

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ. С. Г ЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: “Удосконалення бортової системи контролю технічного стану
автомобіля”

Виконав: студент групи Ат-43
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Богдан ХОЛОДНИЦЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

Керівник: Ростислав ПАСЛАВСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

УДК 631.358.1: 88

Холодницький Б. В. Удосконалення бортової системи контролю технічного стану автомобіля : кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. Гжицького, 2025. 57 с.

Табл. 6; бібліогр. джерел 16.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз та дослідження методів пошуку несправностей, статистику несправностей автомобіля Fiat Ducato та систем самодіагностування автомобілів. Запропонована бортова система контролю з функцією діагностування двигуна. Запропонований універсальний метод пошуку несправностей перевагою якого є кількісна характеристика переходу від пошуку до логічного методу імовірності несправностей, а також відомий внесок кожного елементу з метою мінімізації витрат групи елементів, що дає можливість обґрунтовано приймати рішення про несправність того чи іншого елементу.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
1. ОГЛЯД СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ	7
1.1. Основні вимоги до методів та засобів технічного діагностування...	7
1.2. Бортові системи контролю, вмонтовані засоби діагностування та індикації	10
1.2.1. Вмонтовані системи діагностування.....	10
1.2.2. Бортові системи контролю (БСК)	12
1.3. Аналіз існуючих бортових систем контролю автомобіля	20
2. МОНТУВАННЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ЗАПРОПОНОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ.....	24
2.1. Опис та функції запропонованої системи діагностування	24
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	33
3.1. Алгоритм роботи вмонтованої системи діагностування.....	33
3.2. Структура й опис режимів роботи програми діагностики технічного стану автомобіля	37
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	43
4.1. Аналіз стану охорони праці в підприємстві	43
4.2. Техніка безпеки під час автомобільних перевезень	46
4.2.1 Техніка безпеки під час перевезення зерна.....	46
4.2.2. Техніка безпеки під час перевезення людей	47
4.2.3. Техніка безпеки під час перевезення тварин	48
4.3. Розрахунок загального штучного освітлення ділянки оцінки технічного стану автомобілів	48
4.4. Пожежна профілактика при автомобільних перевезеннях.....	49
Висновки	50
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБКИ.....	51
5.1. Методика розрахунку витрат на модернізацію та виготовлення конструкторської розробки	51

5.2. Розрахунок економічної ефективності для АТП від купівлі вмонтованої системи діагностування автомобілів.....	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	55
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	56

ВСТУП

Об'єднати маршрутний комп'ютер і діагностичний тестер в один пристрій, технічно можливо і економічно доцільно, але і таке об'єднання не дозволяє виявити різні можливі несправності автомобілів, тому нами пропонується, окрім об'єднання маршрутного комп'ютера і діагностичного тестера, ввести в програму бортового комп'ютера опитувальну частину. Такий пристрій повинен встановлюватися в салоні автомобіля на місце, передбачене для маршрутного комп'ютера.

Вмонтована система діагностування інжекторних двигунів порівняно з аналогами і попередниками перевищує за багатьма технічними характеристиками: діапазоном робочих температур, зручним інтерфейсом, простим і зручним у використанні управлінням функцій, швидкістю пошуку несправностей, маленькими габаритами, великим дисплеєм та простотою встановлення ВСД. Відбувається постійний контроль (технічного стану агрегатів, вузлів і автомобіля в цілому) основних елементів і дозволяє виявити всі можливі несправності автомобіля, в результаті чого формуються рекомендації щодо продовження експлуатації автомобіля або проведення його технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) або виконання дрібного ремонту самим водієм в межах щоденного обслуговування (ЩО). Система аналізує одержану інформацію і формує гіпотези про несправності і пропонує в оптимальній послідовності провести діагностичні перевірки якісних ознак і з використанням інструментальних засобів діагностики, що не було представлене в попередніх, аналогічних, системах діагностики.

Використання самодіагностування дозволяє збільшити рівень експлуатаційної надійності автомобільного парку, зменшити матеріальні та трудові витрати на проведення технічного обслуговування і ремонту автомобілів, зменшити потребу в технологічному устаткуванні та виробничо-складських приміщеннях.

1. ОГЛЯД СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

1.1. Основні вимоги до методів та засобів технічного діагностування

Технічна діагностика автомобілів та їх окремих агрегатів скерована на розв'язання одного чи декількох наступних завдань:

- визначення технічного стану (справний або несправний), пошук і локалізацію місця відмови або несправності;
- прогнозування залишкового ресурсу або імовірності безвідмовної роботи на інтервалах напрацювання, що задаються (пробіг).

Для успішного здійснення вказаних завдань проводять певні роботи з розробки діагностичного забезпечення, підвищення контролепридатності та встановленню показників і характеристик процесів діагностики.

Найбільш оптимальним вирішенням є проведення робіт з діагностичного забезпечення автомобілів на всіх стадіях, починаючи від їх проектування до повного списання, тобто на стадіях розробки, виробництва, експлуатації, капітального ремонту та зберігання, а також при обґрунтуванні акту про списання конкретних автомобілів. Діагностичне забезпечення – це комплекс взаємопов'язаних методів діагностики, нормативів, технічних (апаратних) і програмних засобів, процесів діагностики, систем метрологічного забезпечення методів, що використовуються, і засобів технічної діагностики, відображених в технічній документації.

Підвищити коефіцієнт готовності автомобільного парку можна за рахунок збільшення об'єму контрольно-діагностичних робіт в процесах ТО і ремонту. Для багатьох автомобілів він перевищує 25-30% загального обсягу робіт ТО та ремонту. Як правило, час, що витрачається на безпосереднє вимірювання параметрів технічного стану, в середньому становить 5-10% загального часу діагностики, інші 90-95% припадають на встановлення і зняття сенсорів, на вибір потрібного режиму автомобіля і опрацювання результатів діагностування. Це вказує на великий резерв щодо зниження трудоемності ТО і ремонту

автомобілів, який, перш за все, може бути реалізований підвищенням контролепридатності (пристосованості) автомобілів до діагностики.

Контролепридатність автомобілів та їх агрегатів забезпечується на стадіях їх розробки і виготовлення дотриманням вимог щодо технічної діагностики в частині конструктивного виконання виробів, параметрів і методів діагностики, показників оцінки контролепридатності об'єкту.

Контролепридатність може бути підвищена за рахунок зручного і простого підключення сенсорів до автомобіля, вибором найефективніших методів діагностики й контролю, забезпеченням автомобіля універсальними спеціально передбаченими приєднувальними роз'ємами, штуцерами, заглушками та ін.; введенням в конструкцію автомобіля вбудованих сенсорів, до виходів яких на момент діагностики можна під'єднати зовнішні засоби діагностики; комплектуванням автомобілів бортовими системами контролю (БСК), що видають водію у будь-який момент часу інформацію про технічний стан відповідного вузла, системи або агрегату. На практиці найдоцільніше комплексне використання всіх трьох способів підвищення контролепридатності автомобілів.

Вимоги до параметрів і методів діагностики включають вимоги до кількісного і якісного складу діагностичних параметрів і до алгоритму діагностики.

Номенклатуру структурних і діагностичних параметрів та їх нормативні значення встановлюють з урахуванням конструктивних, технологічних і експлуатаційних чинників.

Методи діагностики визначають виходячи із поставлених завдань і показників діагностики; вони повинні містити діагностичну модель об'єкта, правила вимірювання діагностичних параметрів, їх аналізу й обробки. Показники оцінки контролепридатності автомобілів умовно поділяють на оперативні, економічні, конструктивні й додаткові, а також на показники оцінки рівня контролепридатності.

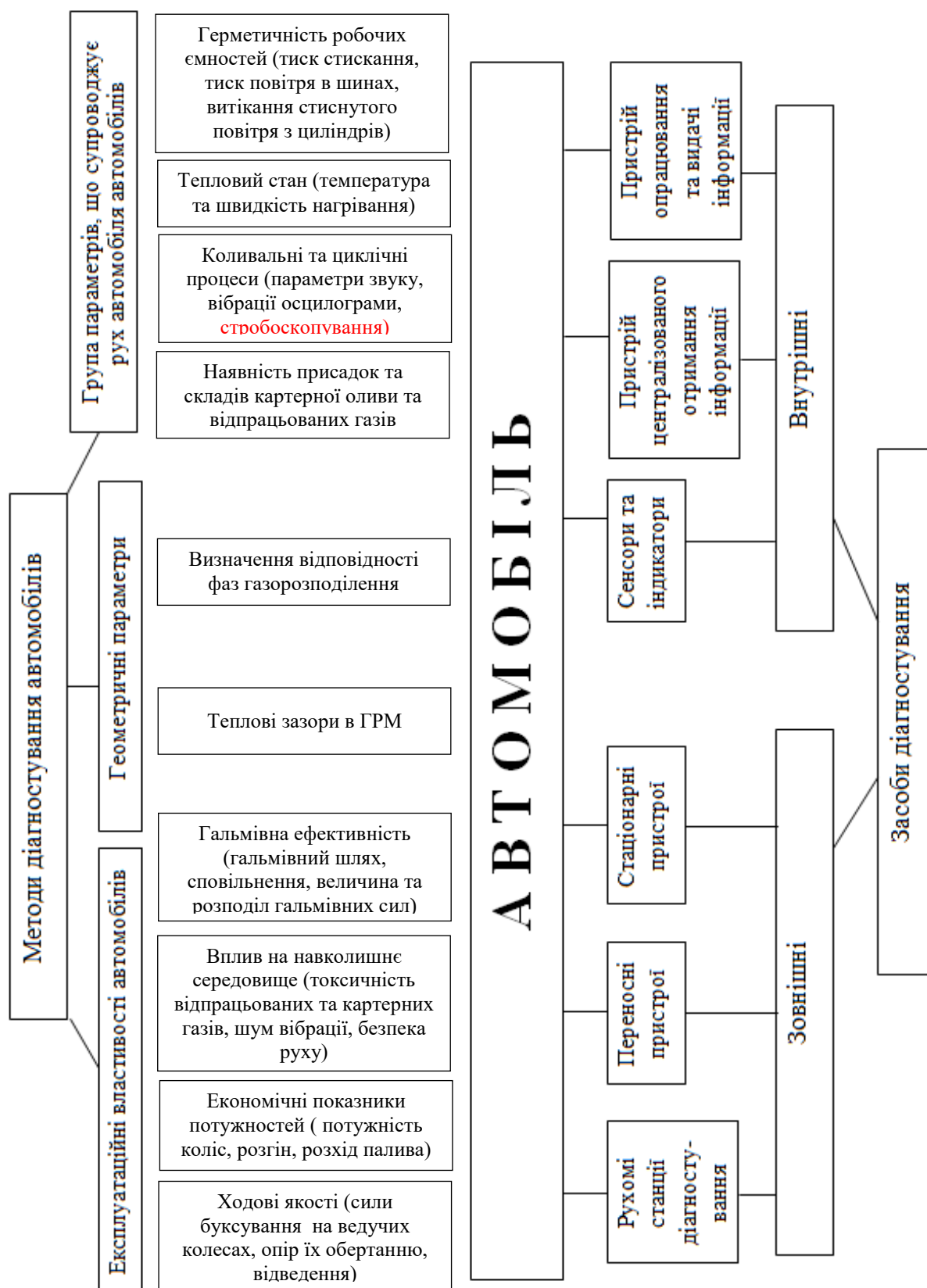


Рисунок 1.1. Методи діагностування автомобілів

Вимоги до технічної діагностики автомобілів включають в заявку на розробку і освоєння нових автомобілів, в техніко-технічному завданні (ТТЗ) або в технічне завдання (ТЗ) на їх розробку, в стандарти на технічні умови, загальні технічні умови, загальні технічні вимоги та ін., в технічні умови і конструкторську документацію на автомобіль.

Показники і характеристики діагностики задаються в ТТЗ і ТЗ і скеровані на оцінку достовірності, точності і економічності процесу діагностики. Контроль показників і характеристик діагностики автомобілів здійснюється при їх приймальних і типових випробуваннях.

1.2. Бортові системи контролю, вмонтовані засоби діагностування та індикації

1.2.1. Вмонтовані системи діагностування

Мікропроцесорні вмонтовані засоби контролюють за технічним станом агрегатів, вузлів та автомобіля в цілому. В результаті формуються рекомендації щодо продовження робіт автомобіля або переведення його на технічного обслуговування (ТО) та поточний ремонт (ПР) або виконання дрібного ремонту самим водієм в межах щоденного обслуговування (ЩО).

Вмонтовані засоби діляться на:

- система сенсорів та контрольних точок, які забезпечують виходи сигналів на зовнішні засоби діагностики;
- вбудовані системи діагностики – автономні або функціонуючі комплексно із стаціонарними інформаційно-управляючими центрами. Ці системи призначені для непрямого узагальненого контролю працездатності вузлів і агрегатів з видачею результатів на дисплей водію і в бортовий накопичувач для подальшого прогнозування і обліку ресурсів і напрацювань вузлів, коректування режимів ТО стаціонарними ЕОМ.

Найбільшого поширення набули вмонтовані системи з мікропроцесорною обробкою, накопиченням і видачею інформації водію, в бортовий накопичувач і на штекерний роз'єм, несучі функції вказаних різновидів. Такі системи призначені для використання водієм або механіком АТП і видачі даних в ЕОМ стаціонарного комплексу АСУ роботою і технічним станом парку.

Діагностика тільки зовнішніми засобами не забезпечує запобігання експлуатації автомобілів з несправностями, аварійних дорожніх відмов, оптимізації вибору режиму руху і проведення ТО і ПР. Вона не усуває накопичення несправностей на міжконтрольному пробізі, тому в середньому більше 20% парку експлуатується з такими несправностями. Погіршення технічного стану автотransпортних засобів є причиною дорожньо-транспортних пригод (ДТП) і дорожніх відмов. Частішому проведенню діагностики перешкоджають обмеження економічного характеру. Крім того, значна частина парку експлуатується взагалі без діагностики, нерідко у відриві від АТП і станцій технічного обслуговування (СТО), в дрібних відомчих і особистих, погано оснащених гаражах.

Найперспективнішою можливістю зняти вказані обмеження, забезпечивши практично безперервним контролем найненадійніші вузли, є впровадження вмонтованих засобів діагностики. Розробки, що є зараз, показують доцільність діагностики вбудованими засобами двигуна і вузлів, основних функціональних якостей автомобіля по функціональні параметрам агрегатів і руху автомобіля, узагальнених показників працездатності найважливіших агрегатів.

Мікропроцесорні вбудовані системи діагностики повинні з випередженням виявляти передвідмовні стани вузлів, що визначають найбільшу частоту обігу в ремонтну зону АТП або на СТО, а також зниження функціональних якостей, що становить загрозу для безпеки руху. Зокрема, слід контролювати економічність палива, стан акумуляторної батареї, нерівномірність дії гальм і сумарну гальмівну ефективність з видачею рекомендацій водію щодо обмеження швидкості руху та ін.

Автомобільні ВСД і КТ мають бортову мережу вмонтованих в конструкцію автомобілів сенсорів та контрольних точок системи електроустаткування, що підключається при діагностуванні до зовнішньої вторинної діагностичної апаратури.

Автономні СД першого покоління забезпечували допусковий прямий контроль роздільно за 10-12 параметрам з синхронною видачею результатів на приладову панель. Будучи, практично, її продовженням, БСК виконували перевірку технічного стану вузлів по структурних параметрах, а правильність функціонування - по вихідних параметрах, що прямо і однозначно відображають контрольований процес.

1.2.2. Бортові системи контролю (БСК)

Бортова система контролю є складовою частиною сучасного автомобіля, і призначена для збору, обробки, зберігання та відображення інформації про режим руху і технічний стан транспортного засобу, а також оточуючі його зовнішні чинники. Сьогодні система "водій-автомобіль-дорога-середовище" починає розглядатися як єдина. У найрозвиненіших країнах відбувається усвідомлення того, що поліпшення руху на перевантажених автомагістралях можливе тільки в тому випадку, якщо водій матиме оперативну інформацію про стан дороги і транспортні потоки.

Безпека, ефективність, пропускна спроможність. Іноді в зв'язку з цим іде мова про концепцію інтелектуальної транспортної системи (Intelligent Transportation System - ITS) . Наприклад, в США і Японії такий проект називається ITS, а в Європі - Telematic. Проекти включають створення інфраструктури і необхідної бортової електронної апаратури для оптимальної організації руху транспортних засобів єдиними потоками (platoon), передачі водіям рекомендацій, попереджень та ін. Для їх здійснення потрібні сенсори визначення інтенсивності транспортних потоків, комп'ютери для обробки

великих масивів інформації та генерації повідомлень, засоби зв'язку, автомобільні дисплеї та багато іншого. У деяких проєктах (Telematic) передбачається, що інформація, необхідна для функціонування інтелектуальної транспортної системи поступатиме з самих автомобілів, оснащених телематичними комплексами. Що дасть реалізація програми ITS в майбутньому не зовсім зрозуміло, але наявні технології дозволяють вже сьогодні реалізувати сучасну інформаційну систему водія.

На рисунку 1.2 показано варіант блок-схеми інформаційної системи водія, проте її практична реалізація для конкретного автомобіля може бути іншою. До інформаційної системи входять декілька підсистем, включаючи **протиугонну** й навігаційну системи, дистанційне керування дверними замками, систему зв'язку "автомобіль-дорога", цифровий аудіо та відео комплекс, систему передачі термінової інформації водію по радіо. На бортовий комп'ютер поступають також сигнали від гірокомпаса, датчика швидкості обертання коліс, датчика положення керма й інші.

Сучасні інформаційні системи водія з їх широкими можливостями зараз все частіше називають телематичними (утворено від слів "телекомунікації" і "інформатика"). Телематика (телематичні системи) об'єднує пристрої обміну інформацією між системами автомобіля, водієм і навколишнім світом. Як правило, це бортовий комп'ютер, навігаційна система, засоби зв'язку та ін. Взаємодія електронних блоків управління вузлами автомобіля (двигун, АБС та ін.) з телематичними системами відбувається по шині даних.

Система зв'язку "автомобіль-дорога" забезпечує передачу повідомлень від дорожніх інформаційних служб водію по радіо. Система є інфраструктурою з приймачів-передавачів невеликої потужності на дорогах і засобів для генерації повідомлень. Локальний приймач-передавач має обмежений набір фіксованих повідомлень. Різні повідомлення може генерувати великий комп'ютер і передавати їх локальним точкам (наприклад, про затори на даному маршруті). Приймачі-передавачі інформаційної системи можуть також автоматично одержувати дані від автомобілів, що проїжджають поряд за допомогою

встановлених на них транспондерів. Транспондером в даному випадку називається спеціальний автоматичний приймач-передавач, який встановлюють на рухомих об'єктах. У відповідь на кодове посилення транспондер передає необхідну інформацію про об'єкт, на якому він встановлений. В авіації транспондери використовуються вже досить давно для автоматичної передачі параметрів руху літака наземним службам.

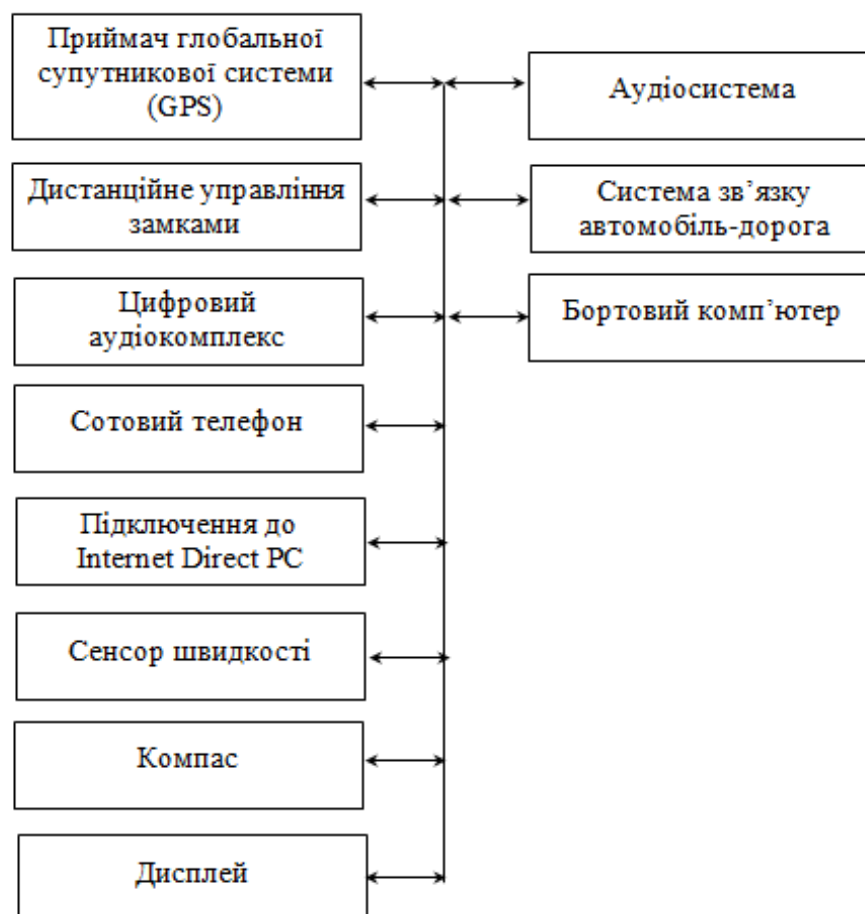


Рисунок 1.2. Блок-схема інформаційної системи водія

У автомобілях транспондери вже зараз використовуються для дистанційного стягування платні за проїзд по автостраді, отримання інформації про завантаження вантажівок, які поряд проїжджають. Є можливість дистанційно отримувати і передавати інформацію від бортової діагностичної системи сервісним підприємствам. У випадку виявлення відхилень, водій попереджається відповідним текстом на дисплеї або прочитанням цього тексту комп'ютером.

Система передачі повідомлень по радіо використовує додатковий канал в діапазоні ультракоротких хвиль, що вимагає спеціального приймача. По радіоканалу передається різна попереджувальна інформація (наприклад, метеозведення). Є можливість передачі коректуючої інформації для даної місцевості сигналами від супутникової глобальної позиціонуючої системи (GPS). Це дає можливість збільшити точність визначення координат автомобіля від ± 100 метрів до ± 5 метрів.

Користуватися телефоном або комп'ютером не зручно та небезпечно під час руху автомобіля, оскільки це відволікає увагу водія від дороги, особливо при напруженому русі в межах міста. Існує програмне забезпечення, що дозволяє розпізнавати мову людини. Людина говорить в мікрофон, а комп'ютер виконує нескладні команди. До недавнього часу подібні системи могли розпізнавати один - два голоси після спеціального налаштування комп'ютера.

Однією з кращих програм для розпізнавання голосу й читання тексту є програма ViaVoice фірми IBM. Фірма модернізувала програму під складні умови автомобільного салону з його високим рівнем шуму. Програма добре розуміє голоси різних людей. ViaVoice дозволяє водію давати голосом команди багатьом автомобільним системам та отримувати відповідь у вигляді синтезованої мови. Допустимі, наприклад, такі команди: замкнути двері, увімкнути CD-програвач, налаштувати певну радіостанцію, запитати напрям руху або зведення про дороги від Web-сервера чи інших джерел, прочитати електронну пошту, що надійшла, запитати спортивні або біржові новини і прочитати їх, зв'язатися телефону з певним номером та ін.

У концептуальному автомобілі BuickBengal (GeneralMotors) використовується програмне забезпечення фірми Visteon. Програма розпізнає 118 команд на шести мовах, включи місцеві діалекти, в умовах відкритого чи закритого салону. Водій, не випускаючи з рук керма та не відриваючи очей від дороги, голосом може подати різні команди від управління режимом CD-програвача або кондиціонера, підйому даху, до зміни швидкості автомобіля.

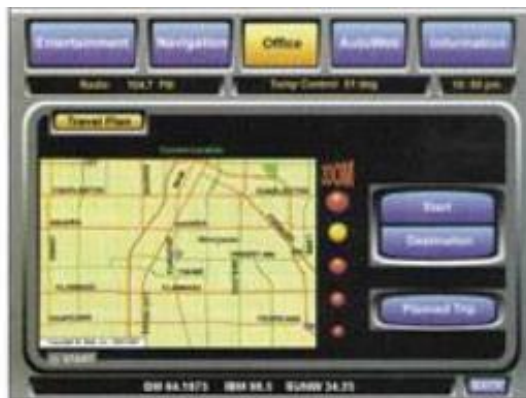


Рисунок 1.4. Сенсорний дисплей.

Бортовий комп'ютер визначає точний час і дату, витрату палива по сумі часу відкритого стану форсунок, швидкість та пройдений шлях. На дисплей зазвичай виводиться наступна інформація:

- Час, день та дата.
- Середня швидкість на маршруті.
- Час в дорозі.
- Средню витрату палива на маршруті.
- Миттєву витрат палива.
- Витрату палива на маршруті.
- Відстань, яку можна здолати на паливі, що залишилося.

Якщо при виїзді на маршрут водій з клавіатури ввів відстань до пункту призначення, бортовий комп'ютер буде видавати також інформацію про очікуваний час прибуття в пункт призначення та відстань, що залишилася до пункту призначення.

Інформація про стан систем автомобіля.

Бортовий комп'ютер автоматично здійснює контроль за станом систем автомобіля і видає одержану інформацію на рідкокристалічний дисплей. Інформація подається в зручному графічному вигляді, за необхідності привернути увагу водія видається звуковий сигнал або вмикається синтезатор мови.

Які саме контролюючі функції реалізує бортовий комп'ютер залежить від моделі та виробника автомобіля, але, як мінімум є наступні можливості:

- Індикація несправності сигналів гальмування.
- Індикація несправності освітлювальних приладів.
- Індикація відкритого багажника.
- Індикація низької температури навколишнього середовища.
- Індикація низького рівня охолоджуючої рідини в двигуні.
- Індикація низького рівня оливи в картері.
- Індикація надмірного спрацювання гальмівних колодок.

Контроль за станом електричних ланцюгів освітлювальних приладів звичайно здійснюється шляхом вимірювання електричного струму в дротах, підключених до відповідних ламп. Струм вимірюється зазвичай двома методами:

- В ланцюг живлення лампи послідовно включається низькоомний резистор, сигнал з якого посилюється та подається на компаратор. При розриві ланцюга струм не йде, що призводить до низького рівня сигналу на виході компаратора і появи відповідної попереджувальної інформації на індикаторі або дисплеї.

- У ланцюзі живлення лампи послідовно включається обмотка геркону або іншого струмового реле.

Контроль температур навколишнього середовища. Температура навколишнього середовища вимірюється термістором з від'ємним температурним коефіцієнтом. Він розміщується в закритих місцях, далеко до джерел тепла, зазвичай за переднім бампером. При зменшенні температури опір термістора збільшується і після проходження рівня $+4^{\circ}\text{C}$ на дисплеї з'являється попередження про можливе заledenіння дороги.

Контроль за рівнем експлуатаційних рідин (оливи, охолоджуючої рідини та омивача скла) здійснюється за допомогою сенсорів на основі геркону та плаваючого кільцевого магніту. Геркон поміщають в герметичний циліндр, по якому переміщається пластиковий поплавець з кільцевим постійним магнітом.

При нормальному рівні експлуатаційної рідини поплавець фіксується у верхньому положенні стопором, магніт замикає контакти геркону. При зниженні рідини нижче від критичного рівня, поплавець опускається, контакти геркону розмикаються, на дисплеї з'являється відповідне попередження.

Рівень оливи в двигуні комп'ютер вимірює за декілька секунд до пуску двигуна, оскільки рівень оливи в картері працюючого двигуна низький і коливається на поворотах і при гальмуванні, що може приводити до генерації помилкових повідомлень комп'ютером.

Стан електричних ланцюгів автомобіля постійно контролюється ЕБУ. Для того, щоб можна було розрізнити закритий і відкритий стан геркону від несправностей в ланцюгу сенсора, в його ланцюг вводять додаткові резистори. Сенсори спрацювання гальмівних колодок бувають двох типів: розмикаючі та замикаючі контрольований ланцюг. У розмикаючому сенсорі дріт закладений в колодку на глибину, відповідну мінімально допустимому зносу, і при настанні останнього, перетирається і розмикає контрольований ланцюг. Замикаючий сенсор при настанні граничного зносу замикає контрольований ланцюг через гальмівний диск або барабан на масу. Недоліком замикаючого сенсора є ненадійність контакту, який утворюється тільки у момент використання гальм.

Способи відображення інформації на автомобілях

Основним завданням будь-якого сенсора є представлення інформації із заданою точністю. Більшість автомобільних сенсорів мають оперативно видавати інформацію водію, вимоги до точності при цьому відносно невисокі. Аналогові індикатори представляють інформацію в формі, зручнішій для швидкого читання водієм. Наприклад, якщо стрілка показчика температури охолоджуючої рідини знаходиться в районі середини шкали, водію достатньо одного погляду на показчик, щоб зрозуміти, що температура охолоджуючої рідини є в межах норми. Точність в даному випадку не важлива. Показник 98°C на цифровому показчику температури не так просто інтерпретувати, потрібно ще встигнути зміркувати багато це чи мало. Цей приклад наочно показує, чому

на автомобілях, не дивлячись на наявність сучасних контролерів і цифрової обробки інформації, інформація подається в аналоговій формі.

Цифрові і графічні сенсори (дисплеї) використовуються на автомобілі для розв'язання, наприклад, таких завдань:

- Видача картографічної інформації в навігаційних системах.
- Дисплей бортового комп'ютера.
- Годинник та ін.

Ці дисплеї можуть мати різну конструкцію. Для керування окремими сегментами та частинами дисплеїв використовується мультиплексна система передачі інформації.

1.3. Аналіз існуючих бортових систем контролю автомобіля

Маршрутний бортовий комп'ютер GAMMAGF212

Бортовий комп'ютер GAMMA GF212 призначений для установки на інжекторні автомобілі БК, який виконує функції годинника з календарем та будильником, термометра, маршрутного комп'ютера, діагностичного тестера й аварійного сигналізатора і визначає терміни технічного обслуговування автомобіля.

Функціональні особливості.

- годинник та термометр
- мультидисплей
- годинник з календарем та будильником
- температура навколишнього середовища.

Технічне обслуговування:

- заміна оливи ДВЗ
- заміна оливи КПП
- заміна свічок
- заміна повітряного фільтра

- заміна паливного фільтра
- заміна ремня ГРМ

Маршрутний комп'ютер:

- мультидисплей
- залишок палива в баку
- прогноз пробігу на залишку палива
- загальна витрата палива
- витрата палива за одну поїздку
- пройдена відстань за поїздку
- середня витрата палива за поїздку
- цифровий спідометр
- середня швидкість руху
- час поїздки

Діагностичний тестер:

- мультидисплей
- поточна (миттєва) витрата палива
- температура охолоджуючої рідини
- напруга бортової мережі
- частота обертання валу двигуна
- положення дросельної заслінки
- масова витрата повітря
- кут випередження запалювання
- положення регулятора холостого ходу

Помилки системи:

- діагностичні коди системи впорскування

Аварійний сигналізатор:

- небезпечний перегрів двигуна
- недопустима напруга в бортовій мережі
- перевищення швидкості

Маршрутний бортовий комп'ютер Multitronics RC-450

Бортова система контролю (БСК) призначена для безперервного контролю працездатності основних систем автомобіля і видачі інформації про знайдені несправності в мовній формі. Повідомлення видаються жіночим голосом. Видача кожного повідомлення передує музичним сигналом для привернення уваги водія. У випадку одночасного виникнення активних сигналів на декількох вхідних лініях БСК, відповідні повідомлення видаються послідовно. Для повідомлень передбачене блокування повторного спрацьовування, тому при «нестійкій» відмові ці повідомлення видаються тільки один раз (колонка «Блокування фрази»). Повторна выдача даних сигналів відбувається тільки після зняття блокування при виключенні запалення автомобіля (природно, якщо відповідна відмова не була усунена).

Схема БСК передбачає виведення мовних повідомлень як на додатковий динамік, спеціально встановлюваний в автомобілі, так і на один з штатних динаміків автомагнітоли, не перешкоджаючи її нормальному функціонуванню. Перемикання динаміка на БСК здійснюється автоматично, і тільки на час виведення повідомлень.

Підключення БСК здійснюється в основному до штатних сенсорів та приборів. Пристрій працює в широкому діапазоні напруг живлення за рахунок вбудованого стабілізатора, має захист від перегріву та перевантаження.

Функціональні особливості:

- Знижений рівень гальмівної рідини (спрацьовування сенсора розгерметизації гальмівної системи)
- Низький тиск оливи при частоті обертання колінвалу більше ніж 900об/хв
- Температура двигуна більша ніж 98°C
- Напруга в бортовій мережі більша ніж 15В
- Напруга в бортовій мережі менша ніж 11 В або спрацював сенсор відсутності зарядки при частоті обертання колінвалу більше ніж 900 об/хв
- Не повністю відкрита повітряна заслінка карбюратора (включений “підсос”) при температурі двигуна більше ніж 80°C

- Спрацьовування сенсора резервного залишку палива (стрілка показчика рівня палива знаходиться в червоній зоні)
- Обрив ланцюга ламп задніх габаритних ліхтарів
- Обрив ланцюга ламп стоп-сигналу
- Обрив ланцюга ламп ліхтарів заднього ходу
- Рушання із затягнутим “ручним гальмом” (відпуск педалі зчеплення при ввімкненому гальмі стоянки)
- Не вимкнені габаритні сигнали при відкриванні дверей водія
- Відмічені функції, що потребують встановлення блоку контролю справності ламп.

2. МОНТУВАННЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ЗАПРОПОНОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ

2.1. Опис та функції запропонованої системи діагностування

В даний час на автомобілях широко використовуються електронні блоки управління (ЕБУ), роботу яких неможливо проконтролювати без спеціальних приладів, які завжди бажано мати "під рукою". Проте навіть найпростіші з них досить складні та й вартісні. Окрім управління двигуном, вищезазначені ЕБУ, виробляють сигнали з сенсорів швидкості та витрати палива, які виведені в салон автомобіля на спеціальний роз'єм для підключення маршрутного комп'ютера. Маршрутний комп'ютер дозволяє відобразити різні параметри: час в дорозі, час в русі, пройдений шлях, загальну витрату палива, витрату палива на холостому ході, поточну швидкість, а також широкий спектр величин, розрахованих на їх основі (середня швидкість шляху, середня швидкість руху та ін.).

Технічно можливо, а економічно доцільно об'єднати маршрутний комп'ютер й діагностичний тестер в один пристрій, який повинен встановлюватися в салоні автомобіля на штатне місце, передбачене для маршрутного комп'ютера. Алгоритм функціонування і особливості побудови практично будь-якого діагностичного тестера початкового рівня приблизно наступні:

- Здійснюється вибір клавіатури і, за потреби, модифікація вибраного режиму роботи. Кількість кнопок управління не перевищує 4 шт. і вибір режиму роботи здійснюється за допомогою меню.

- Формується запит на ЕБУ, відповідний заданому режиму роботи. Види запитів різноманітні, проте їх зміст (за невеликим винятком, наприклад запитів на зміну стану виконавчих механізмів) постійний.

- Очікується відповідь від ЕБУ і здійснюється прийом даних при його отриманні. Довжина повідомлення, що приймається, не перевищує 128 байт.

- Після закінчення часу очікування або завершення прийому даних здійснюється аналіз ситуації, що склалася, і відповідно до неї можлива модифікація заданого режиму роботи.

- За необхідності обновляється інформація на індикаторі з перетворенням одержаних з ЕБУ даних. Інформація для користувача повинна виводитися в зручній формі, тобто у вигляді розгорнутих буквенно-цифрових повідомлень і підказок, що вимагає застосування знакосинтезуючого сенсора як мінімум рядком на 16 символів. Об'єм інформації для відображення в розгорнутому вигляді дуже великий, що тягне за собою збільшення пам'яті для її зберігання. Одержані з ЕБУ дані, в деяких випадках, повинні бути перераховані за нескладною формулою (точність обчислень при цьому може бути невелика) і перетворенні з двійкової форми в символний формат.

- Робиться пауза, оскільки запити на ЕБУ повинні видаватися не раніше ніж за 100 мс після закінчення попереднього сеансу обміну, і все повторюється спочатку.

Алгоритм функціонування і особливості будови маршрутного комп'ютера приблизно наступні:

- Постійно робиться підрахунок часу, імпульсів з сенсоаів витрати палива і швидкості, а також вимірювання тривалості між імпульсами з сенсора швидкості.

- Виробляється опитування щодо клавіатури і, за потреби, модифікація вибраного режиму роботи. Кількість кнопок управління не перевищує 4 шт. і вибір режиму роботи здійснюється за допомогою меню.

- Обновляється інформація на індикаторі з перетворенням накопичених первинних даних. Інформація для користувача повинна виводитися в зручній формі, тобто ввід розгорнутих буквено-цифрових повідомлень і підказок, що вимагає застосування знакосинтезуючого сенсора як мінімум з 1 рядком на 16 символів. Об'єм інформації для відображення в розгорнутому вигляді дуже великий, що тягне за собою збільшення пам'яті для її зберігання. Первинні дані повинні бути перераховані по нескладних формулах (точність обчислень при

цьому може бути невелика) і перетворені з двійкової форми в символний формат.

- Робиться пауза, оскільки виходячи з психофізіологічних особливостей людини частота оновлення інформації не повинна перевищувати 10Гц, і все повторюється спочатку.

- Як видно з вище сказаного, між функціонуванням пристрою в режимі тестера або маршрутного комп'ютера багато спільного, що дозволяє спільно використовувати апаратні і програмні ресурси.

БСК підключається до стандартного роз'єму маршрутного комп'ютера і не вимагає будь-яких доробок електропроводки автомобіля (додатково потрібне тільки підключення до діагностичного роз'єму).

БСК має п'ять режимів роботи: режим маршрутного комп'ютера, режим відображення значення внутрішніх змінних ЕБУ, режим відображення і скидання кодів несправностей ЕБУ, режим управління виконавчими механізмами ЕБУ і режим виведення інформації про даний прилад. Перемикання між режимами здійснюється натисненням кнопки "Режим".

Режим маршрутного комп'ютера

Після включення "БК" автоматично переходить в режим маршрутного комп'ютера. У режимі маршрутного комп'ютера накопичуються і відображаються наступні параметри руху:

- пройдена відстань від початку маршруту (у метрах);
- час знаходження на маршруті (включене запалення);
- час в русі (при швидкості руху ≥ 3 км/год);
- поточна швидкість руху автомобіля (в км/год);
- середня швидкість руху на маршруті (у км/год). Середня швидкість дійсна після пробігу не менше 1 км;
- витрачене на маршруті паливо (у мілілітрах);
- середня витрата палива на маршруті (у літрах на 100 км). Середня витрата дійсна після пробігу не менше 1 км.

Перебір параметрів, що відображаються, здійснюється кнопками "Вліво" і "Вправо".

Для зупинки підрахунку параметрів маршруту (без їх обнулення) необхідно одноразово натиснути кнопку "Вибір". Для відновлення підрахунку параметрів необхідно повторно натиснути кнопку "Вибір". Контроль зупинки/запуску параметрів можна здійснити переглядаючи "час знаходження на маршруті". При зупиненому підрахунку лічильник секунд зупинений.

Для початку нового маршруту (обнулення параметрів попереднього маршруту) необхідно натиснути і утримувати натиснутою впродовж не менше 1,5 секунд кнопку "Вибір".

Режим проглядання внутрішніх змінних ЕБУ

У режимі відображення значень внутрішніх змінних "БК" показує в режимі реального часу одну з наступних змінних:

- Ідентифікатор ПО ЕБУ;
- Положення дросельної заслінки (у відсотках);
- Температура охолоджуючої рідини (у градусах);
- Обороти двигуна (у кількості оборотів за хвилину);
- Бажані обороти холостого ходу (у кількості оборотів за хвилину);
- Кут випередження запалення (у градусах);
- Швидкість автомобіля (у кілометрах за годину);
- Поточне положення регулятора холостого ходу (у кількості кроків);
- Бажане положення регулятора холостого ходу (у кількості кроків);
- Коефіцієнт корекції часу уприскування;
- Напруга на сенсорі кисню для двигуна з сенсором кисню (у вольтах);
- Коефіцієнт корекції СО для двигуна без сенсора кисню;
- Співвідношення повітря / паливо для двигуна з сенсором кисню;
- Напруга бортової мережі (у вольтах);
- Тривалість імпульсу уприскування (у мілісекундах);
- Циклова витрата палива (у міліграмах на такт);

- Масова витрата повітря (у кілограмах за годину);
- Годинна витрата палива (у літрах за годину);
- Шляхова витрата палива (у літрах на 100 кілометрів).
- Шляхова витрата палива виводиться тільки при русі автомобіля;
- Ознака виявлення детонації (так / ні);
- Ознака блокування подачі палива (так / ні);
- Ознака холостого ходу (так / ні);
- Ознака потужнісного збагачення (так / ні).

БСК в режимі проглядання внутрішніх змінних ЕБУ відстежує їх вихід за допустимі межі, видаючи звуковий сигнал в одному з часткових випадків:

- у режимі відображення температури охолоджуючої рідини при перевищенні температурою значення 110°C.
- у режимі відображення оборотів двигуна при перевищенні оборотами значення 5520 обертів за хвилину;
- в режимі відображення напруги бортової мережі при зниженні напруги нижче ніж 10В;
- у режимі відображення напруги бортової мережі при підвищенні напруги вище 15В;
- у режимі відображення ознаки виявлення детонації при виявленні детонації;
- у режимі відображення ознаки блокування паливоподачі при блокуванні подачі палива;
- у режимі відображення ознаки потужнісного збагачення при збагаченні суміші по потужності.

Вибір параметрів, що відображаються, здійснюється кнопками "Вліво" і "Вправо".

Режим перегляду та стирання кодів несправностей ЕБУ

У режимі відображення кодів несправностей "БК" в циклі зчитує з блоку управління коди несправностей і відображає на дисплеї їх кількість. Якщо кодів

несправностей немає, то доступна тільки кнопка "Режим", при натисненні на яку відбувається вихід з режиму відображення кодів несправностей. Якщо коди несправностей є, то для їх перегляду необхідно натиснути кнопки "Вибір", "Вліво" або "Управо". Перегортання зчитаних кодів несправностей здійснюється кнопками "Вліво" і "Вправо". Для виходу з режиму відображення кодів несправностей без їх очищення необхідно натиснути кнопку "Режим". Для стирання кодів несправностей необхідно натиснути кнопку "Введення" і утримувати її не менше 1,5 секунди. В цьому випадку "БК" зітре коди несправностей в ЕБУ і знову порахує їх (після стирання повинно бути 0 несправностей).

Режим управління виконавчими механізмами ЕБУ

У режимі управління виконавчими механізмами доступні наступні виконавчі механізми і внутрішні змінні ЕБУ:

- Лампа Check Engine;
- Реле вентилятора системи охолодження двигуна;
- Реле управління бензонасосом;
- Котушка запалення 1 (1 і 4 циліндри);
- Котушка запалення 2 (2 і 3 циліндри);
- Форсунка 1;
- Форсунка 2;
- Форсунка 3;
- Форсунка 4;
- Коефіцієнт корекції СО для двигуна без датчика кисню;
- Обороти холостого ходу;
- Положення регулятора холостого ходу.

Перегортання виконавчих механізмів здійснюється кнопками "Вліво" і "Вправо". При цьому для кожного механізму відображається його поточний стан (окрім котушок запалення і форсунок). Для переходу до управління поточним виконавчим механізмом необхідно натиснути кнопку "Ви-бір". Після

цього можливо змінити стан виконавчого механізму одноразовим натисненням або натисненням і утриманням кнопок "Вліво" і "Вправо". Зміна стану виконавчого механізму відображається символом '*' в першій позиції дисплея. Для повернення управління виконавчим механізмом ЕБУ необхідно знову натиснути кнопку "Вибір".

При управлінні будь-яким виконавчим механізмом з боку діагностичного обладнання ЕБУ позбавляється можливості управління цим виконавчим механізмом. Тому після переходу до управління виконавчим механізмом (символ '*' в першій позиції дисплея) неможливо перемкнутися на інший режим, поки управління не буде повернене ЕБУ повторним натисненням кнопки "Вибір".

Реле управління бензонасосом доступне лише при включеному запаленні і непрацюючому двигуні. При натисненні на кнопку "Вліво" бензонасос вимикається, при натисненні на кнопку "Вправо" бензонасос включається. Якщо управління бензонасосом неможливе, замість стану бензонасоса виводяться прочерки.

Котушки запалення доступні тільки при включеному запаленні і непрацюючому двигуні. При натисненні на кнопку "Вибір" на котушку запалення буде видано 20 імпульсів тривалістю 5 мсек з паузою 5 мсек. Робота котушки запалення відображається символами '***' і звуковим сигналом.

Форсунки доступні лише при включеному запаленні і не працюючому двигуні. При натисненні на кнопку "Вибір" на форсунку буде виданий імпульс тривалістю 2 мсек. Робота форсунки відображається символами '***' і звуковим сигналом.

Для блоків управління з одночасним уприскуванням доступний **лише** параметр "Форсунка 1". При натисненні на кнопку "Вибір" для параметра "Форсунка 1" імпульс буде видаватися одночасно на форсунки всіх циліндрів.

Для блоків управління з попарно-паралельним уприскуванням доступні лише параметри "Форсунка 1" та "Форсунка 2". При натисненні на кнопку "Вибір" для параметра "Форсунка 1" імпульс буде видаватися на форсунки 1 і 4

циліндрів. При натисненні на кнопку "Вибір" для параметра "Форсунка 2" імпульс буде видаватися на форсунки 2 і 3 циліндрів.

Зміна коефіцієнта корекції СО можлива лише у двигунах без сенсора кисню та прошивках, що допускають відсутність СО-потенціометра. Натиснувши кнопку "Вліво" коефіцієнт корекції СО зменшується (на 0.003 при одноразовому натисканні та на 0.019 при утриманні кнопки), при натисканні на кнопку "Вправо" коефіцієнт корекції СО збільшується (на 0.003 при одноразовому натисканні та на 0.019 при утриманні кнопки). Максимальному збідненню суміші відповідає коефіцієнт корекції СО - 0.25, максимальному збагаченню суміші відповідає коефіцієнт корекції СО + 0.25. Збереження зміненого значення в пам'яті ЕБУ відбувається при натисненні на кнопку "Вибір" і можливе тільки при відключеному СО-потенціометрі, оскільки СО-потенціометр має вищий пріоритет, ніж діагностичне устаткування.

При управлінні положенням регулятора холостого ходу натиснення на кнопку "Вліво" зменшує його поточне положення (на 1 для одноразового натиснення і на 5 для утримання кнопки), натиснення на кнопку "Вправо" збільшує його поточне положення (на 1 для одноразового натиснення і на 5 для утримання кнопки). При положенні РХХ, що дорівнює 255 кроків шток регулятора холостого ходу повністю всередині (повітряний канал відкритий, обороти максимальні), при положенні РХХ, що дорівнює 0 кроків шток регулятора холостого ходу повністю висунутий (повітряний канал закритий, двигун заглушений).

При управлінні оборотами холостого ходу натиснення на кнопку "Вліво" зменшує значення бажаних оборотів (на 10 для одноразового натиснення і на 50 для утримання кнопки), натиснення на кнопку "Вправо" збільшує значення бажаних оборотів (на 10 для одноразового натиснення і на 50 для утримання кнопки). Слід зауважити, що управляється значенням бажаних оборотів Х.Х., а на дисплеї відображається поточне значення оборотів Х.Х. У зв'язку з цим можлива затримка в установці оборотів (двигуну необхідно якийсь час на те, щоб бажані обороти стали поточними).

Режим відображення інформації про прилад

Для переходу в режим видачі інформації про "БК" необхідно вимкнути запалення, натиснути кнопку "Режим" і включити запалення (утримуючи її натиснутою). У цьому режимі можна проглянути інформацію про версію приладу і його авторів.

Перебір інформації, що відображається, здійснюється кнопками "Вліво" і "Вправо". Вихід з режиму здійснюється натисненням кнопки "Режим".

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Алгоритм роботи вмонтованої системи діагностування

Алгоритм (рис. 3.1) функціонування вмонтованої системи діагностики наступний:

- При завантаженні системи пропонується вибрати режим роботи: автономний або взаємодія з ЕБУ (по завершенню завантаження, якщо не відбулося вибору режиму, починає роботу режим взаємодії з ЕБУ).
- Відбувається перевірка зв'язку з модулем ЕБУ.
- Здійснюється запит параметрів, зокрема перевірка падіння потужності (якщо відбулося падіння потужності до 85 %, відбувається сигналізація про необхідність ТЕ).
- Сканується ЕБУ двигуна на наявність помилок (у разі виявлення відбувається розшифрування і видача рекомендацій по усуненню).
- Якщо знайдені помилки, але не знайдені причини несправності, система автоматично переходить в режим опитування для виявлення несправностей за характерними ознаками.
- Після завершення початкової діагностичної перевірки, пропонується вибрати режим роботи:
 - Якщо помилки не знайдені, але є підозра на несправність, необхідно пройти профілактичне опитування під час якого, при виявленні коду помилки, автоматично змінюється на режим розшифрування помилок.
 - У випадку якщо підозра на несправність залишається і не виявлена іншими режимами або несправність пов'язана з елементом автомобіля, що не відстежується ЕСМ Cummins, пропонується автономний режим опитування, який полягає в ручному виборі якісної ознаки несправності елементу автомобіля.
 - Штатний режим (режим БК) здійснює контроль параметрів і відображення їх поточних значень, а також виробляє запис необхідні даних кожного циклу вмикання-вимикання запалення, суміщає функції тахографа, бортового комп'ютера, має функцію стирання кодів помилок з пам'яті ЕБУ.

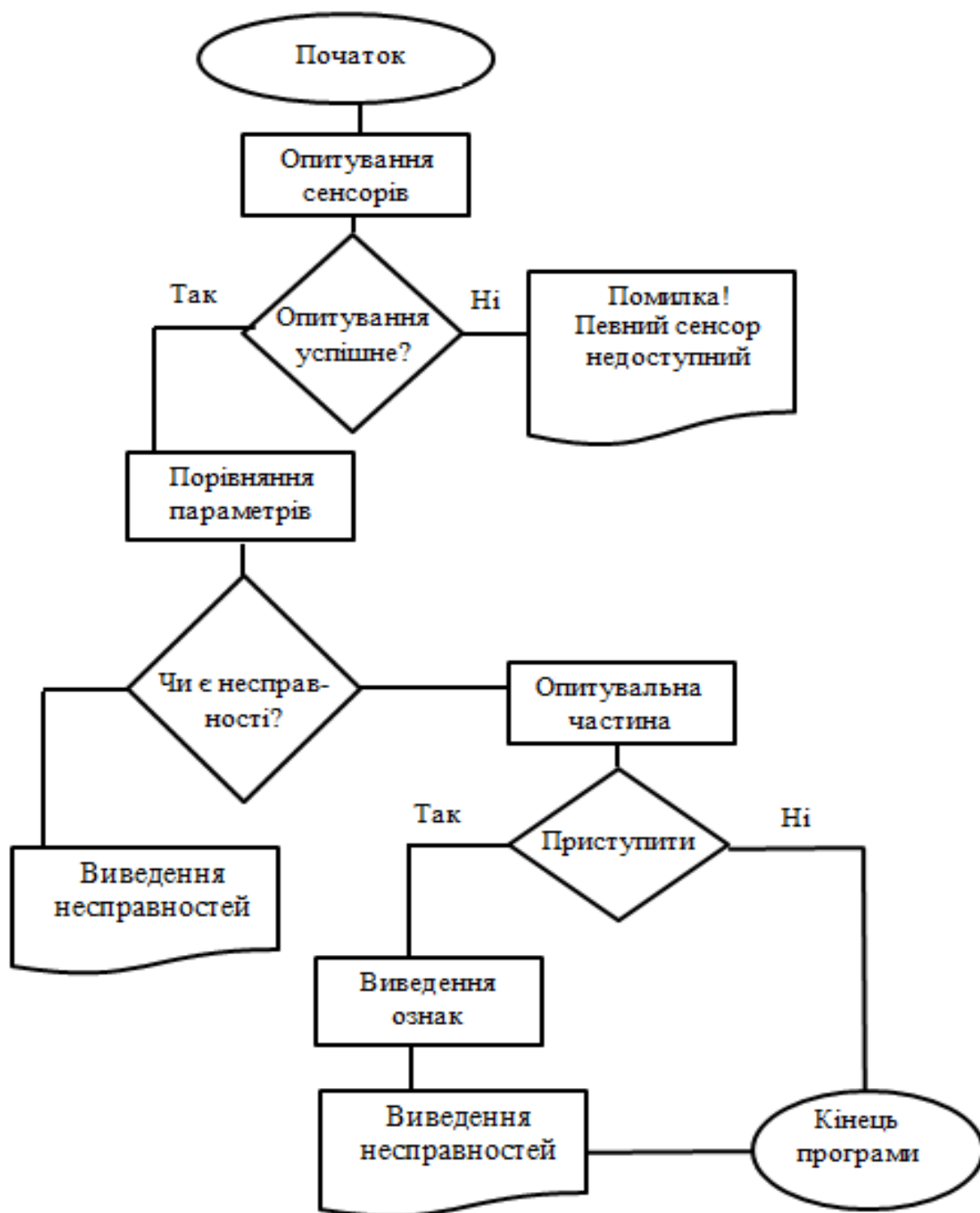


Рисунок 3.1. Алгоритм роботи вмонтованої системи діагностики інжекторного двигуна

- За необхідності обновляється інформація на індикаторі з перетворенням отриманих з ЕБУ даних. Інформація для користувача повинна виводитися в зручній формі, тобто у вигляді розгорнутих буквено-цифрових повідомлень і підказок, що вимагає застосування знакосинтезуючого індикатора. Об'єм інформації для відображення в розгорненому вигляді дуже великий, що тягне за собою збільшення пам'яті для її зберігання. Одержані з ЕБУ дані, в деяких випадках, повинні бути перераховані за нескладною формулою (точність обчислень при цьому може бути невелика) і претворені з двійкової системи в символний формат.

- Робиться пауза, оскільки запити на ЕБУ повинні видаватися не раніше, ніж через 100 мс після закінчення попереднього сеансу обміну, і все повторюється спочатку.

У режимі відображення кодів несправностей БК в циклі прочитує з блоку управління коди несправностей і відображає на дисплеї їх кількість. Якщо кодів несправностей немає, то доступна тільки кнопка "Режим", при натисненні якої відбувається вихід з режиму відображення кодів несправностей. Якщо коди несправностей є, то для їх перегляду необхідно натиснути кнопки "Вибір", "Вліво" або "Вправо". Перегорткування зчитаних кодів несправностей здійснюється кнопками "Вліво" та "Вправо". Для виходу з режиму відображення кодів несправностей без їх очищення необхідно натиснути кнопку "Режим". Для стирання кодів несправностей необхідно натиснути кнопку "Введення" і утримувати її не менше 1,5 секунди. В цьому випадку "БК" зітре коди несправностей в ЕБУ і знову рахує їх (після стирання повинно бути зчитано 0 несправностей). Коди несправностей відображаються за стандартом SAE J1939.

Перегортання виконавчих механізмів здійснюється кнопками "Вліво" і "Вправо". При цьому для кожного механізму відображається його поточний стан (окрім катушок запалення і форсунок). Для переходу до управління поточним виконавчим механізмом необхідно натиснути кнопку "Вибір". Після цього можливо змінити стан діючого механізму одноразовим натисканням або натисканням та утриманням кнопок "Вліво" і "Вправо". Зміна стану діючого

механізму відображається символом '*' в першій позиції дисплея. Для повернення управління діючим механізмом ЕБУ необхідно знову натиснути кнопку "Вибір".

Для переходу в режим видачі інформації про ВСД необхідно вимкнути запалення, натиснути кнопку "Режим" і включити запалення (утримуючи її натиснутою). У цьому режимі можна проглянути інформацію про версію приладу і його авторів.

Перебір інформації, що відображається, здійснюється кнопками "Вліво" та "Вправо". Вихід з режиму здійснюється натисненням кнопки "Режим".

Виходячи з будови програми, враховуючи великий об'єм текстових повідомлень, всіх їх бажано винести з внутрішнього, порівняно невеликого, постійного запам'ятовуваного пристрою (ПЗП) мікроконтролера. Оскільки між оновленнями інформації є велика пауза (не менше 100 мс), а кількість символів, що одночасно відображаються, невелика, то ці дані можуть бути розміщені в зовнішньому ПЗП з послідовною вибіркою і витягуватися звідти за необхідності. Розвиваючи цю ідею, можна винести в зовнішній ПЗП самі запити, опис формул для перерахунку різних параметрів, а також і весь сценарій роботи з меню.

Отримання інформації з адаптера істотно підвищує функціональні можливості приладу.

Список контрольованих автосканером параметрів вузлів: акумулятор, антиблокувальна система гальм, аудіо система, газорозрядна лампа, генератор, гідропідсилювач керма, сенсор кута повороту керма, двері, двигун, дзеркала, іммобілайзер, клімат-контроль, колеса, кондиціонер, круїз-контроль, кузов, GPS-навігація, парктронік, пневматична підвіска, подушки безпеки, приладова панель, радіо, ручне гальмо, салон, сидіння, телевізор, гальмівна система, трансмісія, тяга, центральний замок.

Діагностика лише зовнішніми засобами не запобігає експлуатації автомобілів з несправностями, аварійних дорожніх відмов, оптимізації вибору режиму руху і проведення ТО і ТР. Вона не усуває накопичення несправностей на міжконтрольному пробізі, тому в середньому більше ніж 20% парку

експлуатується з такими несправностями. Погіршення технічного стану автотransпортних засобів є причиною дорожньо-транспортних пригод та дорожніх відмов. Частішому проведенню діагностики перешкоджають обмеження економічного характеру. Крім того, значна частина парку експлуатується без діагностики, нерідко у відриві від автотransпортного підприємства (АТП) і станцій технічного обслуговування (СТО), в дрібних відомчих і особистих погано оснащених гаражах.

Пропонована вмонтована система діагностики призначена для використання водієм автомобіля або механіком АТП і видачі даних на БК або ЕОМ про роботу і технічний стан автомобілів. Дає можливість забезпечити практично безперервним контролем всі функціональні параметри відповідальних вузлів та узагальнених показників працездатності найважливіших агрегатів. Дозволяє виявляти передвідмовні стани вузлів, які спричиняють звернення в ремонтну зону АТП або на СТО, а також зниження функціональних якостей, що становлять загрозу для безпеки руху. Зокрема контроль паливної економічності, стан акумуляторної батареї, нерівномірність дії гальм та ін.

3.2. Структура й опис режимів роботи програми діагностики технічного стану автомобіля

Режим опитування.

Даний режим дозволяє виявити абсолютну більшість можливих несправностей автомобіля. Його логічна схема представлена на рис 3.2, а сам він має деревовидну будову.

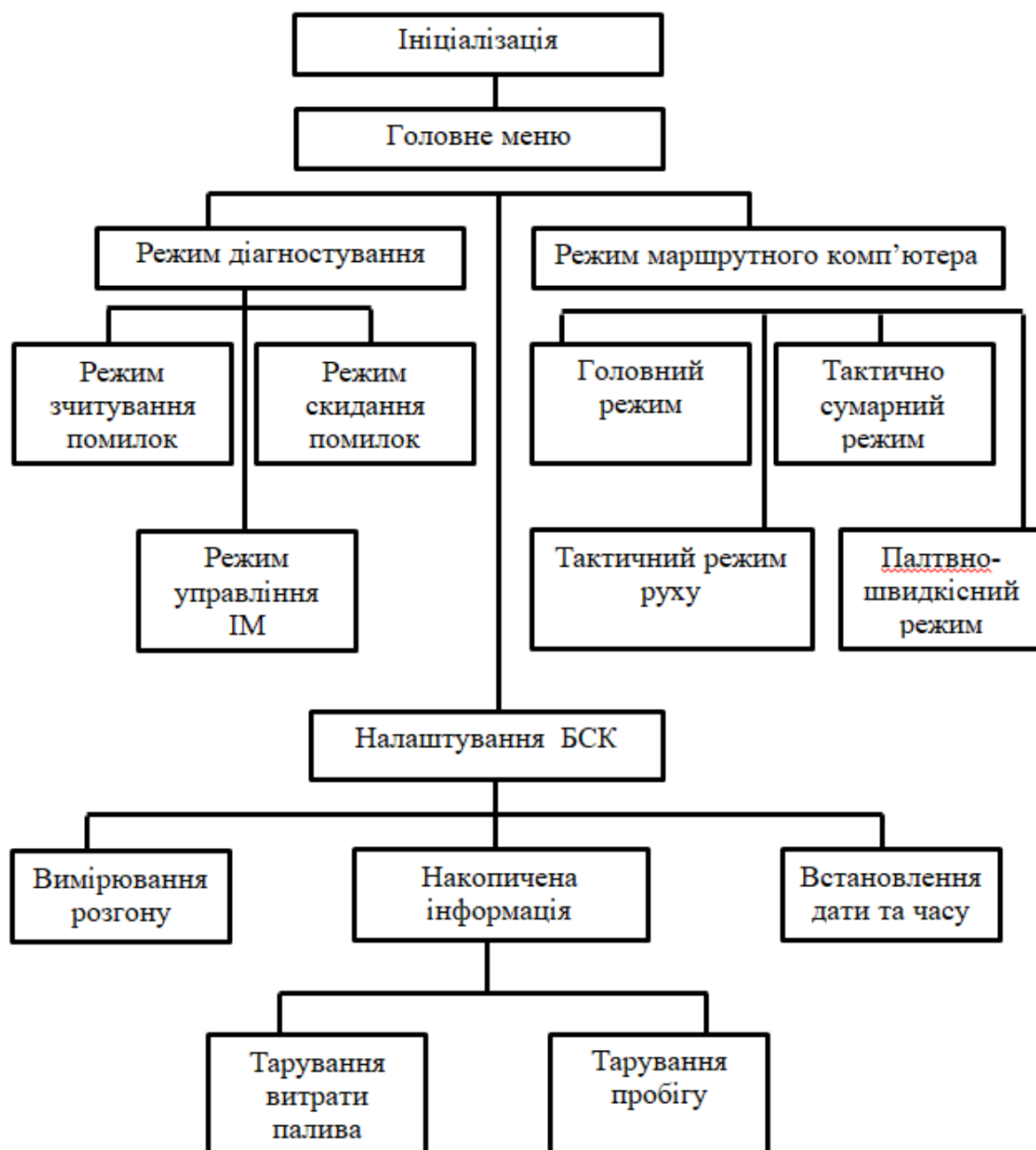


Рисунок 3.2. Схема управління ВСД

З режиму БК або при запуску системи вибирається режим автономного опитування щодо пошуку несправностей шляхом опитування водія автомобіля, який вибирає із запропонованих варіантів неправильної роботи двигуна або автомобіля найхарактерніші ознаки, які він помітив на своєму автомобілі. Далі приводиться один з можливих шляхів формування заявки про несправність.

ГОЛОВНЕ МЕНЮ

Виберіть найхарактерніші якісні ознаки несправностей:

- Двигун не запускається, або важкий запуск
- Підвищена вібрація, стукіт
- Відмова мастильних систем
- **Двигун не розвиває потужності**
- Підвищена витрата палива

Дальше

Рисунок 3.3. Головне меню

Для переміщення по меню використовуються "стрілки", вибір позицій здійснюється натисненням клавіші "Space". Перехід до наступного меню в деревовидній структурі здійснюється натисненням клавіші "ДАЛІ".

ГОЛОВНЕ МЕНЮ

Виберіть найхарактерніші якісні ознаки несправностей:

- **Відсутність подачі палива**
- Утворення збідненої суміші
- Пізнє запалювання
- Раннє запалювання

Дальше

Рисунок 3.4. Вибір системи вузла автомобіля

Виберіть найхарактерніші якісні ознаки несправностей:

- **Засмічення фільтра приймальної трубки паливного баку**

Рисунок 3.5. Вибір характерних ознак автомобіля

Послідовність опитування діагноста з цих питань залежить від частоти появи ознак і складається на підставі статистичних даних, зібраних в умовах

експлуатації. На підставі отриманої інформації на цьому етапі визначаються імовірні гіпотези – елементи двигуна, які є підозрюваними на відмову.

Після закінчення етапу вибору якісних ознак в системі відбувається проглядання бази даних і формування робочого набору передбачуваних несправностей, що забезпечують розв’язання задачі пошуку несправностей.

Після визначення якісної ознаки слід визначити причину несправності.

На другому етапі пошуку несправностей система в режимі діалогу проводить опитування користувача про те, яке напруження двигуна, які ремонтно-обслуговуючі роботи проводилися останнім часом, як він помітив появу якісної ознаки, які роботи виконував, які ще супутні якісні ознаки проявляються при цьому. На цьому етапі важливими є послідовність та логічна доцільність того чи іншого запитання. Взаємодія користувача з системою відбувається за допомогою послідовного задавання системою запитань користувачу та вибором користувачем варіантів відповіді в меню.

Не дивлячись на короткість відповіді на окремі запитання, необхідно встановлювати обмеження на їх загальну кількість, якщо вона перевищує 12 запитань, адже діагносту важко відповідати на них, у нього слабшає увага, багато запитань викликають роздратування. При оптимізації процедури пошуку на цьому етапі враховується, наскільки поставлені питання збільшать імовірність даних гіпотез, окрім цього кожне запитання перевіряється на відповідність стилістичній і технологічній логіці пошуку.

За результатами опитування уточнюється імовірність даних гіпотез. У низці випадків, ґрунтуючись лише на результатах відповідей на поставлені запитання, можна ухвалити діагностичне рішення. Наприклад, якщо спостерігається зниження потужності, чорний колір відпрацьованих газів, інжекторний двигун працював під великим навантаженням в умовах сильної запыоршеності, то найімовірнішою несправністю є - засміченість очисника повітря. Діагностична система обізнана з типовими ситуаціями, які відповідають наявності несправностей, що найчастіше зустрічаються. В ході

опитування система аналізує одержану інформацію і формує гіпотези про несправності.

Після завершення другого етапу визначається імовірна причина несправності:

Виберіть найхарактерніші якісні ознаки несправностей:

- Засмічений повітряний фільтр
- Несправність інжекторів дисплея
- Ненормований тиск в паливній системі

Дальше

Рисунок 3.6. Вибір характерної ознаки автомобіля

На третьому етапі пошуку система пропонує діагносту в оптимальній послідовності провести діагностичні перевірки за якісними ознаками і з використанням інструментальних засобів діагностики. Номенклатура діагностичних засобів, використовуваних при пошуку, легко змінюється відповідно до тих, що є у користувача.

Взаємодія користувача з системою відбувається за допомогою послідовного пред'явлення користувачеві завдань на проведення діагностичних перевірок. При цьому користувачу доступна інструкція про технологію проведення перевірки. За результатами перевірки користувач вибирає варіант відповіді в меню.

Низький тиск в системі

- Засмічений фільтр тонкого очищення палива чи попередній фільтр-сітка бензонасоса
- Спрацювання паливного насоса з часом або через дію абразивних частинок в неякісному паливі

Готово

Рисунок 3.7. Вибір характерної ознаки автомобіля

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз стану охорони праці в підприємстві

Одним з важливих завдань, що стоять перед інженерно-технічними працівниками – намагання зробити техніку безпечною для використання людиною. Під час використання техніки повинна повністю виключатись можливість травматизму робітників або негативного впливу її на здоров'я обслуговуючого персоналу.

Відповідальність за організацію роботи з охорони праці і забезпечення нормальних умов роботи в фермському підприємстві несе його власник. Контроль за своєчасним проведенням і якістю інструктажів здійснює головний інженер. В офісі є кабінет з охорони праці, де проводяться інструктажі та навчання.

Провівши аналіз стану охорони праці у підприємстві, відмічено ряд важливих недоліків. Насамперед, працівники господарства не пройшли такі види інструктажу як вступний та на робочому місці, і не ведеться журнал інструктажів з техніки безпеки. В документальному плані немає всіх розроблених і затверджених інструкцій згідно з положенням про розробку інструкцій з охорони праці.

Багато недоліків в організації техніки безпеки трапляються на ремонтно-транспортних роботах, на роботах пов'язаних з перевезенням мінеральних добрив і небезпечних вантажів. Водіям не завжди видаються потрібний спецодяг.

Недосконалим робочим місцем з точки зору травматизму є ремонтна майстерня. Причиною цього є невідповідність застарілого обладнання, наявність старого слюсарного інструменту. Майстерня не відповідає вимогам на ремонт наявних машин.

Майстерня, яка розміщена у дворі підприємства, обігривається газовим примусом, що є небезпечним. У приміщенні майстерні не передбачена

вентиляція, що спричиняє загазованість приміщення, а це негативно впливає на здоров'я працівників. Слід зазначити також, що майстерня не має загального рубильника для відключення електроенергії, а використання електропродовжувачів саморобного виготовлення спричинили два випадки травматизму. Потрібно відзначити те, що не всі транспортні засоби забезпечені аптечками першої допомоги.

Територія підприємства не відокремлена від житлової забудови санітарно-захисною зоною і не відгороджена парканом, що не відповідає вимогам до облаштування та утримання території.

Отже, існує необхідність щодо покращання умов праці та дотримання правил техніки безпеки, що певним чином впливає як на стан здоров'я працівників, так і на продуктивність праці.

Підприємству слід звернути увагу на пожежну безпеку, тобто всі приміщення повинні забезпечуватись первинними засобами пожежогасіння, у кількості, як визначається розрахунками, викладених у Правилах пожежної безпеки на Україні. Для їх розміщення потрібно встановити спеціальні пожежні щити, а вогнегасники розмістити на висоті не вище 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатній для їх повного відчинення.

Для профілактики травматизму і професійних захворювань потрібно вміти оцінювати безпеку машин і обладнання – оглядом, вимірюванням або випробуванням, порівнюючи з вимогами стандарту, для визначення безпечності. Від кількості нещасних випадків і днів непрацездатності залежать коефіцієнти частоти і тяжкості травматизму в підприємстві [9]. Коефіцієнт частоти травматизму визначається за формулою:

$$K_n = \frac{1000T}{P}, \quad (4.1)$$

де T – число травм за період аналізу;

P – середньоспискове число працівників, чол.

Коефіцієнт тяжкості травматизму визначається з виразу:

$$K_m = \frac{D_n}{T}, \quad (4.2)$$

де D_n – число днів непрацездатності;

Показник втрати робочого часу визначається за формулою:

$$K_n = K_n \times K_m. \quad (4.3)$$

Згідно Закону України „Про охорону праці” в підприємстві ведеться облік виробничого травматизму. Останніми роками відбувається значне старіння матеріально-технічної бази, мало оновлюються виробничі потужності, несвоєчасно проводиться належний контроль і перевірка технічного стану робочого обладнання, що негативно впливає на стан травматизму. У таблиці 4.1 наведені показники стану охорони праці.

Таблиця 4.1 - Основні показники стану охорони праці в підприємстві

Показники	Умовне позначення	Роки		
		2021	2022	2023
Середньорічне число працюючих, чол.	Р	11	12	14
Кількість травм	Т	-	1	1
Втрачено днів непрацездатності	D_n	-	8	7
Показник частоти травматизму	K_n	0	83,3	71,4
Показник тяжкості травматизму	K_T	0	8	7
Показник втрати робочого часу	K_n	0	666,4	499,8

Виходячи з даних таблиці 4.1, можна зробити висновок, що показники стану охорони праці в підприємстві не задовольняють умови. Усе це відбувається внаслідок виділенні недостатньої кількості коштів на заходи з охорони праці.

4.2. Техніка безпеки під час автомобільних перевезень

4.2.1. Техніка безпеки під час перевезення зерна

Зерно – найбільш масовий сільськогосподарський вантаж: його перевозять весною із складу на поля до сівалок, восени від комбайнів на токи та елеватори. У зв'язку з цим дуже важливо правильно організувати роботу

збиральних агрегатів і транспортних засобів, а також забезпечити безпечні умови праці [13].

Водій повинен проявляти особливу увагу під час під'їздів до комбайна під завантаження зерном з бункера. Розрівнювати зерно в кузові дозволяється лише тоді, коли автомобіль зупинений. При цьому не можна переходити з кузова по шнеку на комбайн і назад. Шнек комбайна необхідно очищати за допомогою спеціальних гачків.

Якщо комбайн на ходу вивантажує зерно в кузов автомобіля, у цьому кузові не повинно бути людей, що розрівнюють в ньому зерно. Водій повинен вести транспортний засіб паралельно комбайну і з такою самою швидкістю. Таке розвантаження допускається тільки на рівних ділянках поля.

Після завершення завантаження зерна у транспортний засіб кузов закривають брезентом, щоб зерно не розсипалося.

Під час транспортування забороняється на зерні перевозити людей. Для розвантаження зерна на току борти повинні відкриватись двома робітниками, що стоять з двох сторін борта.

4.2.2. Техніка безпеки під час перевезення людей

Категорично забороняється перевозити людей на тракторних причепах і автомобілях самоскидах, а також на безбортових платформах, на вантажі, розміщеному на рівні або вище бортів кузова та рядом з вантажем.

Для керування автомобілем, призначеним для перевезення людей, допускаються водії тільки першого і другого класів, і, як виняток, водії третього класу за певних умов. Перевезення людей доручають найбільш дисциплінованим водіям.

Вантажні автомобілі, виділені для перевезення людей обладнують надійно закріпленими лавками, які встановлюють на висоті 400 мм від підлоги

кузова, але не менше як на 150 мм від рівня бортів. Задня лавка повинна бути з міцною спинкою.

Автомобілі, призначені для постійного перевезення людей треба обладнати тентом для захисту людей від сонця, дощу, вітру, а також драбинкою для посадки і висадки людей і електричним освітленням всередині кузова.

Для запобігання отруєння відпрацьованими газами двигуна людей, які знаходяться в кузові критого автомобіля, кінець вихлопної труби слід вивести за межі заднього борта на 4 см.

Автомобіль перед рейсом повинен бути в технічно справному стані. За посадкою людей в кузов автомобіля повинен стежити водій і суворо дотримуватись норм посадки людей.

4.2.3. Техніка безпеки під час перевезення тварин

Для перевезення овець, свиней. Великої рогатої худоби автомобілі обладнують дерев'яними решітками, піднятими на 0,8 м над рівнем бортів. Завантаження і розвантаження тварин можна проводити по міцному містку-настилу з поручнями, містку-причепу або з земляного насипу. Під час завантаження забороняється порушувати спокій тварин. Якщо тварина упирається, її треба втягувати в кузов за допомогою спеціальних лямок. Бугаїв-плідників повинен вводити на транспортний засіб тваринник. Лякливих коней вводять у кузов з зав'язаними очима [20].

Для перевезення ВРХ і коней кузов обладнують високими дерев'яними решітками і розмежувальними брусами. Перевозити корів і коней, встановлених уперек кузова транспортного засобу дозволяється тільки як виняток, по рівній горизонтальній дорозі. При такому перевезенні значно знижується стійкість транспортного засобу. Водій автомобіля зобов'язаний вести його обережно, без різких гальмувань і ривків. Люди, що супроводжують тварин, повинні знаходитись у кабіні автомобіля.

4.3. Розрахунок загального штучного освітлення дільниці оцінки технічного стану автомобілів

Розрахунок освітлення здійснюється за методом коефіцієнта використання [17], необхідного для досягнення заданої освітленості з врахуванням світла, відбитого стінами та вікнами.

Сумарний світловий потік визначається за заданою освітленістю згідно формули:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n S k z}{\eta}, \quad (4.4)$$

де E_n – нормативна освітленість, лк;

S – площа приміщення, м²;

k – коефіцієнт запасу ($k = 2$);

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

z – відношення середньої освітленості до мінімальної ($z = 1,1$).

Показник приміщення становить:

$$i = \frac{a b}{H(a + b)}, \quad (4.5)$$

де a, b – довжина і ширина приміщення, м;

H – висота, на якій підвішується світильник над робочою поверхнею ($H = 2$ м).

Для пункту оцінки технічного стану автомобілів ($a = 7$ м, $b = 6$ м):

$$i = \frac{7 \cdot 6}{2(7 + 6)} = 1,62.$$

Вибираються світильники типу ОД, для яких коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,58$. Нормована освітленість для виконання робіт високої точності $E_n = 500$ лк і тому

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{500 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 1,1}{0,58} = 79655 \text{ лм.}$$

Необхідна кількість ламп становить

$$n_{\text{л}} = \frac{\Phi_{\Sigma}}{\Phi_{\text{л}}}, \quad (4.6)$$

де $\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік однієї лампи, лм.

Для лампи ЛБ60, потужністю 60 Вт, $\Phi_{\text{л}} = 4500$ лм, звідки

$$n_{\text{л}} = \frac{79655}{4500} \approx 18.$$

Оскільки в одному світильнику знаходиться дві лампи, то у приміщенні слід розмістити дев'ять-десять світильників.

4.4. Пожежна профілактика при автомобільних перевезеннях

Автомобілі, які працюють на збиранні врожаю повинні бути обладнані іскрогасниками на вихлопній трубі і кожухом з листової сталі. Крім того їх треба забезпечити вогнегасниками і штиховою лопатою.

Автоцистерни, причепи і бортові автомобілі, які призначені для перевезення горючих рідин, необхідно забезпечити вогнегасниками, баграми і штиховою лопатою. Задні стінки кабін повинні бути оббиті сталлю. Глушники таких автомобілів повинні бути захищені азбестовими кожухами, винесеними вперед до радіатора і повернути таким чином, щоб вихлопні гази мали напрямок до землі під кутом 45° [13]. На автомобілях, які призначаються для перевезення врожаю і паливно-мастильних матеріалів забороняється курити.

При тимчасовому розміщені автомобілів в польових умовах необхідно дотримуватись наступних правил протипожежної безпеки:

- стоянки автомобілів влаштовувати на очищеній від стерні і сухої трави площадках;
- обороти круг смугою 1 м і розміщувати не ближче ніж 100 м до будівель, лісових масивів, скирт соломи, сіна.

Паливно-мастильні матеріали для автомобілів необхідно розміщувати на очищеній від стерні площадці на віддалі не менше 100 м від місць збирання і об молочення посівів, скирт соломи, стоянок автомобілів і не менше 50 м від будівель. На стоянках автомобілів і місцях зберігання паливно-мастильних матеріалів забороняється курити, розводити вогнища.

Висновки

Забезпечення стану охорони праці у підприємств є на достатньому низькому рівні з суттєвими недоліками. В розділі розроблено ряд заходів на покращення стану охорони праці і пожежної безпеки для автопарку господарства.

Для загального поліпшення стану охорони праці та запобігання виробничого травматизму у підприємств необхідно:

- запровадити регулярну перевірку автомобілів перед виїздом на лінію;
- своєчасно та у повному обсязі укомплектовувати автомобілі засобами пожежогасіння;
- своєчасно та якісно проводити інструктажі з техніки безпеки;
- виконати ряд заходів направлених на поліпшення умов праці робітників як автопарку, так і інших виробничих підрозділів господарства.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБКИ

5.1. Методика розрахунку витрат на модернізацію та виготовлення конструкторської розробки

Роботи з виготовлення та модернізації конструкторської розробки виконуються в майстернях підприємства, тому витрати на виготовлення або модернізацію становлять:

$$B = B_{з.д.} + 3п + B_{д.м.},$$

де $B_{з.д.}$ – ціна за купованих деталей, виробів, вузлів або агрегатів, грн;

$3п$ – повна заробітна платня з нарахуваннями робітників, залучених до складання конструкції, грн;

$B_{д.м.}$ – вартість допоміжних матеріалів (2-4% від витрат на основні матеріали), грн;

Таблиця 5.1 Вартість елементів діагностичного обладнання

Найменування	К-ть	Вартість, грн	Сума, грн
1. AT24c256	1	28	28
2. AtmelAT90S213	1	170	170
3. Панель PLCC-44	1	12,5	12,5
4. LCD7"	1	270	270
5. Кнопка 6x6x712 VDC 0.1A	4	2	8
6.Роз'єм DB-25F	1	11,5	11,5
7. Плата 160x100 мм MAC-1	1	130	130
8. Конденсатори та резистори	36	2	72
9. Адаптер	1	140	140
$B_{з.д.} = 842$ грн.			

Повна заробітна плата робітників, зайнятих на збірці конструкції.

Заробітна плата

$$Зп = t_{cp} \cdot Зп_{год} \cdot K_d ,$$

де t_{cp} – середня трудоемкість виготовлення деталей, люд./год., $t_{cp} = 1$ люд./год;

$Зп_{год}$ – годинна оплата праці робітників, грн;

K_d – коефіцієнт, що враховує доплати до основної зарплати, становить 1,125–1,13.

При окладі в день на 1 людину 500 грн. з тривалістю робочого дня 8 годин, оклад в годину:

$$Зп_{год} = 500/8 = 62,5 \text{ грн/год.}$$

Приймаємо коефіцієнт доплати $K_d = 1,13$,

$$Зп_{год} = 1 \cdot 62,5 \cdot 1,13 = 70,625 \text{ грн/год.}$$

тоді в день

$$Зп = 70,625 \cdot 8 = 565 \text{ грн.}$$

Враховуючи, що на виготовлення приладу задіяно одну людину в день, то заробітна плата становить 565 грн в день.

Вартість допоміжних матеріалів.

Вартість допоміжних матеріалів становить 2-4 % від основних витрат на матеріали:

$$B_{дм} = 0,04 \cdot 842 = 33,6 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на виготовлення вмонтованої системи діагностики.

Тепер можна визначити загальні витрати на виготовлення приладу, тобто його собівартість:

$$C_B = B_{з.д.} + Зп + B_{д.м.},$$

$$C_B = 842 + 565 + 33,6 = 1440,6 \text{ грн}$$

5.2. Розрахунок економічної ефективності для АТП від купівлі вмонтованої системи діагностування автомобілів

Розглянемо два випадки:

У першому випадку, транспортне підприємство дотримується стратегії «очікування ремонту», тобто сервісне обслуговування автомобілів здійснюється при проходженні регламентованого пробігу і не здійснюється контроль за станом агрегатів автомобіля.

Таким чином, при поломці автомобіля в дорозі, автотранспортне підприємство зазнаватиме збитки, пов'язані з наступними витратами:

- на доставку автомобіля в найближчий сервіс (B_1);
- на покупку запасних частин (B_2);
- на роботи з ремонту агрегату, що вийшов з ладу (B_3);
- на компенсацію збитків замовників за невчасну доставку вантажу (B_4);
- на можливу компенсацію зіпсованого вантажу (B_5).
- інші витрати ($B_{ін}$)

Разом витрат:

$$\Sigma B = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_{ін}$$

Вважатимемо, що при здійсненні перевезення, автомобілем Fiat Ducato навантаженого продуктами харчування, що прямує до Львова відбувається поломка. Тоді орієнтовні втрати підприємства становлять:

$$\Sigma B = 2000 + 4000 + 1500 + 10000 + 15000 + 1000 = 32500 \text{ грн.}$$

У другому випадку, транспортне підприємство придбало прилад для діагностики і програмний продукт і за допомогою його попередило поломку автомобіля в дорозі, при цьому збитки АТП складуть:

$$\Sigma B^{пр} = 3000 + 1500 + 1000 = 5500 \text{ грн.}$$

Таким чином, економія АТП від придбання даної програми складе різницю в сумах збитку при першому і другому випадках:

$$E = \Sigma B - \Sigma B^{np} = 32500 - 5500 = 27000 \text{ грн}$$

Припустимо, що для АТП, середня статистика за рік складає приблизно 12 випадків поломок автомобілів в дорозі, тоді загальна економія складе:

$$E_p = E \cdot n = 27000 \cdot 12 = 324000 \text{ грн.}$$

Таким чином, використання вбудованої системи діагностики дозволяє істотно економити матеріальні і тимчасові витрати на даному АТП.

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі проведено аналіз та дослідження методів пошуку несправностей, статистику несправностей автомобіля Fiat Ducato та систем самодіагностування автомобілів. Запропонована бортова система контролю з функцією діагностування двигуна. Запропонований універсальний метод пошуку несправностей перевагою якого є кількісна характеристика переходу від пошуку до логічного методу імовірності несправностей, а також відомий внесок кожного елементу з метою мінімізації витрат групи елементів, що дає можливість обґрунтовано приймати рішення про несправність того чи іншого елементу.

Розроблена методика визначення впливу вмонтованої системи діагностики на показники ефективності об'єктів дослідження. Для стратегії вмонтованої діагностики порівняно з профілактичною стратегією середнє напрацювання на відмову збільшилося на 15,5%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зенкін Е.Ю. Діагностування неполадок паливної апаратури системи Common Rail шляхом вимірювання витрат палива. // Автомобільний транспорт: збірник наукових праць. Харків, 2005. Вип. 17. С. 52–54.
2. Врублевский А.Н. Метод багатокритеріальної ідентифікації математичної моделі системи живлення. Харків: Автомобільний транспорт: збірник наукових праць, 2009. Вип 23. С. 95–104
3. Coppo M, Dongiovanni C, Negri C 2007 A Linear Optical Sensor for Measuring Needle Displacement in Common-Rail Diesel Injectors. Sensors and Actuators A: Physical. Volume 134, Issue 2. pp. 366-373.
4. Leonhard, R., Warga J. 2000 bar Diesel Common Rail by Bosch for Passenger Cars // MTZ worldwide. 2008. Vol. 69. №10. P. 26-31.
5. Matsumoto, S., Date T. Taguchi K., Herrmann E. The new Denso Common Rail diesel solenoid injector. // MTZ worldwide. 2013. Vol. 74. №2. P. 44-48.
6. Theobald, J., Schintzel A., Krause K., U. Doerges Fuel injection system key component for future emission targets. // MTZ worldwide. 2011. Vol. 72. №4. P. 4-9.
7. Конрад Райф. Сучасні системи впорскування палива дизельних двигунів. Переклад з нім. ЧМП РІА «GMM-пресс». Київ: ООО видав. «Автошляховик», 2013. 176 с.
8. Leonhard R., Warga J., Pauer T. Solenoid Common Rail Injector for 1800 Bar // MTZ worldwide. 2010. Vol. 71. №2. P. 10-15.
9. US 7,937,988 B2 Method and device for checking for leakage in a fuel injection valve of an internal combustion engine. 10, 2011.
10. F. Yan, J. Wang Common rail injection system iterative learning control based parameter calibration for accurate fuel injection quantity control International Journal of Automotive Technology April 2011, Volume 12, Issue 2, pp 149-157
11. Варений Р.А. Аналіз неполадок електрогідравлічних форсунок типу Common Rail [Текст] // Техніка АПК, 2011. Вип. №11 с. 11-13.

12. Врублевский А.Н., Бовда.А.М. Математична модель електромагніту для паливної системи ДВЗ. // Всеукраїнський науково-технічний журнал «Двигун внутрішнього згорання». Вип 2 2007 с. 138-143
13. Common Rail System (CRS) ServiceManual: General Edition. Denso Corporation Service Department. Showa-cho, Kariya, AichiPrefecture, 2008. –185 pp.
14. Олександрів А.В. Методичні основи розробки діагностичного комплексу для оцінки технічного стану автомобільних двигунів. Дис. канд. техн. наук. 05.04.02. Київ: 2013. 160 с.
15. Krivtsov S.N. , Yakimov I.V, Ozornin S.P., Numericalanalysis and experimental studiesonsolenoid, Materials Scienceand Engineering 327 (2018)
doi.org/10.1088/1757-899X/327/4/042057
16. Luckert, P. TheNewFour-CylinderDieselEngineforTheMersedes-Benz B-Class // MTZ worldwide. 2011.Vol. 72. №11. P. 18-24.