Стандарт ISO 9141-2 відрізняється тільки способом здійснення зв'язку.

У стандарті **OBD II** також встановлений порядок здійснення зв'язку за стандартом ISO 9141-2 як альтернатива стандарту SAE J 1850. Тим часом також допускається до застосування стандарт KWP 2000 (ISO 14 230-4). Для стандартів **OBD II** і **EOBD** в даний час діють такі способи передачі інформації:

- за стандартом ISO 9141-2: застосовується європейськими автовиробниками; з низькою швидкістю (5 бод);
- за стандартом ISO 14 230-4 (KWP 2000): застосовується європейськими автовиробниками; можливо з високою і низькою швидкістю;
- за стандартом SAE J 1850 (американські автовиробники);
- за стандартом ISO/DIS 15 765-4: діагностування бортового контролера зв'язку CAN та систем випуску відпрацьованих газів.

У блоці 5 відбувається ідентифікація (ініціалізація) діагностичного устаткування ТЗ в блоці бортового інформаційного комплексу (БІНК) моніторингу і діагностування в ППК через лінії зв'язку. При діагностиці блоків управління використовуються різні варіанти ідентифікації (ініціалізації) діагностичного устаткування. Вони описані у відповідних стандартах. Ініціалізація здійснюється через діагностичне устаткування, наприклад через 5-бодовий генератор адресації (стандарт ISO 9141-2). Ініціалізація при встановленні зв'язку між діагностичним приладом і блоком управління систем, пов'язаних з утворенням ВГ (запалення, сумішоутворення), здійснюється через передачу адреси 33H (де H-гексадецимальна система) із швидкістю 5 біт/с. Потім діагностичний прилад отримує від блоку підтвердження на ініціалізацію. Він складається зі зразка синхронізації за швидкістю бод і двох ключових слів.

Для перевірки коректності встановленого зв'язку діагностичний прилад відправляє друге закодоване слово, записане у зворотному порядку (замість логічного елемента «0» пишеться «1» і навпаки). Після цього блок управління відправляє записану у зворотному порядку адресу 33H.

Зразок синхронізації за швидкістю бод: вона складається із записаних чотири рази в одному ряду логічних рівнів «1» і «0» (прямокутний сигнал). Ці 8 біт інформації починаються і закінчуються стартовим і кінцевим бітом відповідно. Вона закінчується логічним елементом «1». Цей процес може тривати мінімум 2 мс або стільки, скільки потрібно для передачі одного біта зразка синхронізації залежно від того який біт довший. Зразок синхронізації швидкості передачі даних дозволяє «встановити контакт» між діагностичним приладом і блоком управління.

Кодові слова. Комітет зі стандартизації автомобілів FAKRA надає автовиробникам і виробникам комплектуючих кодові слова. Кодові слова завжди передаються парами. Для забезпечення надійного зв'язку між блоком управління і перевіроючим приладом використовуються логічні стани «0» і «1» як для передачі від перевіроючого устаткування до блоку управління, так і від блоку управління до перевіроючого приладу. У пов'язаних системах, наприклад, в

сепаратних системах запалювання та сумішоутворення, проводи з позначкою K і L поєднані між собою. Розрізняють системи, в яких здійснюється:

- □ унідирекціональна передача даних (тільки в одному напрямі) по K- або L-проводах;

- □ бідирекціональна передача даних (в обох напрямках) по K-проводу.

Після сигналу ініціалізації не допускаються збої в обміні даними між системами. За це несе відповідальність виробник ТЗ.

При виконанні робіт у блоках 4 – 5 потрібно виходити з того, що описаний у стандарті ISO 15 031-4 діагностичний прилад повинен автоматично розпізнавати тип обміну інформацією з системою управління двигуном, що перевіряється. Крім того, діагностичний прилад повинен: відобразити оригінальний VIN-код ТЗ або ідентифікаційний номер ТЗ, відобразити додаткову інформацію про ТЗ в процесі його ідентифікації.

У блоці 6 відбувається зчитування з блоку керування ТЗ через рознімання OBD II ідентифікаційної інформації про ТЗ, що задіяний у моніторингу технічного стану.

У блоці 7 відбувається передача ідентифікаційної інформації про ТЗ, що задіяний у моніторингу технічного стану, до БІНК і в ІПК за допомогою ліній зв'язку ТЗ (системи моніторингу) через рознімання *OBD II*.

У блоці 8 відбувається зчитування фактичних даних про систему ідентифікації ТЗ за допомогою ліній зв'язку (рис. 5.2 (ТЗ (системи моніторингу))) через рознімання *OBD II*.

3. Формування алгоритму проведення дистанційного діагностування технічного стану ТЗ в процесах експлуатації в умовах *ITS*

Для здійснення моніторингу і визначення кодів несправностей ТЗ, у складі БІНК, доцільно визначити, узагальнити наявні відомості, а також створити алгоритм, що використовує інформаційний обмін у процесі дистанційного моніторингу і визначення кодів несправностей ТЗ, що працюють в умовах *ITS*. Для цього необхідно обґрунтувати особливості, функції і зв'язки основних елементів для здійснення інформаційного обміну при виконанні моніторингу і визначення кодів несправностей ТЗ на всіх етапах дистанційного виконання робіт у відповідності до розробленого алгоритму.

На рисунку 5.6 показаний алгоритм отримання в ІПК інформації про несправності ТЗ у пам'яті запам'ятовуючого пристрою ТЗ за допомогою кодів DTCs несправностей.

При виконанні робіт у блоках 4–5 потрібно виходити з того, що описаний у стандарті ISO 15 031-4 діагностичний прилад повинен автоматично розпізнавати тип обміну інформацією з системою управління двигуном, що перевіряється. Крім того, діагностичний прилад повинен: відображати коди несправностей, пов'язаних з випуском ВГ; відображати фактичні параметри систем, пов'язаних з випуском ВГ; відображати технічний стан двигуна; відображати результати контролю λ -зонду; мати можливість видаляти інформацію про несправності; мати можливість виклику «підказки» під час роботи приладу.

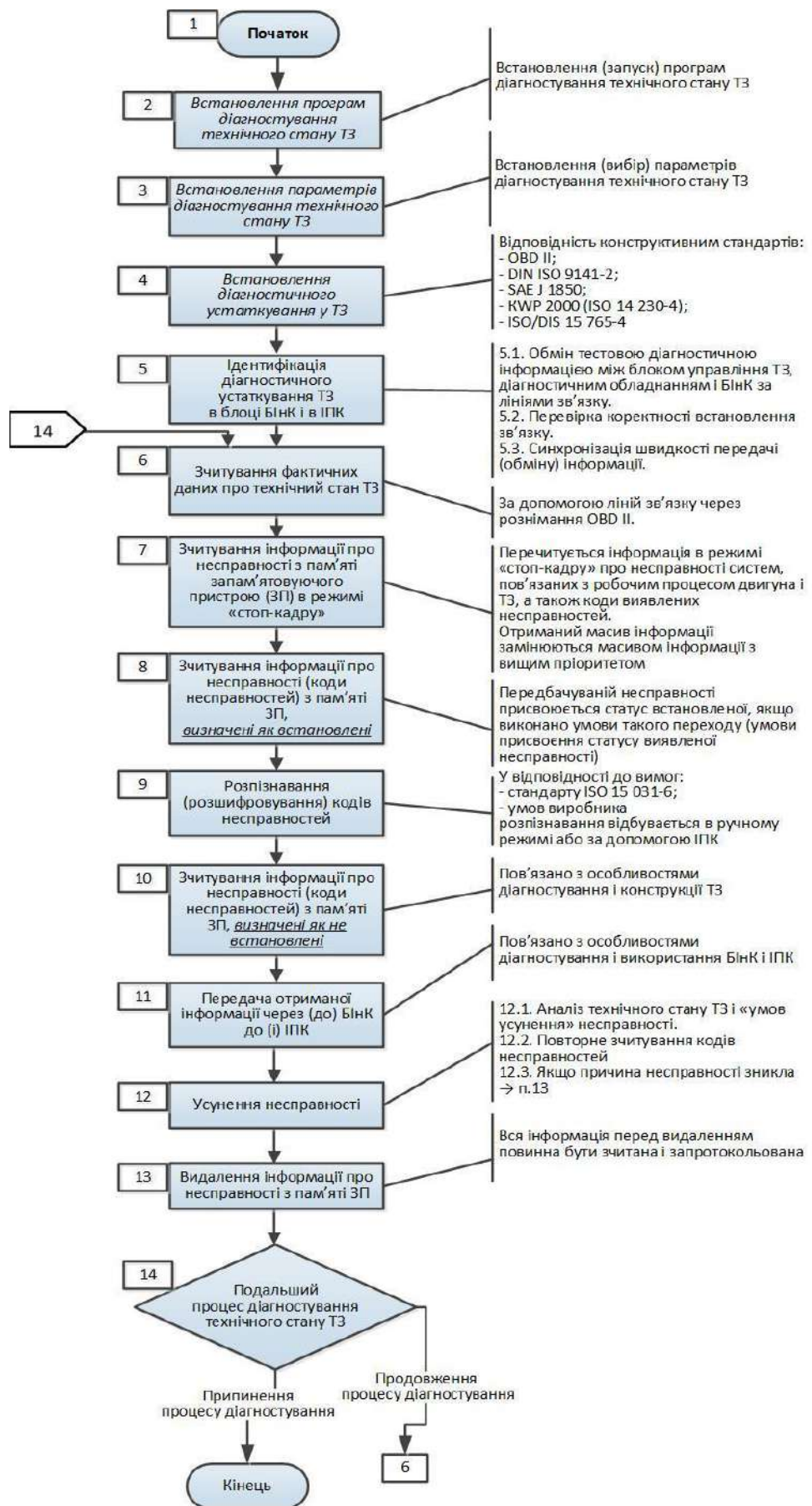


Рисунок 5.6 - Алгоритм отримання в ІПК інформації про несправності в пам'яті запам'ятовуючого пристрою ТЗ

У блоці 6 відбувається зчитування фактичних даних про технічний стан ТЗ, а в блоці 7 – зчитування інформації про несправності в пам'яті запам'ятовуючого пристрою (ЗП) в режимі стоп-кадру. Інформація про умови експлуатації та умови навколишнього середовища необхідна для визначення несправностей, пов'язаних з утворенням ВГ, також фіксується у вигляді так званого режиму «стоп-кадр». Масив інформації, записаний у вигляді «стоп-кадру», замінюється масивом інформації, записаної у вигляді «стоп-кадру» з вищим пріоритетом, якщо код DTCs цієї несправності послідовно вноситься до пам'яті ЗП.

У блоках 8 і 10 відбувається зчитування інформації про несправності (коди (DTCs) несправності) в пам'яті ЗП, встановлені як встановлені (блок 8) і як не встановлені – «передбачувані» (блок 10).

Несправність ТЗ може класифікуватися як передбачувана, так і встановлена (гарантована). Інформація про несправність, визначену як встановлена, виводиться в режимі перевірки роботи діагностичного приладу 3, а про невстановлену – в режимі роботи діагностичного приладу 7. Передбачуваній несправності присвоюється статус встановленої, якщо виконано умови такого переходу, наприклад, якщо несправність виникає періодично (кожного разу при прогріванні двигуна, під час наступних одна за одною поїздок або не пропадає протягом певного періоду часу). При проходженні автомобілем державного технічного огляду використовується інформація тільки про виявлені несправності, тобто та інформація, яка відображається у режимі перевірки роботи діагностичного приладу 3. Для діагностування автомобіля може виявитися корисною інформація про «передбачувані» несправності. Отже, інформація, що виводиться в режимах перевірки 3 і 7, представляє інтерес для СТО.

У блоках 9 і 11 відбувається розпізнавання (розшифровування) кодів DTCs несправності і передача отриманої інформації через (до) БІНК до (і) ІПК. Особливості процесу моніторингу і визначення коду несправностей безпосередньо на борту ТЗ з використанням БІНК в межах роботи ІПК детально описані. У розділі 4 показано отримання звіту про результати діагностування ТЗ при використанні програмного модулю *Torque* – «Коди несправностей» в основних етапах процесу. Також у розділі 4 показано розпізнавання кодів несправності в процесі здійснення моніторингу і діагностування ТЗ.

У блоці 12 проводиться усунення несправності з пам'яті ЗП. Якщо причина несправності зникла, то інформацію про неполадку можна видалити з пам'яті ЗП. Тоді кажуть про «усунення несправності», у цьому випадку для кожної несправності встановлено свої «умови усунення». Умовою усунення несправності може бути, наприклад, її відсутність протягом певної кількості поїздок. Кількість поїздок підраховується і, досягши певного числа, інформація про неї видаляється з пам'яті ЗП.

У блоці 13 відбувається видалення інформації про несправності в пам'яті ЗП. При видаленні інформації про несправності з пам'яті ЗП у режимі перевірки роботи діагностичного приладу 4 видаляються дані про передбачувані та встановлені несправності, а також додаткова інформація (дані у вигляді «стоп-кадру», дані λ -зонда з режиму перевірки роботи діагностичного приладу 5; статусбітам у режимі 1 коду PID \$01 присвоюється «1»).

Вибіркове видалення інформації неможливе і згідно зі стандартом неприпустиме. Вся інформація, яка на даний момент або пізніше може бути необхідна, перед видаленням має бути зчитана і заархівована. Якщо існує між собою з'єднання декількох блоків управління, то команда на видалення буде віддана усім блокам, і одно-часно усіма блоками виконана.

У блоці 14 відбувається логічна перевірка для визначення подальшого процесу діагностування технічного стану ТЗ. Якщо процес закінчено – відбувається припинення процесу діагностування, а якщо продовжується процес діагностування – подальший процес відбувається у блоці 6.

Контрольні запитання

1. Що являє собою структура системи дистанційного моніторингу ТЗ на основі бортового інформаційного комплексу *ITS*?
2. Що являє собою структура функціональних можливостей розробленого БІНК?
3. Що являє собою схема інформаційного обміну між елементами *ITS* ТЗ і транспортної інфраструктури та інфраструктури автомобільних доріг у процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації?
4. Які функціональні можливості є у БІНК?
5. Як здійснюється ідентифікація ТЗ в умовах *ITS*?
6. Як працює алгоритм процесу збирання даних про параметри технічного стану ТЗ в умовах *ITS*?

Тема 6. Приклади роботи інформаційних програмних комплексів

1. Практична реалізація функціональних можливостей програмного забезпечення автоматизованого робочого місця диспетчера ПАТ в рамках *ITS*.
2. Практична реалізація функціональних можливостей бортового ІПК системи автоматизованого збору і обробки інформації в рамках *ITS*.

1. Практична реалізація функціональних можливостей програмного забезпечення автоматизованого робочого місця диспетчера ПАТ в рамках *ITS*.

Додаткове ПЗ розглядається в транспортно-інформаційній системі моніторингу «ХНАДУ ТЕСА» як продукт інноваційної діяльності віртуального підприємства, яке має аналогічне з системою найменування у мережі *Internet* (рис. 6.1), проте є реальним, а не віртуальним втіленням системи на АТЗК. Основа специфіки функціонування системи «ХНАДУ ТЕСА» визначена інформаційно-аналітичною підтримкою, де раніше розроблені програми:

- «Віртуальний механік «*HADI-12*»»;
- «*Service Fuel Eco «NTU-HADI-12*»».

Сукупність програм представляє інформаційно-програмний комплекс (ІПК), який призначений для інтенсифікації діяльності *ITS* на основі вирішення завдань організації і управління, розрахунку і аналізу системи ТО і Р, екологічної безпеки

ТЗ. Теоретичне вирішення завдань ґрунтується на імовірнісних методах дослідження і теорії масового обслуговування (ТМО), а практичне – з використанням телематичних систем.

Робота ІПК «Віртуальний механік «HADI-12»» і «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»» може здійснюватися в двох основних режимах: при реєстрації в них нового ТЗ і при звичайній роботі (коли всі ТЗ в ІПК вже зареєстровані раніше).



Рисунок 6.1 - Головне вікно ПЗ робочого місця диспетчера віртуального підприємства «ХНАДУ-- ТЕСА»

Основні системні вимоги до реалізації і використання інформаційних програмних продуктів (ІПП) визначені вимогами до програми «Microsoft Visual Studio 2005», у якій ІПП складений. Пред'являються такі мінімальні вимоги до програмного і апаратного забезпечення (не менше):

- процесор – 1 GHz Pentium processor;
- жорсткий диск – 20 Гб;
- обсяг оперативної пам'яті – 512 Мбайт;
- джерело безперебійного живлення;
- роздільна здатність екрана 1024x768;
- маніпулятор типу «миша»;
- операційна система – Microsoft Windows XP і вище.

Функціональні можливості програмного забезпечення представлено наступним регламентом, що описує порядок роботи з ІПК «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»». Пункти головного меню програм ІПК представлені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Пункти головного меню програми і посилання на їх опис




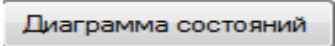
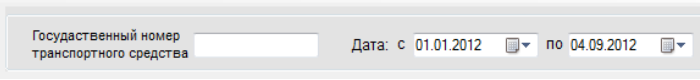
Пункт меню	Опис
Меню	
Вихід	Вихід з програми
Друк	Друк таблиці «Інформація про експлуатацію ТЗ початкова»

Продовження табл. 6.1

Розрахунок параметрів КЕ	
Інформація початкова	Інформація про експлуатацію ТЗ початкова
Обробка <i>GPS</i> - даних	Обробка звітів, які поступили в робочі папки ТЗ
Параметри станів парку ТЗ за період експлуатації	Розрахунок параметрів станів парку ТЗ за період експлуатації (розрахунок параметрів за даними звітів сервера)
Параметри стану парку ТЗ за день експлуатації	Відображення параметрів станів парку РС за день експлуатації (розрахунок параметрів за даними звітів сервера)
Вірогідність перебування ТЗ в роботі і в ТО і Р	Розрахунок вірогідності перебування РС в ТО і Р і в роботі
Розрахунок <i>ITC</i> технологічний	Відображення вікна «Розрахунок <i>ITC</i> технологічний»
Показники екологічні	
Витрати	Розрахунок витрат пального і мастильних матеріалів
Викиди	Розрахунок викидів шкідливих речовин
Відходи	Розрахунок відходів

У табл. 6.2 наведено опис умовних доступних кнопок панелі управління в ПК.

Таблиця 6.2 - Опис умовних доступних кнопок панелі управління в ПК

Кнопка	Призначення
	Створення робочої папки при реєстрації нового ТЗ
	Обробка даних із звітів в робочих папках
	Пересування по рядках в таблиці
	Відображення діаграми станів парку РС за період експлуатації
	Поле введення для сортування ТЗ за державними номерами і за часом експлуатації

При старті ПЗ першим з'являється вікно «Інформація про експлуатацію ТЗ початкова» – рисунок 6.3. Окрім меню і панелі інструментів (стандартних елементів для програм системи *Windows*), вікно містить робочу область (таблиці початкової інформації про експлуатацію ТЗ).

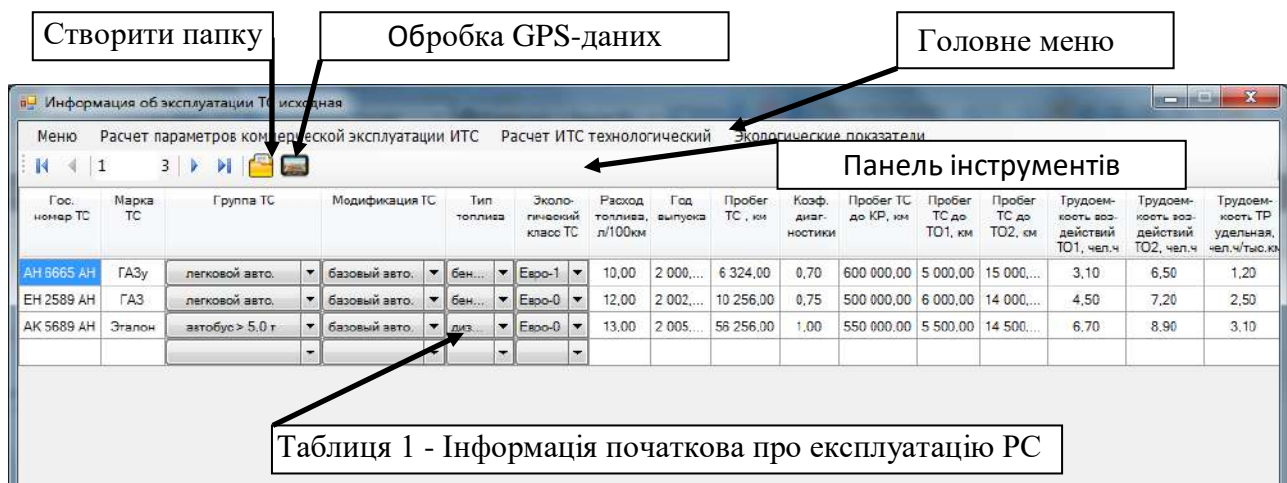


Рисунок 6.3 - Вікно стартове ПЗ ПО «Service Fuel Eco « NTU-HADI - 12 »»

- державний реєстраційний номер ТЗ;
- марка ТЗ;
- група ТЗ (вантажний, пасажирський – легковий, автобус) з розділенням по повній масі: пасажирський масою 2,5–5,0т; пасажирський- масою > 5т (дизелі); вантажною масою < 3,5т; вантажною масою 3,5–12,0т; вантажною масою > 12т (дизелі) – рис. 6.4;
- модифікація ТЗ (автомобіль базовий, тягач сідельний, з одним причепом, з двома причепами, самоскид з одним причепом, самоскид з двома причепами, спеціалізований ТЗ);
- тип пального ТЗ (бензин, газ, дизель) – рис. 6.5;
- екологічний клас ТЗ (Євро-0, Євро-1, Євро-2, Євро-3, Євро-4, Євро-5, Євро-6) – рис. 6.6;
- витрата пального, л/100км;
- рік випуску;
- пробіг ТЗ, км;
- коефіцієнт діагностування;
- пробіг ТЗ до ВР, км; -
- пробіг ТЗ до ТО₁, км;
- пробіг ТЗ до ТО₂, км;
- трудомісткість впливів ТО₁, люд.год;
- трудомісткість впливів ТО₂, люд.год;
- трудомісткість ПР питома, люд.год / 1000 км.

При реєстрації нового ТЗ, для створення його робочої папки, необхідно лише натиснути лівою кнопкою миші на «іконку» в панелі інструментів, а в папці *Information* буде створена робоча папка з державним реєстраційним номером ТЗ. При подальшій роботі диспетчер розміщуватиме в ній звіти про ТЗ, що надходять з *Internet*-сервера, зокрема звіти GPS.

Для здійснення обробки звітів необхідно натиснути лівою кнопкою миші на «іконку» в панелі інструментів або вибрати в головному меню – Розрахунок параметрів комерційної експлуатації ІТС => Обробка GPS-даних (рис. 6.7).

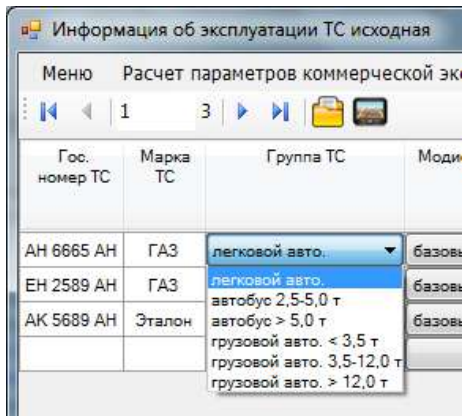


Рисунок 6.4 - Вікно введення інформації про групу ТЗ

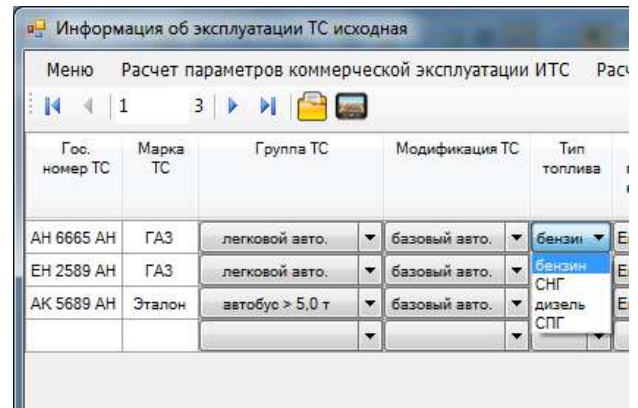


Рисунок 6.5 - Вікно введення інформації про тип пального ТЗ

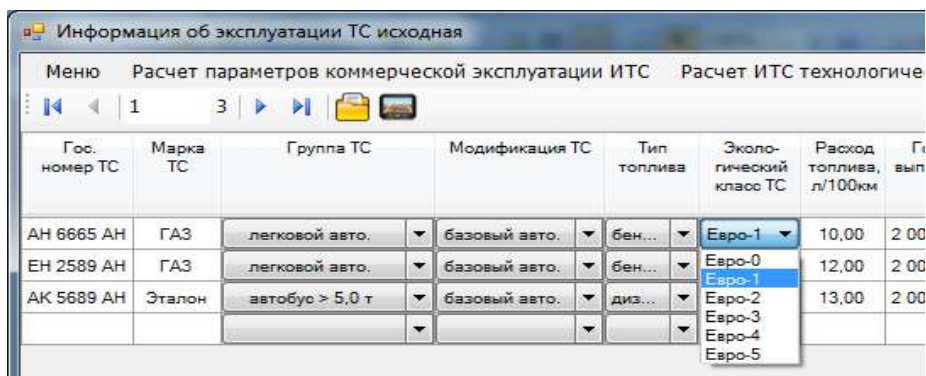


Рисунок 6.6 - Вікно введення інформації про екологічний клас ТЗ

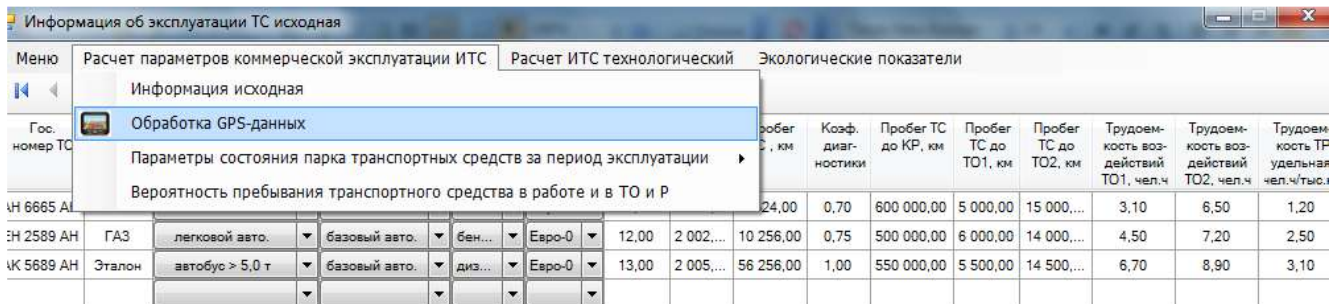


Рисунок 6.7 - Вікно обробка GPS звітів

Згідно з даними GPS звітів проводиться розрахунок параметрів стану парку за період експлуатації. Для розрахунку необхідно вибрати в головному меню: Розрахунок параметрів комерційної експлуатації *ИТС* => Параметри стану парку ТЗ за період експлуатації (рис. 6.8).

У параметри стану парку ТЗ за весь період експлуатації входять: державний реєстраційний номер ТЗ; пробіг ТЗ з моменту установки GPS-приймача; пробіг ТЗ сумарний; пробіг ТЗ середньодобовий; пробіг ТЗ до ТО₁; пробіг ТЗ до ТО₂; пробіг ТЗ до ВР; швидкість ТЗ середня; час руху ТЗ; час простою ТЗ; час в ТО і Р; трудомісткість впливів ТО₁; трудомісткість впливів ТО₂; трудомісткість питома ПР.

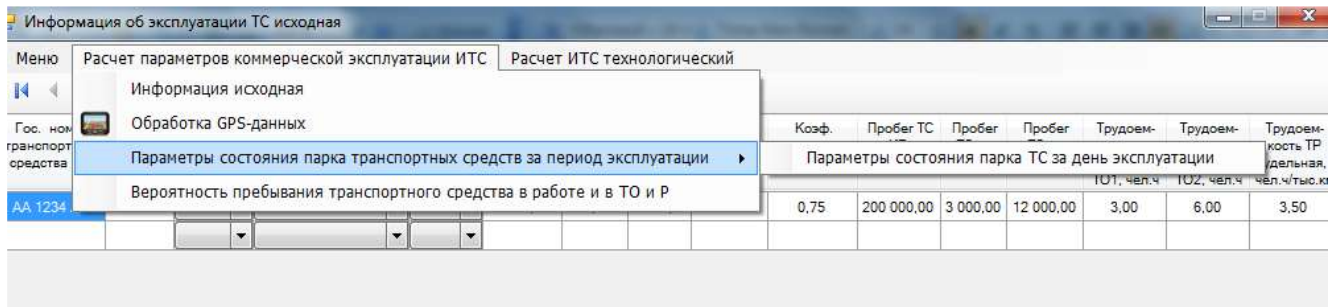


Рисунок 6.8 - Вікно розрахунку параметрів КЕ

У вікні «Параметри стану парку ТЗ за період експлуатації» здійснюється сортування інформації за державними номерами ТЗ і за датою надходження (рис. 6.9).

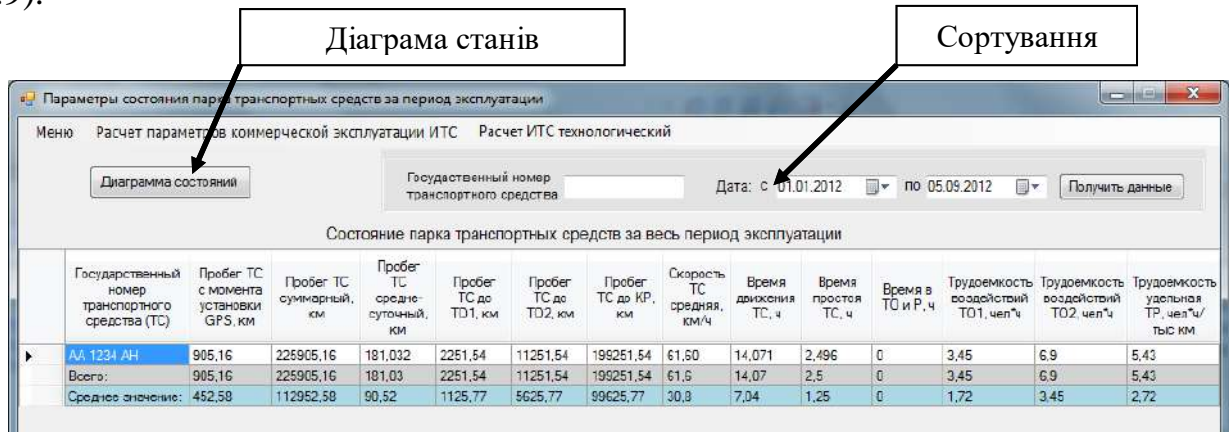


Рисунок 6.9 - Вікно «Параметри стану парку ТЗ за весь період експлуатації»

Для кожного з параметрів розраховується його загальна сума по парку і середнє значення. При натисненні лівою кнопкою миші на кнопку **Діаграма станів** користувач має можливість перегляду діаграм станів парку ТЗ за період експлуатації (рис. 6.10), який його цікавить.

Для розрахунку параметрів стану парку ТЗ за день експлуатації згідно з GPS-даними необхідно перейти до позиції головного меню: «Розрахунок параметрів комерційної експлуатації **ИТС** => => Параметри стану парку ТЗ за період експлуатації => => Параметри стану парку ТЗ за день експлуатації» (рис. 6.11).

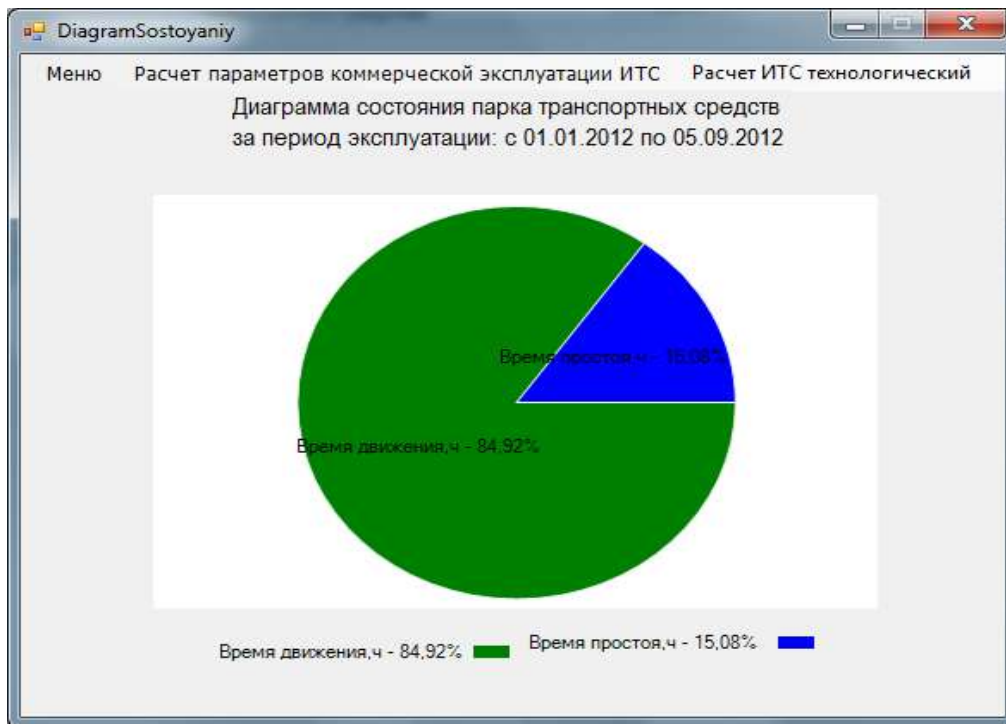


Рисунок 6.10 - Диаграмма станів парку ТЗ за період експлуатації

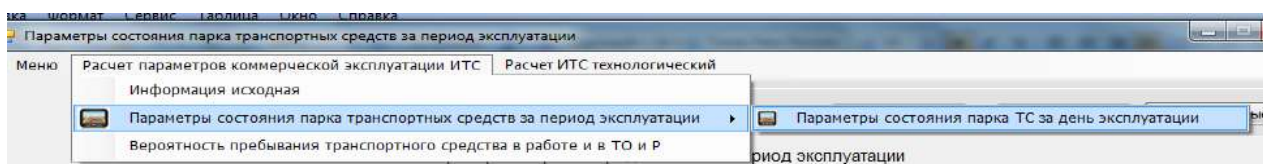


Рисунок 6.11 - Вікно «Розрахунок параметрів комерційної експлуатації ТЗ за день експлуатації»

У вікні «Параметри стану парку ТЗ за день експлуатації» існує можливість відсортувати *GPS*-інформацію за державними реєстраційними номерами ТЗ і за датою надходження даних з сервера (рис. 6.12).

Сортування

Дата	Государственный номер транспортного средства (ТС)	Пробег ТС среднесуточный (факт), км	Скорость ТС средняя, км/ч	Пробег ТС среднесуточный (расчет), км	Время движения ТС	Время простоя ТС	Время в ТО и Р
19.03.2012	АА 1234 АН	120,800	59,00	120,8	2:00:56	0:21:35	0:00:00
20.03.2012	АА 1234 АН	82,700	55,00	82,7	1:23:23	0:58:29	0:00:00
21.03.2012	АА 1234 АН	260,400	64,00	260,4	3:53:18	0:26:54	0:00:00
22.03.2012	АА 1234 АН	284,560	70,00	284,56	4:03:23	0:11:29	0:00:00
23.03.2012	АА 1234 АН	156,700	60,00	0	2:43:15	0:31:20	0:00:00

Рисунок 6.12 -. Вікно «Параметри стану парку ТЗ за день експлуатації»

Для розрахунку вірогідності перебування ТЗ в стані роботи і в стані ТО і Р необхідно в головному меню вибрати вікно: «Розрахунок параметрів комерційної експлуатації *ИТС* => Вірогідність перебування ТЗ в роботі і в ТО і Р» (рис. 6.13).

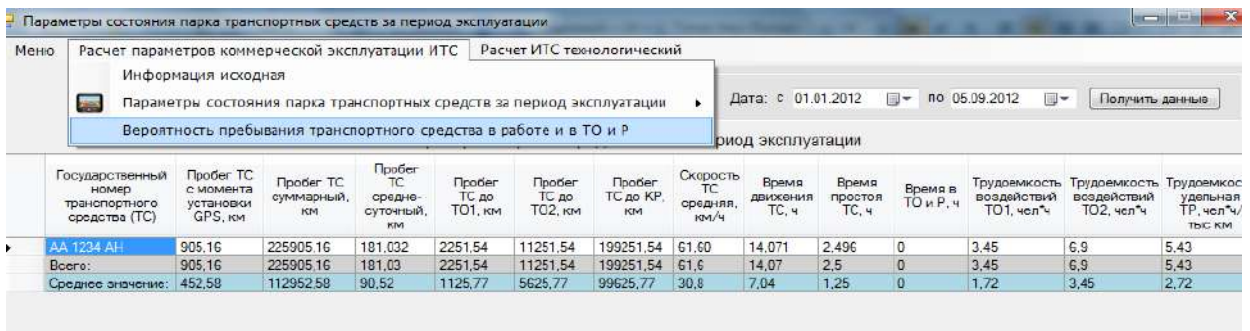


Рисунок 6.13 - Вікно «Розрахунок параметрів комерційної експлуатації *ИТС* => вірогідність перебування ТЗ в роботі і в ТО і Р»

- У вікні «Вірогідність перебування ТЗ в роботі і в ТО і Р» існує можливість:
- відсортувати інформацію за державними реєстраційними номерами ТЗ і за датою її надходження (рис. 6.14);
 - проглянути діаграму станів парку ТЗ (період експлуатації обирається у вікні «Вірогідність перебування ТЗ в роботі і в ТО і Р»).

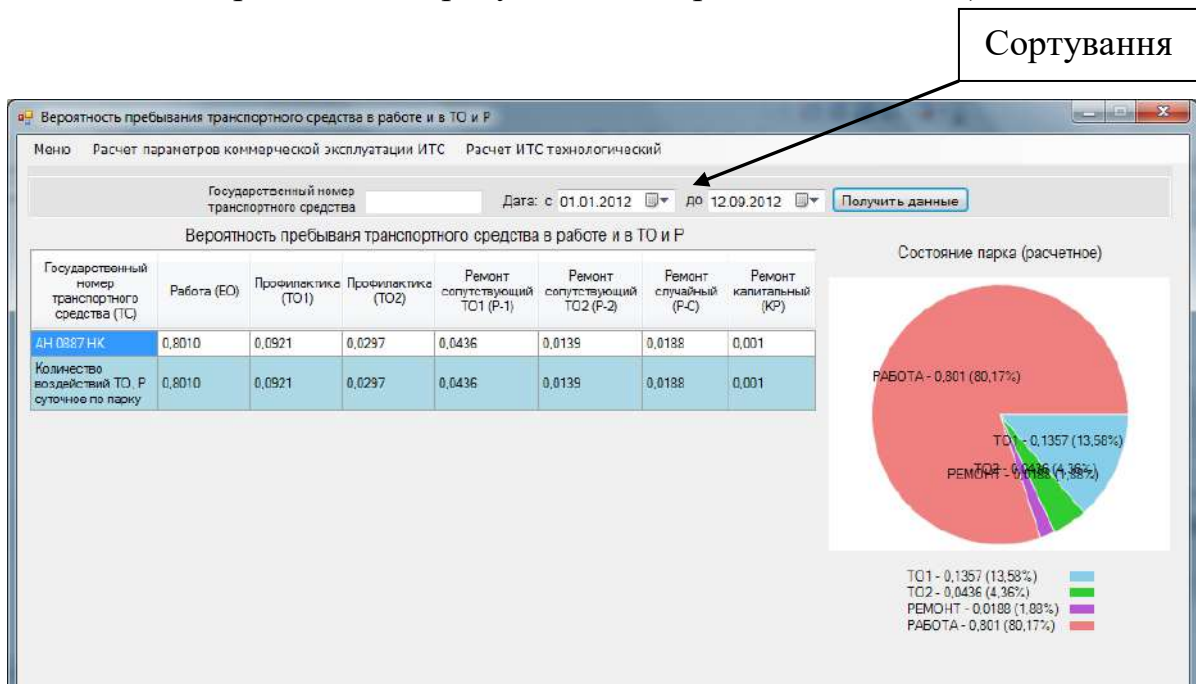


Рисунок 6.14 - Вікно «Вірогідність перебування ТЗ в роботі і в ТО і Р»

Для технологічного розрахунку *ИТС* необхідно в головному меню вибрати вікно: «Розрахунок *ИТС* технологічний» (рис. 6.15).

Після цього необхідно внести відповідні початкові значення в порожні клітини таблиці «Інформація початкова по системі ТО і Р» (рис 16):

- кількість робітників, люд.;
- тривалість зміни, год;
- кількість змін;
- втрати від простою одиниці ТЗ за робочий день, грн;
- втрати від простою основного виробництва *ИТС* за робочий день, грн.

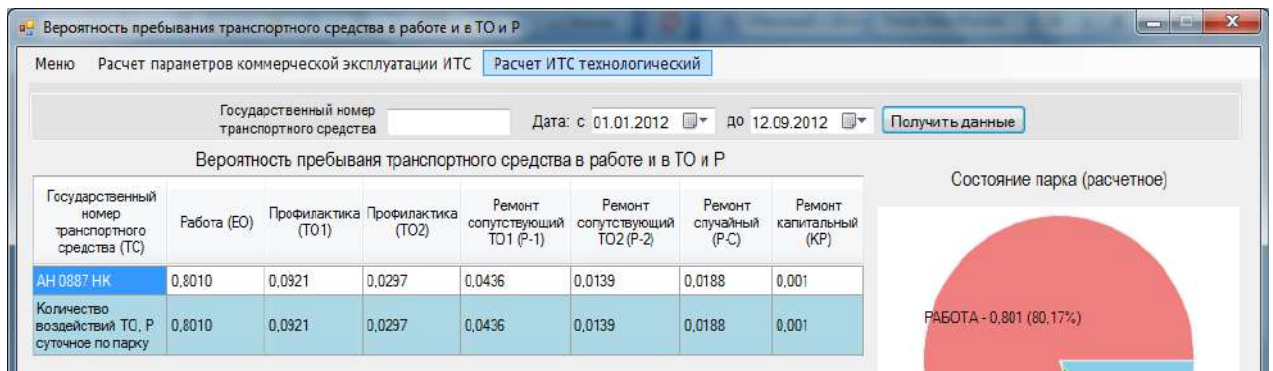


Рисунок 6.15 - Вікно «Розрахунок ІТС технологічний»

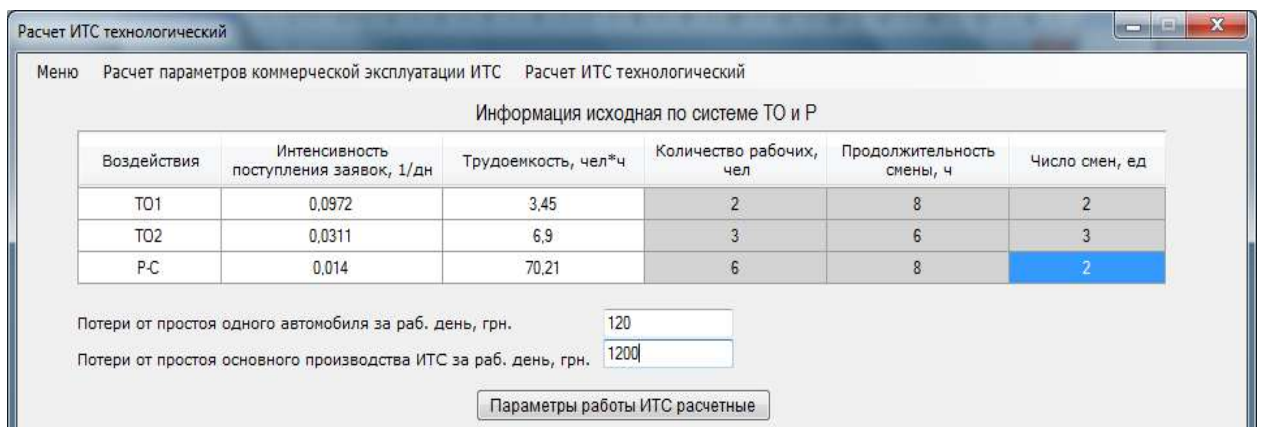


Рисунок 6.16 - Вікно «Інформація початкова по системі ТО і Р»

Далі необхідно натиснути кнопку . Якщо параметри введені не коректно, комп'ютер диспетчера видасть відповідне інформаційне повідомлення і диспетчер буде зобов'язаний ввести нові значення параметрів. При правильному введенні початкової інформації комп'ютер видає параметри роботи *ІТС* розрахункові за видами технічних впливів (рис. 6.17):

- час перебування ТЗ на постах ТО і Р, дн.;
- час перебування ТЗ на постах ТО і Р, год;
- кількість постів ТО і Р в *ІТС*, од.;
- пропускна здатність підрозділів *ІТС*, од.;
- точка насичення підрозділів *ІТС*, од.;
- час перебування ТЗ в *ІТС*, дн.;
- коефіцієнт готовності ТЗ, що забезпечується окремими діями ТО і Р;
- продуктивність *ІТС* мінімальна, люд.год / дн.;
- продуктивність *ІТС* оптимальна, люд.год / дн.;
- коефіцієнт готовності ТЗ, що забезпечується всією службою *ІТС*.

Щоб оцінити надійність ТЗ необхідно натиснути кнопку (рис. 6.18), що забезпечує отримання кількісних теоретичних і фактичних значень коефіцієнта готовності, який формує *ІТС* як для окремих ТЗ, так і для парку в цілому.

Якщо ТЗ є надійним, його умовне зображення на дисплеї комп'ютера диспетчера має зелений колір фону (рис. 6.17), проте для ненадійних одиниць ТЗ

– колір червоний (рис. 6.18). Колір фону ТЗ змінюється залежно від співвідношення фактичного і теоретичного значень коефіцієнта готовності.

Для розрахунку витрати пального і мастильних матеріалів необхідно вибрати в головному меню вікно: «Розрахунки екологічних показників => Витрати» (рис. 6.19).

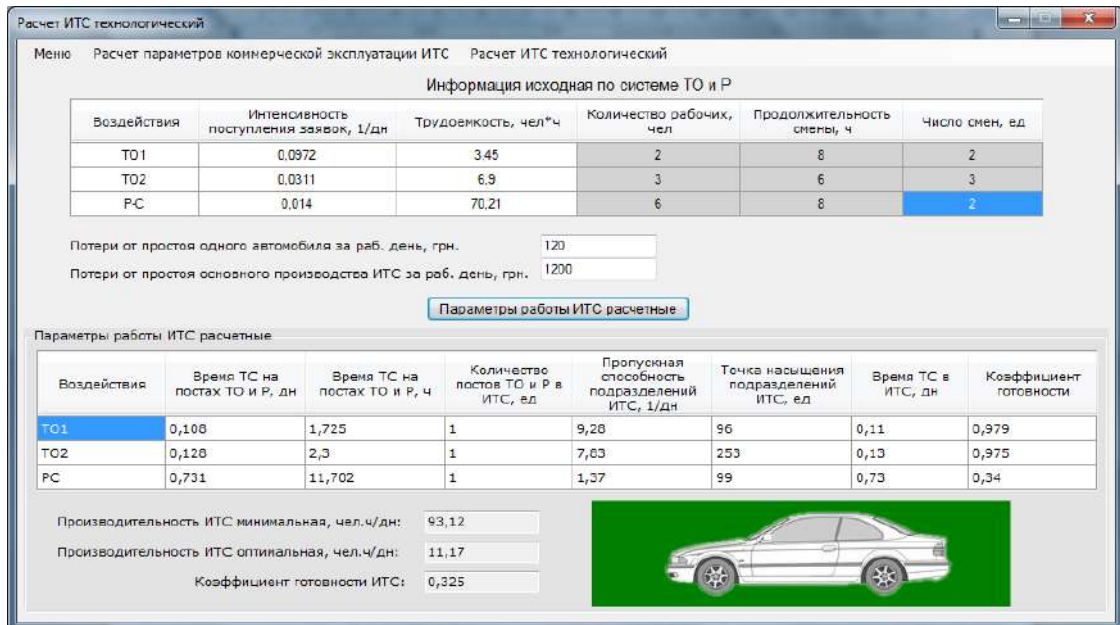


Рисунок 6.17 - Вікно початкової інформації і результатів розрахунку *ИТС*

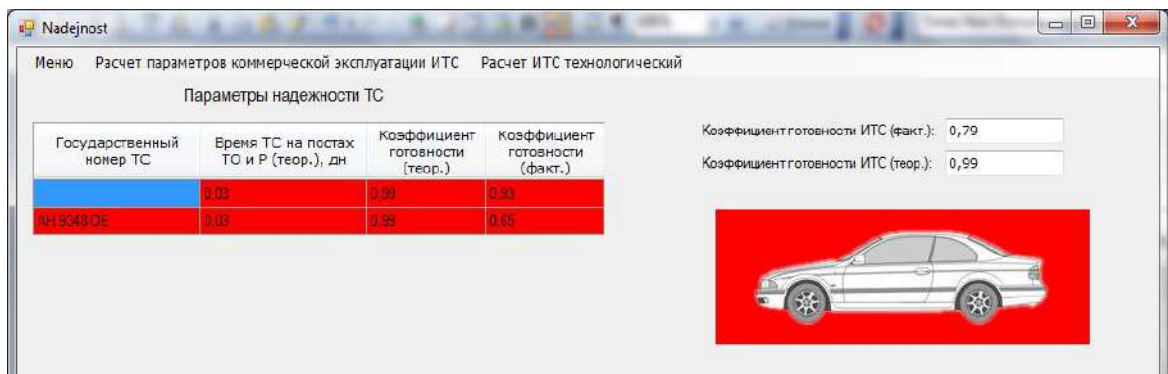


Рисунок 6.18. Вікно оцінки надійності окремих одиниць ТЗ і парку ТЗ

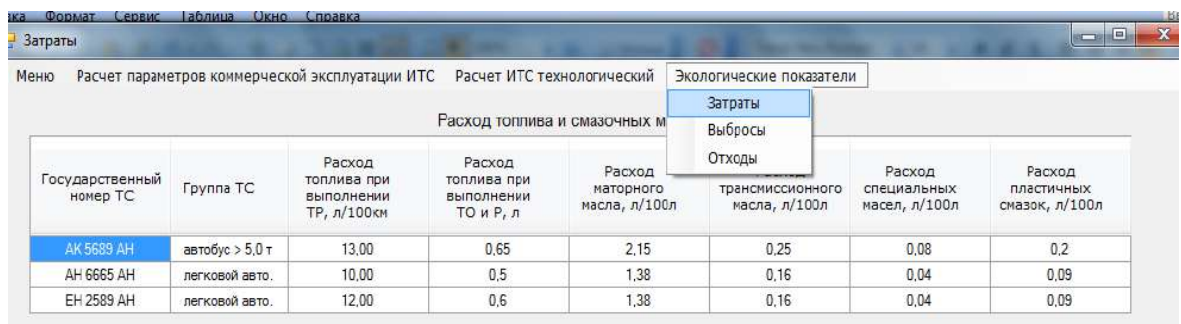


Рисунок 6.19 - Вікно «Розрахунки екологічних показників => Витрати»

Інформація вікна «Розрахунки екологічних показників => Витрати» – це широкий спектр параметрів (рис. 6.20):

- державний реєстраційний номер ТЗ;
- група ТЗ;
- витрата пального при виконанні транспортної роботи, л/100 км;
- витрата пального при ТО і Р, л;
- витрата оливи моторної, л/100 л (л/100 м³, СПГ);
- витрата оливи трансмісійної, л/100 л (л/100 м³, СПГ);
- витрата оливи спеціальної, л/100 л (л/100 м³, СПГ);
- витрата мастил пластичних, л/100 л (л/100 м³, СПГ).

Государственный номер ТС	Группа ТС	Расход топлива при выполнении ТР, л/100км	Расход топлива при выполнении ТО и Р, л	Расход моторного масла, л/100л	Расход трансмиссионного масла, л/100л	Расход специальных масел, л/100л	Расход пластичных смазок, л/100л
AK 5689 AH	автобус > 5,0 т	13,00	0,65	2,15	0,25	0,08	0,2
AH 6665 AH	легковой авто.	10,00	0,5	1,38	0,16	0,04	0,09
EH 2589 AH	легковой авто.	12,00	0,6	1,38	0,16	0,04	0,09

Рисунок 6.20 - Вікно «Розрахунки екологічних показників => Витрати»

Для розрахунку викидів шкідливих речовин необхідно вибрати у головному меню вікно: «Розрахунки екологічних показників => Викиди» (рис. 6.21).

Інформація вікна «Викиди» може бути відсортована за державними реєстраційними номерами ТЗ і за датою надходження (рис. 6.21).

Государственный номер ТС	Группа ТС	Тип топлива	Экологический класс ТС	Массовый выброс оксида углерода, т	Массовый выброс углеводорода, т	Массовый выброс оксида азота, т	Массовый выброс твердых частиц, т
AK 5689 AH	автобус > 5,0 т	дизель	Евро-0	3,74	0,6	2,07	0,48
AH 6665 AH	легковой авто.	бензин	Евро-1	9,18	1,99	0,84	0,04
EH 2589 AH	легковой авто.	бензин	Евро-0	18,63	3,51	1,24	0,06

Рисунок 6.21 - Вікно «Розрахунки екологічних показників => Викиди»

До параметрів викидів належить така інформація:

- державний реєстраційний номер ТЗ;
- група ТЗ;
- тип пального;
- клас екологічний;
- масовий викид оксиду вуглецю, т;
- масовий викид вуглеводнів, т;
- масовий викид оксидів азоту, т;
- масовий викид твердих часток, т.

Для розрахунку відходів необхідно в головному меню вибрати вікно: «Розрахунки екологічних показників => Відходи» (рис. 6.22).

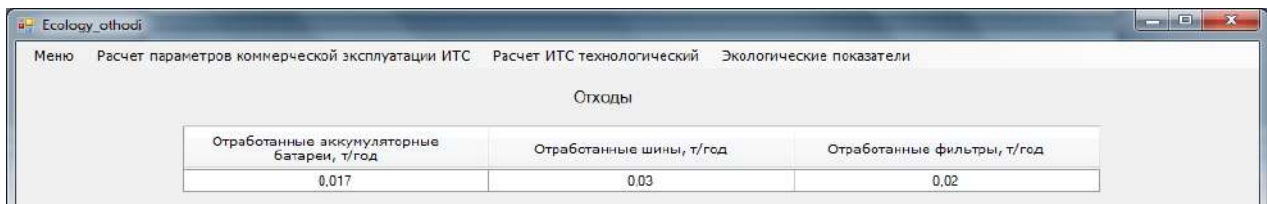


Рисунок 6.22 - Вікно «Розрахунки екологічних показників => Відходи»

У вікні «Відходи» можна відсортувати інформацію за державними реєстраційними номерами ТЗ, за датою (рис. 6.23) і типом викидів: відпрацьовані акумуляторні батареї; шини; фільтри.

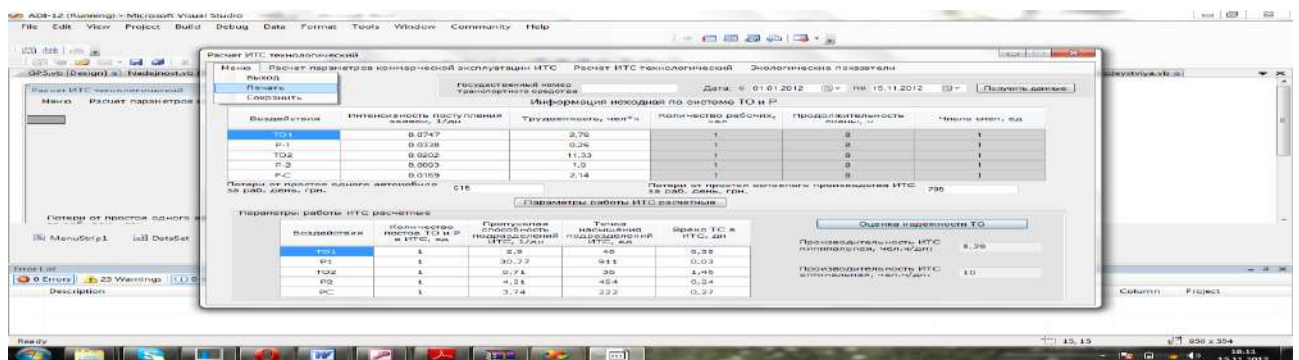


Рисунок 6.23 - Вікно для виведення на друк і виходу з програми

Для друку результатів моніторингу ТЗ необхідно вибрати: Меню => Друк (рис. 6.23). Для виходу з програми необхідно вибрати: Меню => Вихід (рис. 6.23).

2. Практична реалізація функціональних можливостей бортового ІПК системи автоматизованого збору і обробки інформації в рамках ITS

Для виконання ідентифікації і моніторингу ТЗ за допомогою розробленого діагностичного комплексу і віртуального підприємства «ХНАДУ - ТЕСА» були використані положення системного підходу до вирішення проблеми формування єдиної системи глобального моніторингу нових і вже існуючих ТЗ.

Для цього, ТЗ, що відносяться до стандарту Євро-0, Євро-1, Євро-2 і Євро-3 і не оснащені CAN-шиною, були адаптовані до системи ITS встановленням відповідних технічних засобів – контролерів сканерів-комунікаторів (трекерів). ТЗ, що відносяться до стандарту Євро-4, Євро-5, Євро-6 та оснащені CAN-шиною, що є адаптованими до роботи в системах ITS були оснащені, в процесі досліджень, відповідними сканерами-адапторами. За допомогою тих же відповідних сканерів-адапторів здійснювався моніторинг технічних параметрів ТЗ.

Ідентифікація ТЗ, не оснащених CAN-шиною, при використанні трекара відбувається шляхом внесення (присвоєння) інформації про ТЗ (державний номер ТЗ, VIN-код ТЗ, вид палива) у відповідну SIM-карту ідентифікаційного модуля абонента – модуля GSM, що встановлюється у контролер сканер-комунікатор

також використання контролерів сканерів-комунікаторів для здійснення ідентифікації і моніторингу параметрів ТЗ.



Рисунок 6.25 - Вид склавових ПК (варіант з наявністю гаджета-адаптера) і їх розміщення в салоні ТЗ

Дослідження проводилось на транспортному засобі KIA CEE'D 2.0 5MT2 з бензиновим автомобільним двигуном (АД) G4GC (4Ч 8,2/9,35). Найбільша увага при проведенні досліджень була приділена передпусковій і післяпусковій підготовці АД.

При підключенні сканера до рознімання OBD-II на монітор планшета виводиться спектр інформації, що надходить від датчиків, встановлених на борту

ТЗ, яка перетворена в його бортовому контролері. Це широкий перелік параметрів ТЗ, які можуть бути отримані від бортового ІПК, табл. 6.3.

Таблиця 6.3 - Параметри ТЗ, які отримують за допомогою бортового ІПК

Параметр, визначений при підключенні сканера до OBD-II	Значення параметра
<i>Acceleration Sensors</i>	Датчики прискорення (X, Y і Z датчики)
<i>Engine Load</i>	Навантаження на двигун ТЗ
<i>Engine RPM</i>	Частота обертання колінчастого вала двигуна
<i>Fuel Level</i>	Рівень пального в паливному баку
<i>Intake Manifold Absolute Pressure (MAP)</i>	Абсолютний тиск повітря на впуску в двигун
<i>Mass Air Flow Rate (MAF)</i>	Масова витрата повітря двигуном
<i>Throttle Position</i>	Положення дросельної заслінки
<i>Timing Advance</i>	Кут випередження запалювання
<i>Trip Distance</i>	Відстань, що пройшов автомобіль з моменту пуску двигуна
<i>0...100kph Time</i>	Час розгону до 100 км/год
<i>0...60mph Time</i>	Час розгону до 60 миль/год
<i>1/4 Mile time</i>	Час долання відстані 1/4 милі
<i>1/8 Mile Time</i>	Час долання відстані 1/8 милі
<i>Altitude (GPS)</i>	Висота над рівнем моря (<i>GPS</i>)
<i>Ambient Air Temp</i>	Температура навколишнього повітря
<i>Barometric pressure</i>	Атмосферний тиск
<i>Engine Coolant Temperature</i>	Температура охолоджуючої рідини
<i>Fuel Pressure</i>	Тиск у рампі пального
<i>Fuel Trim bank X sensor X</i>	Корекція подачі пального, ряд циліндрів X, датчик кисню X
<i>Horse power</i>	Розрахункова потужність двигуна
<i>Intake Air Temperature (IAT)</i>	Температура повітря на впуску у двигун
<i>Vehicle Speed (OBD)</i>	Швидкість автомобіля (<i>OBD</i>)
<i>Vehicle Speed (GPS)</i>	Швидкість автомобіля (<i>GPS</i>)
<i>Fuel system status</i>	Стан системи подачі пального
<i>Calculated engine load value</i>	Розрахункове значення навантаження двигуна
<i>Short term fuel trim (bank 1)</i>	Короткостроковий період корекції подачі пального, ряд циліндрів 1
<i>Long term fuel trim (bank 1)</i>	Довгостроковий період корекції подачі пального, ряд циліндрів 1
<i>Short term fuel trim (bank 2)</i>	Короткостроковий період корекції подачі пального, ряд циліндрів 2
<i>Long term fuel trim (bank 2)</i>	Довгостроковий період корекції подачі пального, ряд циліндрів 2

Продовження табл. 6.3

<i>GPS Longitude</i>	<i>GPS</i> долгота
<i>GPS Latitude</i>	<i>GPS</i> широта
<i>GPS Height</i>	<i>GPS</i> висота
<i>GPS Bearing</i>	<i>GPS</i> орієнтація
<i>Turbo Boost</i>	Турбонаддув
<i>Voltage</i>	Напруга в електромережі автомобіля
<i>GPS Accuracy</i>	Точність <i>GPS</i>
<i>CO₂in G/KM</i>	Поточний викид CO ₂ , г/км
<i>CO₂ in G/KM average</i>	Середній викид CO ₂ , г/км
<i>Fuelrate</i>	Витрата пального
<i>Fuelcost (trip)</i>	Вартість пального

ІПК при виникненні несправностей в електронних блоках управління ТЗ може, аналогічно системі **TMD-NANO**, вивести ТЗ в «щадний» режим експлуатації і, наприклад, дистанційно «очистити з пам'яті» контролера накопичені помилки про несправності ТЗ. Тут також існує можливість тривалого зберігання в блоці управління двигуна значень діагностичних параметрів ТЗ, що має особливе значення для процесів інтеграції ІПВ-технологій.

Результати практичного застосування двох варіантів ІПК, створених на базі гаджетів (1 – адаптера **Scanmaster ELM327**; 2 – сканера-комунікатора **TR600**), де наведені натурні і стендові дослідження складних теплових процесів сучасних двигунів внутрішнього згоряння. У результаті і водій ТЗ, і діагност (сервіс) мають обширну інформацію про параметри експлуатації ТЗ, яка на моніторі може бути представлена в різному вигляді (у вигляді графіків, показів стрілочних приладів або цифрових даних). Особливий інтерес представляє сумісне зображення графіків відстежуваних параметрів і географічної карти, що дозволяє побачити не тільки чисельну зміну того або іншого параметра, але і місце (відповідно, час, умови) виникнення, наприклад, пікового значення того або іншого параметра (рис. 6.26). Різні варіанти звіту про моніторинг технічної інформації ТЗ KIA CEE'D 2.0 5MT2 наведено на рисунках 6.26–6.29.

На рисунку 6.28 показані результати вимірювань (нижня частина рис. 6.56) основних експлуатаційних параметрів ТЗ з використанням бортового ІПК (на прикладі 32 параметрів ДВЗ і ТЗ в цілому).

При дослідженні за допомогою бортового ІПК в режимі *on line* від ТЗ одночасно були отримані осцилограми зміни діагностичних 32 параметрів, які дозволили здійснити моніторинг основних робочих процесів енергосилового агрегату ТЗ. У результаті виконаного аналізу серед цих параметрів були виділені параметри процесів пуску і прогріву ДВЗ (рис. 6.29).

Результат обробки експериментальних даних, отриманих від ТЗ на основі розробленого ІПК, показав наявність на сучасному АТ реальної можливості використання діагностичного комплексу в структурі **ITS**.

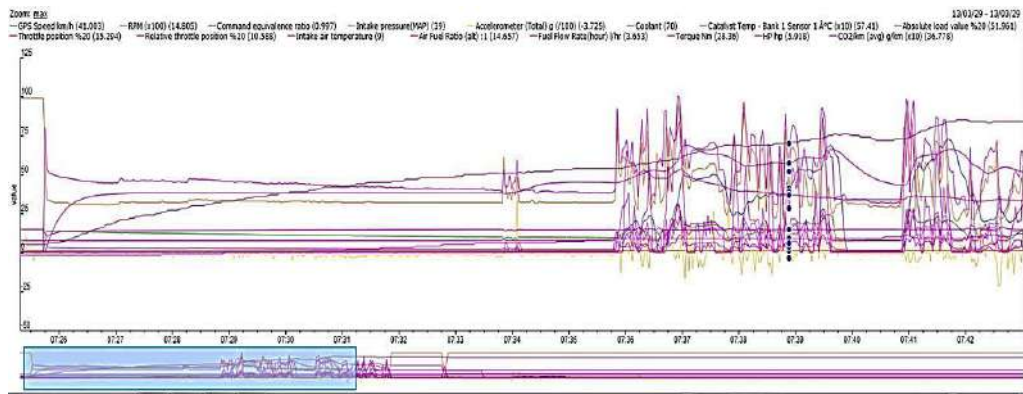


Рисунок 6.28 - Інтерфейс програми обробки і виведення інформації про основні параметри роботи двигуна і ТЗ в цілому в режимі on line

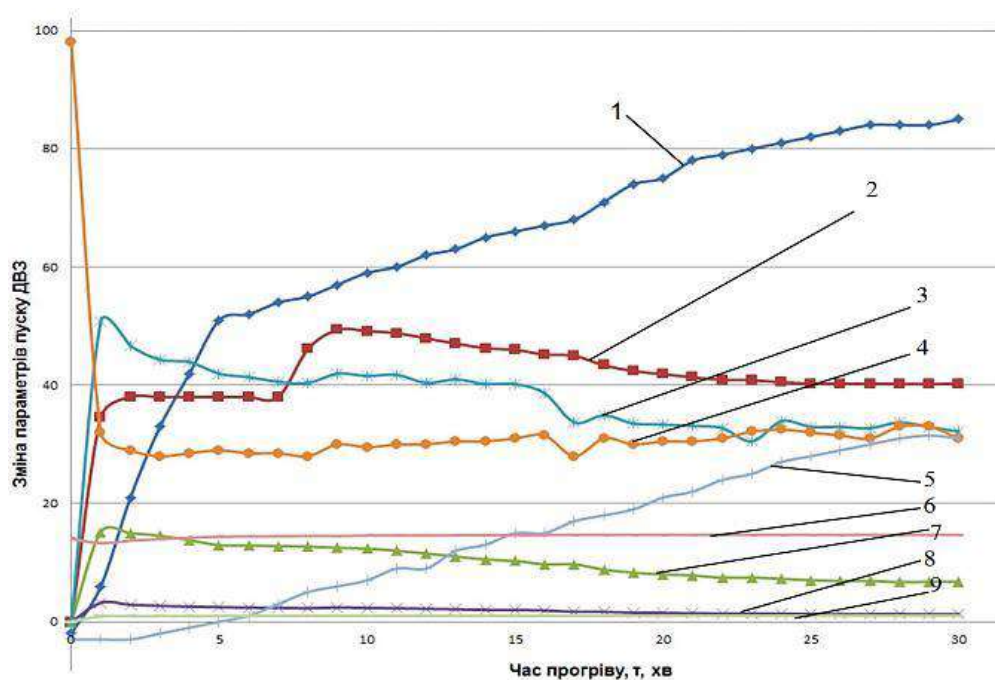


Рисунок 6.29 - Зміни основних діагностичних параметрів двигуна ТЗ у процесах пуску і прогріву: 1 – температура охолоджуючої рідини, °С; 2 – температура каталізатора (x10), К; 3 – навантаження на двигун ТЗ, %; 4 – тиск у впускному колекторі, кПа; 5 – температура повітря на впуску, °С; 6 – фактична кількість повітря, що приходить на 1 кг поданого палива, кг; 7 – частота обертання колінчастого вала двигуна (x100), хв⁻¹; 8 – витрата палива, л/год; 9 – коефіцієнт надлишку повітря

За допомогою діагностичного комплексу і віртуального підприємства «ХНАДУ - ТЕСА» були отримані результати моніторингу окремих параметрів двигуна ТЗ і самого ТЗ KIA CEE'D 2.0 5MT2 у різних режимах прогріву (рис. 6.30), на основі яких було виконано порівняльний аналіз показників ДВЗ з метою визначення раціонального режиму його прогріву (рис. 6.31).

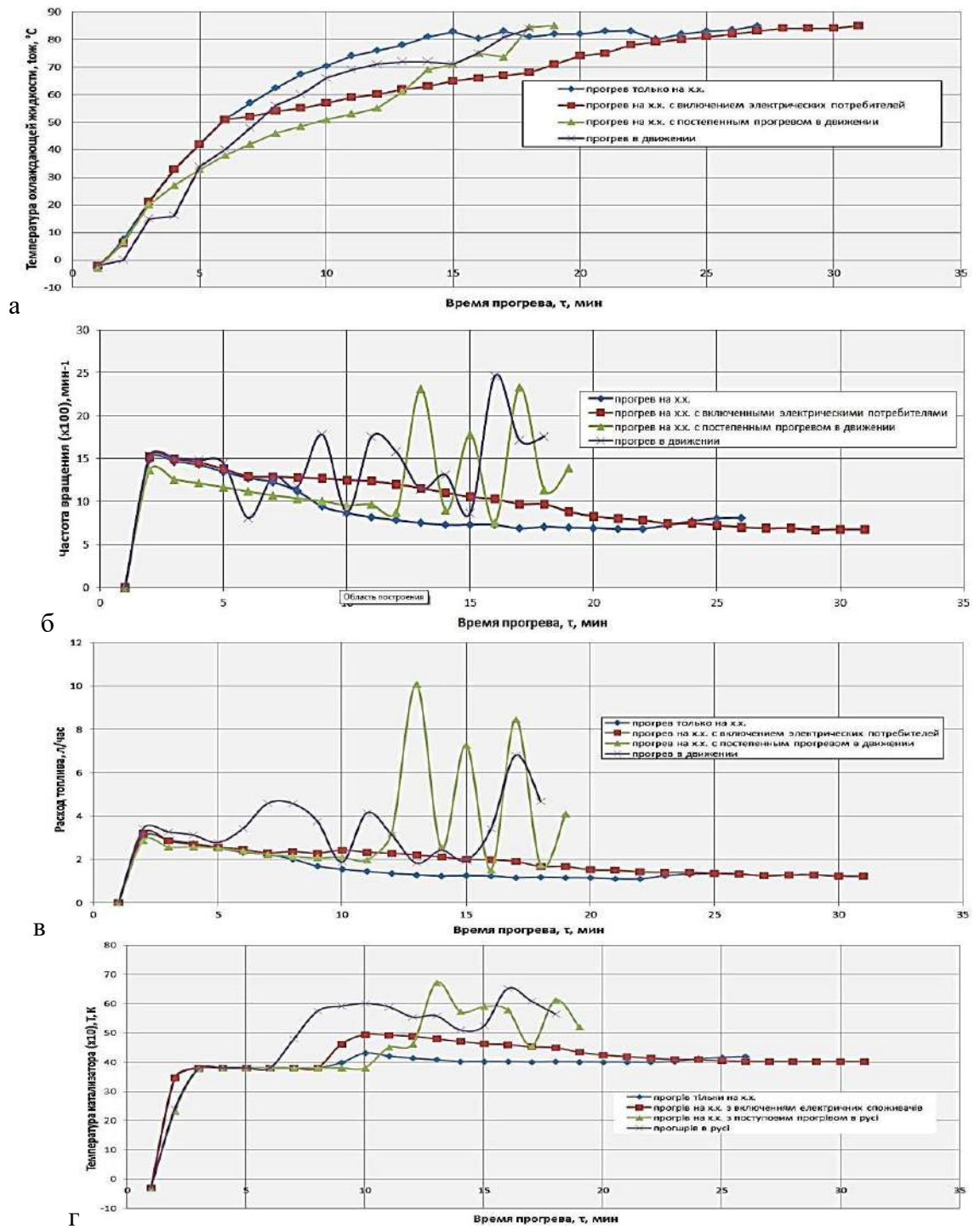
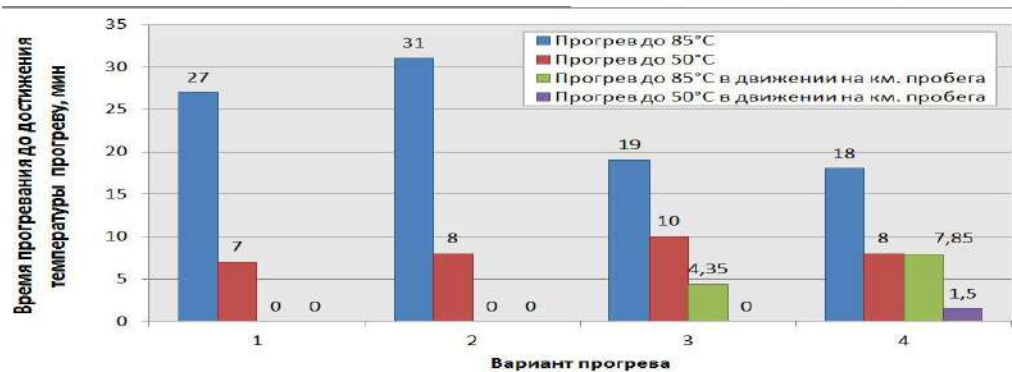
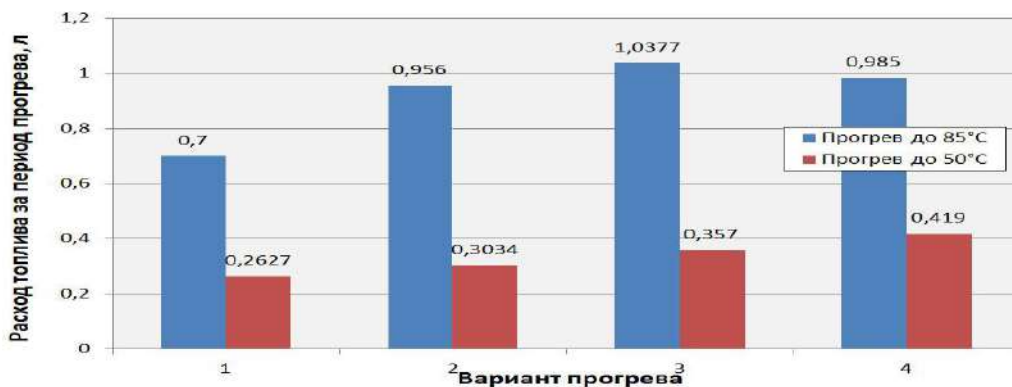


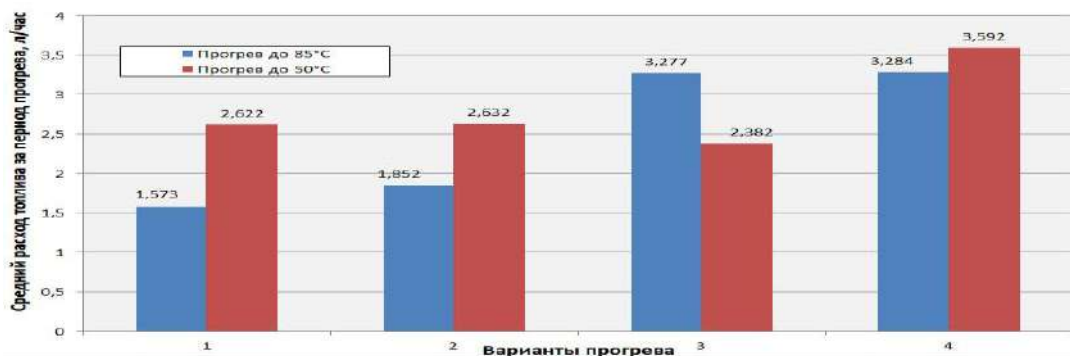
Рисунок 6.30 - Зміна параметрів двигуна при різних умовах здійснення його прогріву: а – температури охолоджуючої рідини; б – частоти обертання; в – витрати палива; г – температури каталітичного нейтралізатора



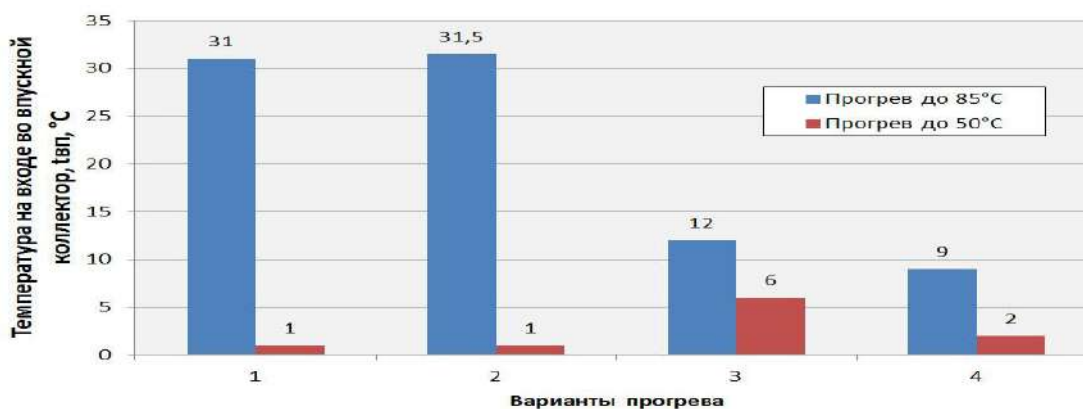
а



б



в



г

Рисунок 6.31 - Порівняльна діаграма змін параметрів у циклі прогріву двигуна: а – часу прогріву для досягнення необхідної температури охолоджуючої рідини; б – витрати палива на прогрів ДВЗ ТЗ; в – середньої витрати палива; г – температури повітря у впускному колекторі

Контрольні запитання

1. Які технічні можливості має ІПК «**IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»»**?
2. Яку інформацію отримуємо за допомогою програмних модулів *Torque*, *M2M Lab*, *Carlife*, ХНАДУ - ТЕСА?
3. Як здійснюється діагностування параметрів технічного стану ТЗ?
4. Які особливості методики експериментальних досліджень в ІПК «**IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»»**?
5. Що являє собою віртуальне підприємство з експлуатації автомобільного транспорту «ХНАДУ ТЕСА»?
6. Як виглядає підсумковий звіт про результати діагностування ТЗ KIA CEE'D 2.0 5MT2 (AH3128CM)?
7. Яким чином зберігаються параметри стану двигуна і ТЗ у файлі БД ІПК «**MonDiaFor «HADI-15»»**?
8. Які особливості методики експериментальних досліджень в ІПК «**ServiceFuelEco «NTU-HADI - 12»»**?
9. Як здійснюється ідентифікація та моніторинг технічної інформації про ТЗ, що не оснащені CAN-шиною і які мають CAN-шину?

Рекомендована література:

1. Базова література

- 1.1 Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів ; під заг. ред. В.П. Волкова / В.П. Волков, В.П. Матейчик, П.Б. Комов, І.В. Грицук, Т.В. Волкова, Є.О. Комов. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 388 с.
- 1.2 CYBERSECURITY FOR COMMERCIAL VEHICLES / Gloria D'Anna, Aug 28, 2018, ISBN: 978-0-7680-9257-8.
- 1.3 THE FUTURE OF ROAD TRANSPORT. IMPLICATIONS OF AUTOMATED, CONNECTED, LOW-CARBON AND SHARED MOBILITY / European Union, 2019, 148 p., ISBN 978-92-76-03409-4, doi:10.2760/9247.

2. Допоміжна література

- 2.1 Берко А.Ю. Організація баз даних: практичний курс:навч. посіб. / А. Ю. Берко, О. М. Верес ; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів, 2003.-149 с.
- 2.2 Транспорт і зв'язок України за 2014 рік. - Київ : Консультант, 2015. - 222 с.
- 2.3 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.
- 2.4 DIAGNOSTIC COMMUNICATION WITH ROADVEHICLES AND NON-ROAD MOBILE MACHINERY / Peter Subke, Mar 7, 2019, ISBN: 978-0-7680-9367-4.
- 2.5 ENERGY EFFICIENCY OF VEHICLES / Doug Carroll, Dec 18, 2020, ISBN: 978-1-4686-0148-0.
- 2.6 REDUCING PARTICULATE EMISSIONS IN GASOLINE ENGINES / Willard Cutler, Thorsten Boger, Nov 28, 2018, ISBN: 978-0-7680-9417-6.

3. Додаткові джерела:

- 3.1. Torque - androids.in.ua. [Електронний ресурс] // - Режим доступу: <https://vagcom.com.ua/ua/programmy/programmy-dlya-elm327/torque-pro/> .
- 3.2. GPS контроль рівня і витрати палива [Електронний ресурс] // - Режим доступу: <https://microtronic.com.ua/rishennya-dlya-tekhniki/gps-kontrol-r-vnya-vitrati-paliva> .
- 3.3. Система «Teletrack». [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <https://business-guide.com.ua/products/unit?pid=163270> .