

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Покращення методу діагностування трансмісії вантажних автомобілів в умовах СТО”**

Виконав: студент групи Ат-44сп
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

Роман БЕРЕЗДЕЦЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник: Ростислав ПАСЛАВСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 631.358.1: 78

Берездецький Р. Т. “ Покращення методу діагностування трансмісії вантажних автомобілів в умовах СТО ”: Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 43 с.

Табл. 8; бібліогр. джерел 21.

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз та дослідження методів пошуку несправностей, статистики несправностей автомобіля як інжекторного так і дизельного двигуна КрАЗ і систем само діагностування автомобілів. Запропонована бортова система контролю з функцією діагностики трансмісії. Запропоновано застосувати вірогіднісно логічний метод пошуку несправностей перевагою якого є кількісна характеристика переходу від пошуку до логічного методу вірогідності виникнення несправностей, а також відомий внесок кожного елемента в досягнення мінімальних питомих витрат групи елементів, що дає можливість обґрунтовано ухвалювати рішення про несправність того або іншого елемента.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	5
1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ ГОЛОВНИХ ПЕРЕДАЧ.....	6
1.1. Вплив діагностики на підвищення ефективності технічної експлуатації автомобілів	6
1.2. Вдосконалення методів оцінки технічного стану автомобілів	8
2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	12
2.1. Вбудована система діагностування головної передачі вантажних автомобілів.....	12
2.2. Методика експериментальних досліджень відмов трансмісій автомобілів.....	18
2.3. Аналіз несправностей головної передачі автомобілів КрАЗ.....	22
2.4. Алгоритм програми пошуку несправностей автомобілів.....	24
3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	29
3.1. Охорона праці при вдосконаленні вмонтованої системи діагностування.....	29
3.2. Методика інструментального контролю та гігієнічної оцінки рівнів електромагнітних полів на робочому місці.....	34
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	36
4.1. Оцінка економічної ефективності впровадження системи діагностування	36
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	41
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	42

ВСТУП

Підвищення ефективності функціонування рухомого складу автотранспортного підприємства забезпечується своєчасним технічним обслуговуванням і ремонтом на основі діагностики автомобілів. Проте не всі підприємства володіють сучасним устаткуванням для оцінки технічного стану автомобілів, крім того, періодичність контролю така, що є можливість експлуатації автомобілів із станом, що вимагає сервісного обслуговування або поточного ремонту.

Для оперативного щоденного контролю над станом рухомого складу автотранспортного підприємства (АТП) пропонується впровадити діагностичний прилад, встановлюваний в автомобілі, робота якого заснована на фіксації й аналізі показників автомобіля при використанні діагностики.

Об'єднати маршрутний комп'ютер і діагностичний тестер в один пристрій, технічно можливо і економічно доцільно, але і таке об'єднання не дозволяє виявити всі 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 штатне місце, передбачене для маршрутного комп'ютера.

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

1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ ГОЛОВНИХ ПЕРЕДАЧ

1.1. Вплив діагностики на підвищення ефективності технічної експлуатації автомобілів

Проблему підвищення ефективності використання рухомого складу автомобільного транспорту, можна вирішити шляхом вдосконалення управління технічним станом автомобілів, максимально використовуючи його індивідуальні можливості в процесі експлуатації.

Аналіз публікацій [1, 2] показує, що суть проблеми полягає у тому, що через велику кількість ресурсів агрегатів та механізмів автомобілів (для системи живлення дизелів, наприклад, коефіцієнт варіації ресурсу, складає 0,26-0,78) їх індивідуальні властивості при планово-запобіжній системі реалізуються частково. Як наслідок, притаманні суттєві втрати трудових та матеріальних ресурсів через невчасний контроль відмов, передчасної профілактики та низького рівня організації виробництва, через недостатню індивідуальну інформацію про стан кожного автомобіля. Таким чином, обсяг поточного ремонту автомобілів, щодо усунення відмов через неналежне виявлення несправностей, становить понад 48% від загального об'єму трудових витрат на технічне обслуговування автомобілів. Технічний стан автомобіля в основному виявляється за допомогою технічного діагностування. Найдієвіша стратегія підтримки автомобіля в справному стані – технічне обслуговування і поточний ремонт, керуючись станом показників діагностики. При пошуку дефектів методи діагностування дозволяють виявити вид та причину дефекту. За діагностичними параметрами всі методи поділяються на три групи: [2]

- за параметрами робочих процесів, які дозволяють перевірити вихідні показники. Точність даних вимірювань висока, оскільки здійснюється пряме вимірювання контрольованої величини.

- за параметрами супутніх процесів менш достовірна, але все ж дозволяє нам визначати параметри робочих процесів (вібрація, нагрівання, шум)

- за структурними параметрами, які спираються на вимірювання зносу деталей (корпусу паливного насосу високого тиску, прецизійних пар, кулачкового валу та ін.).

Варто відзначити, що кожен метод призначений для контролю певного фізичного процесу. Тому технічне обслуговування і ремонт автомобіля в сучасних умовах нераціональний без контрольної-діагностичних робіт, частка яких вже перевищила 30% від трудомісткості сервісного обслуговування та ремонту [3]. Аналізуючи вказане, розуміємо, що велике значення має проблема зменшення трудових витрат при виконанні діагностики. Розв'язання цієї проблеми здійснюватимемо в двох напрямках:

- підвищення ефективності зовнішньої стаціонарної діагностики шляхом поліпшення його методів і засобів, в поєднанні з упровадженням автоматизованих систем управління виробництвом сервісного обслуговування та ремонту;

- підвищенням контролю над придатністю автомобілів і розробкою засобів вбудованої діагностики, що дозволяють здійснювати і аналізувати безперервний контроль за технічним станом автомобіля при мінімальних витратах.

На нашу думку, розвиток цих напрямів має здійснюватися на єдиній технологічній основі, що забезпечує найбільшу ефективність їх застосування.

Слід зазначити, що правильно проведена діагностика, сприяє зниженню витрат на сервісне обслуговування та ремонт і дозволяє суттєво поліпшити ефективні показники автомобіля, такі як потужність, витрата палива, токсичність відпрацьованих газів.

Економічний ефект застосування діагностики підтверджує досвід її упровадження. Так, при впровадженні діагностики в процес пошуку

несправностей автомобіля спостерігається зниження витрат на сервісне обслуговування на 9-11%, скорочення витрати запасних частин на 8-11% і витрати палива на 2-4%. Таким чином, важливі резерви ефективності технічної експлуатації рухомого складу не можуть бути реалізовані без розвитку зовнішньої і вбудованої діагностики, яка є засобом персональної оперативної інформації про технічний стан автомобілів та кожного окремого вузла, що особливо необхідне для автомобілів, що працюють у відриві від виробничих баз.

Планово-попереджувальна система контролю автомобілів не виправдовує себе через підвищені витрати на подальший ремонт. Необхідний облік індивідуальних параметрів автомобіля з якнайменшими витратами на його діагностику та проведення ремонту після неї. На наш погляд, треба зменшити трудомісткість діагностики створенням найприйнятнішого методу поліпшення технічної експлуатації двигунів, що поєднує в собі можливість взаємодії з автоматизованими системами і безперервною контролю з найменшими витратами і найбільшою корисністю. Для цього нам потрібно проаналізувати проведені роботи, які пов'язані з цією проблемою та знайти розв'язання проблеми шляхом вдосконалення методу діагностування.

1.2. Вдосконалення методів оцінки технічного стану автомобілів

Щоб правильно і швидко поставити діагноз при перевірці складного об'єкту за допомогою окремих засобів діагностики, необхідно мати в своєму розпорядженні велику кількість даних про функціональні зв'язки між можливими несправностями і їх симптомами, а також володіти достатнім досвідом.

Якщо по якій-небудь складовій частині відомі лише комбінації симптомів і їх зв'язку з відповідними несправностями, але невідома ймовірність найчастішого виникнення, характерних для даного симптому, то

в цьому випадку пошуки конкретної несправності, виходячи з припущення, ведуть до того, що при даному симптомі всі пов'язані з ним несправності рівноімовірні.

Для виявлення причин таких несправностей повинна бути розроблена ціла система вимірювальних перетворювачів, які фіксували б несправності, які зустрічаються як рідко, так часто. Теоретично, такий метод визначення несправностей є можливим, але практично надзвичайно складний і дорогий [1].

Застосування положень теорії ймовірності, а частково і теорії інформації, дозволяє значно спростити процес діагностування.

Суть ймовірнісного підходу до визначення характеру несправності полягає в наступному. На основі статистичних даних про закономірності зміни параметрів стану залежності від напрацювання складової частини або машини в цілому, про можливі комбінації симптомів та їх зв'язки з несправностями для кожної несправності встановлюють ймовірність її виникнення і ймовірність появи кожного симптому. За одержаними матеріалами розробляють програму пошуку даної несправності, який ведуть у порядку зменшення ймовірності виникнення різних відмов, характерних для даного симптому [2].

З метою ще більшого зниження витрат часу і засобів на пошуки несправності при розробці програм-шукачів слід брати до уваги не тільки ймовірність виникнення несправності, але і час, що витрачається на виявлення кожної з них при діагностуванні. Пошук несправностей за такими критеріями одержав назву методу Час-ймовірність.

В цьому випадку послідовність перевірки встановлюють, виходячи з відношення часу t , необхідного на виявлення несправності, до ймовірності p появи цієї несправності.

Пошук несправності починають з складових частин, для яких вказане відношення виходить мінімальним.

Найчастіше зустрічається послаблення ременя вентилятора, а час, що потрібен на перевірку його натягнення, є мінімальним. Звідси випливає, що пошук причини вказаної несправності потрібно починати з перевірки натягнення ременя вентилятора.

При однаковій ймовірності виникнення двох або більше несправностей, характерних для якого-небудь симптому, пошук здійснюють, виходячи з мінімального часу, що витрачається на перевірку. Якщо відношення однакоє для пошуку несправностей з однаковими зовнішніми ознаками, то в цьому випадку пошук по методу «час-ймовірність» неефективний, оскільки він призводить до невизначеності, тобто до випадкового вибору послідовності пошуку несправності, що виникла.

Важливий критерій при виборі оптимальної послідовності пошуку несправностей – мінімальна величина середньої вартості перевірки. При використанні цього критерію прагнуть щоб максимальна вартість пошуку елемента, що відмовив, була якнайменшою в порівнянні з витратами, одержуваними при інших методах перевірки. Такий метод пошуку одержав назву методу мінімаксу [3].

Найважливіша проблема у області технічної діагностики автомобілів встановлення симптомів залежно від напрацювання складових частин або автомобіля в цілому, а також виявлення залежностей між цими симптомами і відповідним їм параметрам технічного стану машин. Знання цих закономірностей і залежностей при відомих граничних значеннях параметрів технічного стану дозволяє своєчасно попереджати несправності і відмови.

Якщо є несправності і відмови, спочатку встановлюють можливі причини їх виникнення за характерними ознаками. Потім, виходячи з передбачуваної причини виникнення несправності, підбирають відповідні діагностичні засоби, за допомогою яких роблять висновок про характер та суть несправності.

З теоретичної точки зору паливна система є сукупністю послідовно

сполучених елементів, відмова одного з яких здатна привести до несправності або повної відмови всієї системи.

Відмова одного або декількох елементів призводить до порушення роботи всієї системи із заданими характеристиками і параметрами. При цьому автомобіль може зберегти здатність пересуватися при порушених параметрах паливної економічності, екологічності, потужності та ін., що рівносильно відмові всієї системи.

З перерахованих елементів найбільш схильні до несправностей форсунки і паливний насос високого тиску (ПНВТ). Найефективнішим на даний момент засобом для самодіагностування є накладний сенсор, інформація від якого обробляється і поступає на дисплей приладу. По частоті обертання і її зниженню можна судити про потужність двигуна і загальний його стан. Обробка інформації з сенсорів систем мастил, охолодження та паливної, дозволить виявити за допомогою логічного методу граничні стани двигуна і своєчасно провести профілактичні роботи.

Правильність діагностування вимагає великої кількості інформації, тому методи, що використовуються в даний час окремо неефективні. Запропонований нами ймовірно-логічний метод ґрунтується на взаємопов'язуванні несправностей і дозволяє нам діагностувати систему за допомогою мінімально необхідної кількості сенсорів для отримання достовірної інформації. Даний метод дозволяє використовувати сукупність недорогих, але ефективних заходів для якісної діагностики при мінімальних витратах як трудових, так і технологічного оснащення, що в даний час потрібен для малих АТП, які експлуатують автомобілі з дизельним двигуном.

2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСИНА

2.1. Вбудована система діагностування головної передачі вантажних автомобілів

Одним з найважливіших елементів автомобіля є трансмісія, на яку припадає значна частка робіт з технічного обслуговування та ремонту. Обладнання для діагностики систем і механізмів трансмісії, як і інших елементів автомобіля, повинно бути надійним і точним в роботі. Перспективою є застосування систем вбудованої діагностики, перевагою яких є те, що система швидко указує водію місце, де виникла несправність і що потрібно зробити для її усунення. У систему подаються сигнали від сенсорів, обробляються в бортовій системі контролю і виводяться на рідкокристалічний дисплей.

Мікропроцесорним вбудованим засобам відводиться завдання контролю технічного стану агрегатів, вузлів та автомобіля в цілому. В результаті формуються рекомендації щодо продовженню робіт автомобіля на лінії або скерування його на сервісне обслуговування та поточний ремонт або усунути дрібні несправності самим водієм в межах щоденного обслуговування.

Вмонтовані системи діагностування (ВСД) підрозділяються на систему сенсорів і контрольних точок, які забезпечують виведення сигналів на зовнішні засоби діагностування, а також вмонтовані системи діагностування – автономні або функціонуючі комплексно із стаціонарними інформаційно-управляючими центрами.

Ці системи призначені для непрямого узагальненого контролю працездатності вузлів і агрегатів з виведенням результатів на дисплей водію і в бортовий накопичувач для подальшого прогнозування і обліку ресурсів і напрацювань вузлів, коректування режимів сервісного обслуговування.

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

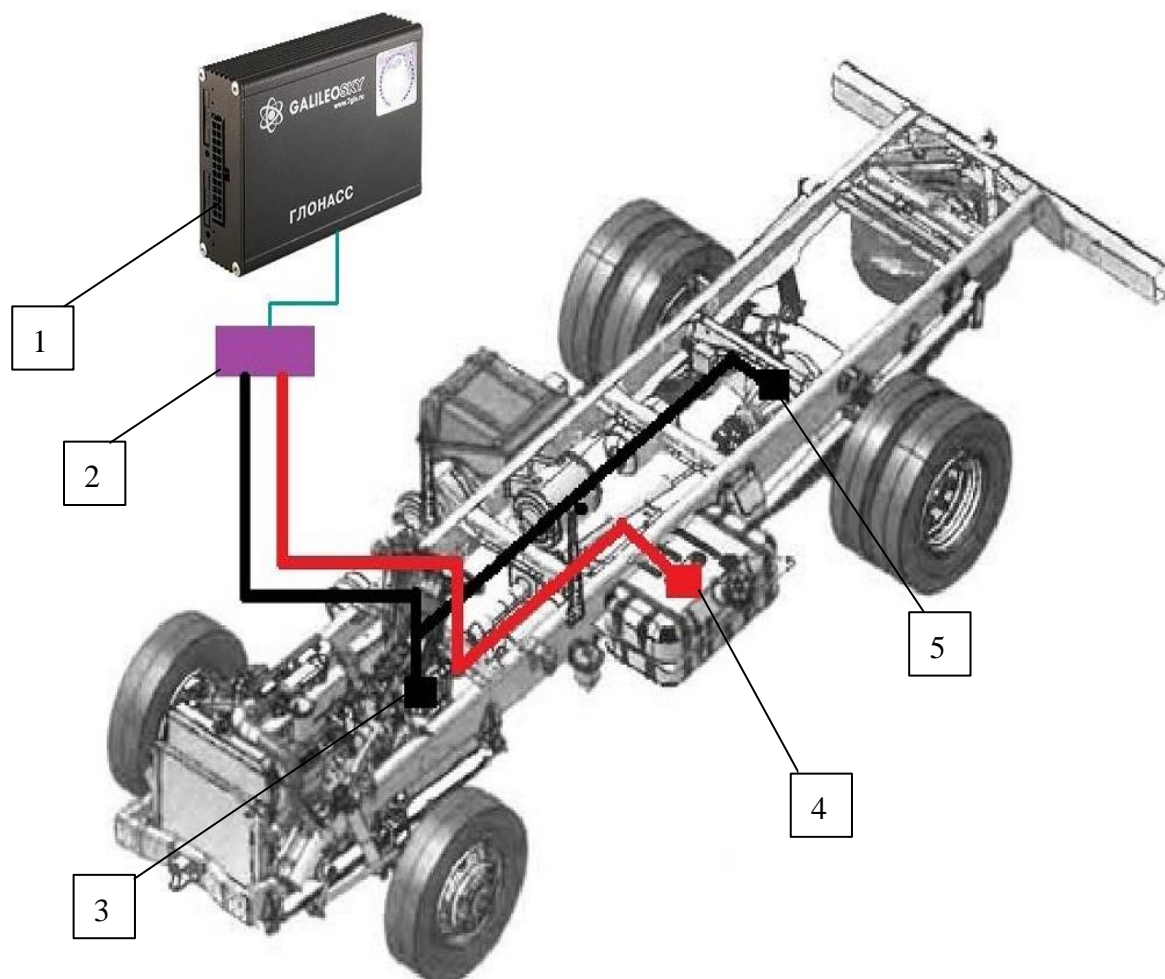
Найбільшого поширення набули вмонтовані системи з мікропроцесорною обробкою, накопиченням і видачею інформації водію, в бортовий накопичувач і на штекерний роз'єм, несучі функції всіх вказаних різновидів.

Система вмонтованої діагностики дозволяє виконувати контроль технічного стану трансмісії. Є можливість визначити несправність в трансмісії за допомогою сенсора температури оливи.

Блок обробки інформації дозволяє поряд з контактним сенсором температури забезпечити безконтактне знімання інформації в важкодоступних місцях.

Введення сенсора температури оливи в трансмісії дозволить стежити за її станом не покидаючи кабіни водія. Сенсор встановлюватиметься в корпус коробки передач і головної передачі. Сенсор показуватиме зміну температури, що свідчитиме про навантаження на трансмісію. Середня робоча температура оливи в картері головної передачі складає 80-95°C, в жарку погоду при міському циклі руху вона може підійматися до 150°C. Конструкція головної передачі така, що якщо з двигуна знімається потужність більша, ніж потрібно для подолання дорожнього опору, її надлишок витрачається на внутрішнє тертя оливи і вона ще більш нагрівається. Високі швидкості руху потоків оливи і температура викликають інтенсивну аерацію, що призводить до утворення піни, яка створює сприятливі умови, по-перше, для окислення оливи, по-друге, для корозії металів.

Розроблений макетний зразок (рис. 2.1) системи технічної діагностики головної передачі складається з трьох основних блоків: набору сенсорів; інтерфейсу і програмного забезпечення.



1 - Передавач; 2 – вмонтована система діагностування; 3 – сенсор температури трансмісійної оливи в коробці передач; 4 – сенсор витрати палива; 5 – сенсор температури оливи у головній передачі

Рисунок 2.1. Схема розташування сенсорів

Програма вмонтованої системи діагностування містить блоки формування баз даних за результатами діагностування і відомості про роботу двигуна зі слів водія. Підготовлені дані обробляються розрахунково-аналізуючим блоком. За допомогою блоку індикації результати розрахунку і аналізу виводяться на екран приладу, розташованого в кабіні автомобіля. Дана інформація є підставою для своєчасного прийняття рішень щодо проведення профілактичних робіт для трансмісії автомобіля.

Друга частина програми – аналітична, визначає наявність і вид несправностей в трансмісії, третя частина опитувальна, розрахована на решту систем транспортного засобу.

Якщо контакт з сенсором встановлений, то в програму водієм вводяться початкові дані. Програма за показами сенсора визначає перевищення температури і виводить на екран в текстовому режимі. Далі система переходить до опитувальної частини. Водію пропонується вибір – закінчити програму зараз або продовжити пошук несправностей в головній передачі. При продовженні програма використовує метод «логічний пошук з послідовним виключенням». Водію належить вибрати якісні ознаки неправильної роботи двигуна. В кінці процесу на екран виводиться несправність.

Для уточнення процесу пошуку несправностей система в діалоговому режимі проводить опитування користувача про те, яке напрацювання автомобіля, які ремонтно-обслуговуючі роботи проводилися останнім часом, як були помічені прояви якісної ознаки, які роботи виконувалися, які ще супутні якісні ознаки виявляються при цьому. Визначаючим при послідовності задавання питань є логічна доцільність того чи іншого запитання. Взаємодія з системою відбувається за допомогою послідовного пред'явлення користувачу запитань (рис. 2.2-2.6) системи і вибором ним варіантів відповіді в меню різних типів.

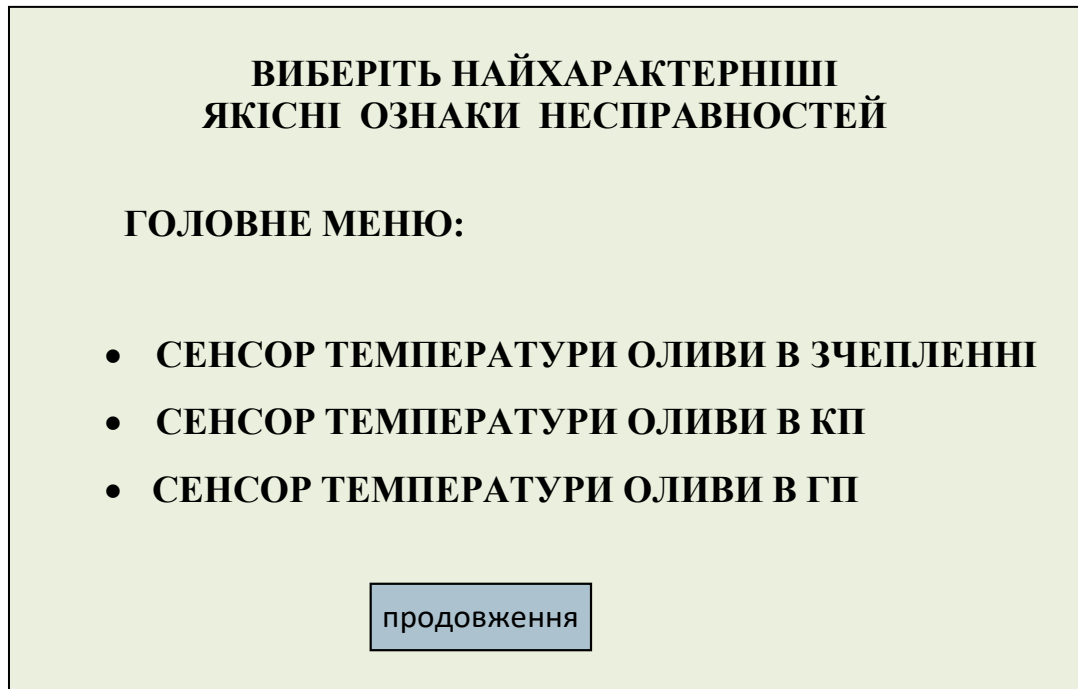


Рисунок 2.2. Головне меню

Взаємодія з системою відбувається за допомогою послідовного пред'явлення завдань на проведення діагностичних перевірок. При цьому доступна інструкція про технологію проведення перевірки. Робота системи закінчується визначенням найімовірнішої несправності двигуна.

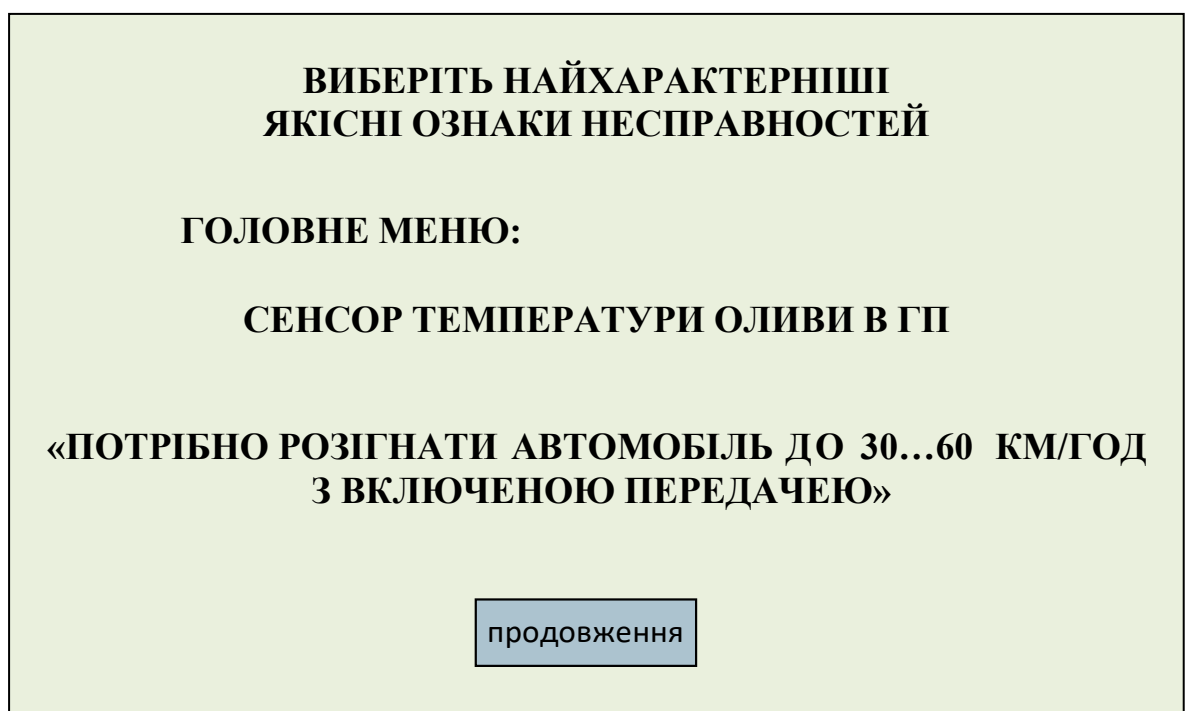


Рисунок 2.3. Вибір ознаки

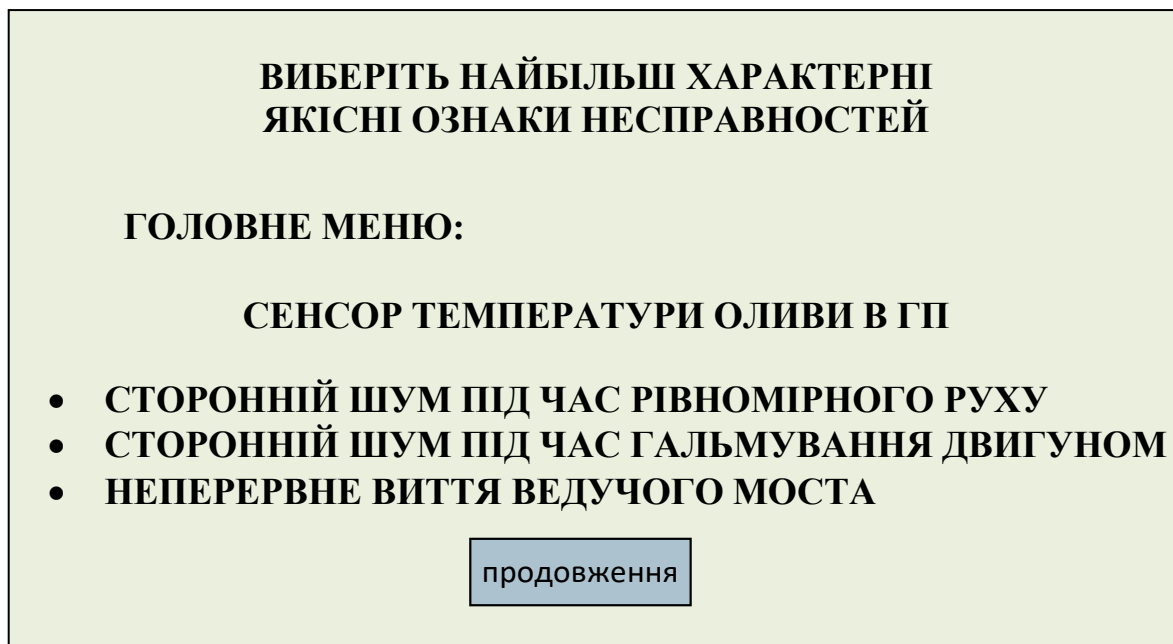


Рисунок 2.4. Вибір ознаки

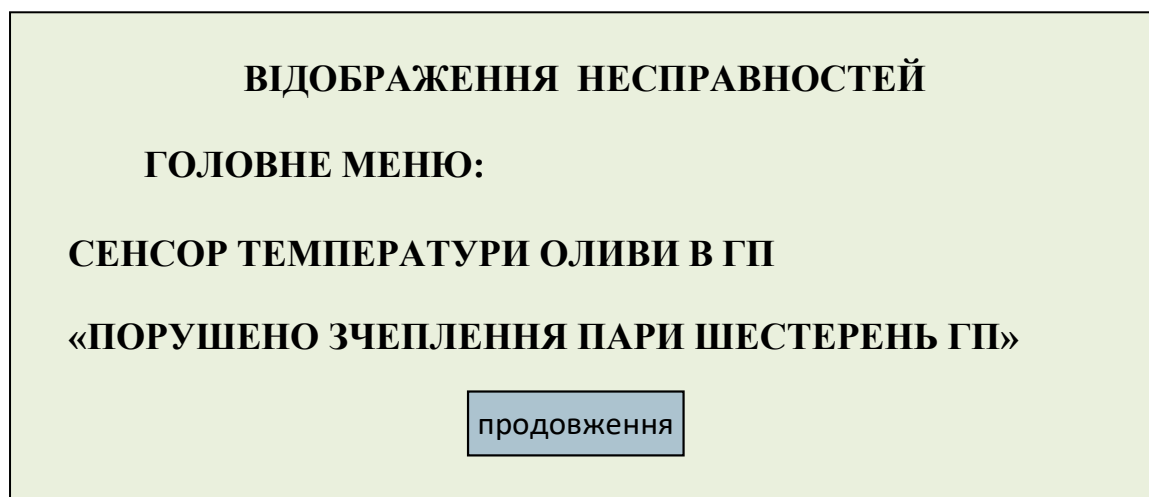


Рисунок 2.5. Вибір несправностей

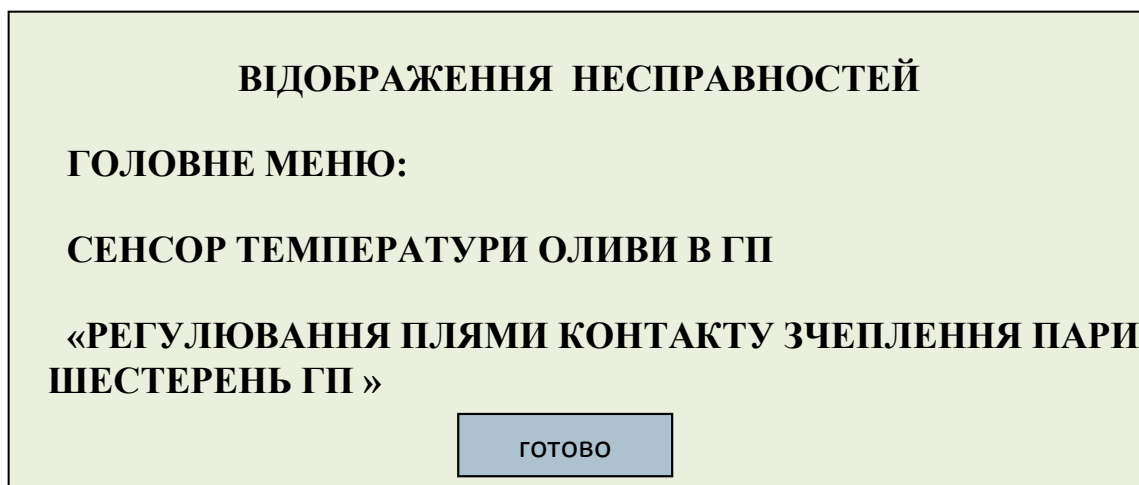


Рисунок 2.6. Рекомендації з усунення несправностей

Розроблене устаткування для діагностики головної передачі є складовими частинами системи технічного діагностування автомобіля.

Технічна реалізація системи технічної діагностики головної передачі може бути різною, залежно від умов використання системи і можливостей виробництва. Проте, принципово можливі два варіанти реалізації системи діагностики, які відрізняються типом ЕОМ.

Це може бути спеціалізована мікро ЕОМ, інтегрована з інтерфейсом сенсорів і виконана у вигляді переносного приладу – двигун-тестера.

Другий варіант реалізації системи технічного діагностування головної передачі – використання персональних ЕОМ, як портативних, так і стаціонарних.

Впровадження системи діагностики головної передачі, дозволить понизити витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт, а також підвищити показники експлуатаційної надійності автомобілів.

Для малих і середніх АТП, а також автоколон, що працюють у відриві від виробничих баз, на основі аналізу розроблена методика контролю працездатності і виявлення несправностей автомобілів, яка є перспективною для масового запровадження як в зовнішніх, так і вмонтованих засобах діагностування.

2.2. Методика експериментальних досліджень відмов трансмісії автомобілів

Експериментальні дослідження проводилися з метою збору даних для формування моделі експлуатаційної надійності, а також практичної апробації теоретичної методики.

Система інформаційного забезпечення методики експериментальних досліджень максимально уніфікувалася з системою інформаційного забезпечення, діючою на підприємствах, на яких проводився експеримент.

Структурна схема методики експериментальних досліджень приведена на рис. 2.7. Відповідно до цієї методики на першому етапі проводився вибір та обґрунтування об'єктів дослідження, вибір плану проведення випробувань і визначення об'єму статистичних спостережень.

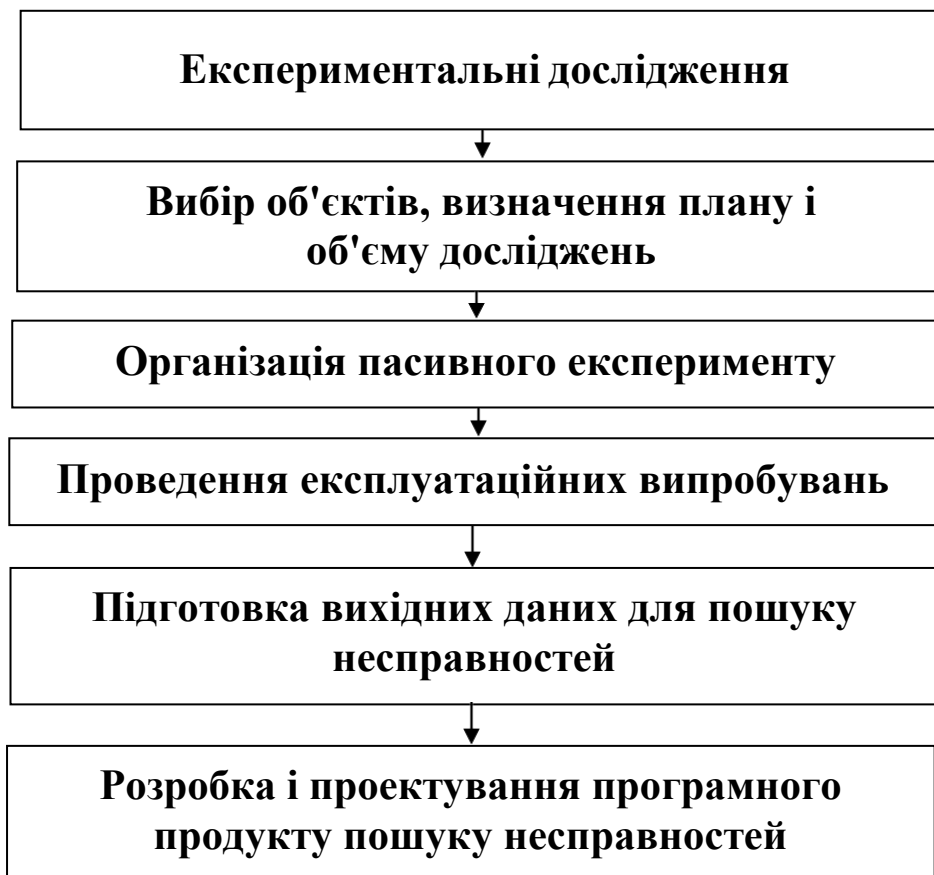


Рисунок 2.7. Структурна схема методики експериментальних досліджень

Для проведення експериментальних досліджень на підприємстві повинен бути налагоджений документообіг, що дозволяє отримувати достовірну інформацію щодо відмов та несправностей, виконаних роботах сервісного обслуговування і ремонту, їх трудоемності. Виробничо-технічна

база підприємства, на якому проводиться експеримент, оснащення технологічним устаткуванням і інструментом, нормативно-технологічне забезпечення повинні забезпечувати якісне і своєчасне виконання сервісного обслуговування і ремонту трансмісії автомобілів.

На третьому етапі, на основі теоретичних досліджень, визначався якісний склад необхідної інформації, яку потрібно отримати в ході пасивного експерименту. Склад цієї інформації наступний: кількісні характеристики безвідмовності елементів об'єктів експлуатаційних випробувань; кількісні характеристики ремонтпридатності елементів об'єктів експлуатаційних випробувань; дані про вартість елементів структури об'єктів експлуатаційних випробувань; експертні знання про формування відмов і несправностей, про взаємозв'язок елементів структури об'єктів експлуатаційних випробувань.

Пасивний експеримент полягав в отриманні інформації про безвідмовність і ремонтпридатність трансмісії автомобілів КраЗ.

На автомобільному транспорті часто використовують план випробувань NRT [1], де N - кількість об'єктів у вибірці; R - вироби, що відмовили і не відновлюються, а замінюються; T - напрацювання на критерій припинення випробувань. У плані NRT невідомими є дві величини - кількість об'єктів спостережень та величина критерію припинення випробувань. Об'єм вибірки залежить від виду закону розподілу напрацювання на відмову, довірчої імовірності β і відносної похибки δ . Напрацювання на відмову в гарантійний період за даними [2] зазвичай підлягають експоненціальному закону розподілу або близькому до нього. Коефіцієнт варіації v в цьому випадку становить 0,8-1,2. Експоненціальний розподіл є окремим випадком розподілу Вейбула [3], тому для автомобілів при визначенні об'єму підконтрольної вибірки за основний розподіл беремо розподіл Вейбула.

У першому і в другому випадку основним розподілом для визначення об'єму підконтрольної вибірки є розподіл Вейбула. Тоді N визначатиметься параметричним методом за формулою:

$$(\delta + 1)^b = \frac{2N}{\chi_{1-\beta; 2N}^2},$$

де δ - відносна похибка;

b - параметр форми розподілу Вейбула;

$\chi_{1-\beta; 2N}^2$ квантиль розподілу, відповідної довірчої імовірності b та кількості ступенів свободи $2N$.

Коефіцієнт варіації v пов'язаний з параметром форми b розподілу. За даними коефіцієнт варіації v розподілу Вейбула знаходиться в інтервалі 0,33-1,0. Це відповідає параметру форми b в межах 2,7-5- 1,0.

Величина довірчої вмовірності b вибирається з ряду - 0,8, 0,9, 0,95, 0,99. Для нашого випадку прийемо $b = 0,9$. Скориставшись таблицями [4], знайдемо величину N залежності від відносної похибки d .

При $\delta = 0,1$ мінімальний об'єм вибірки N для проведення експлуатаційних випробувань рівний 46.

На випадок непередбачених ситуацій при підконтрольній експлуатації і підвищення точності результатів мінімальний об'єм вибірки рекомендується збільшувати на 5 %. Тому збільшимо початкову розрахункову мінімальну вибірку. Прийемо остаточний об'єм вибірки не менше 48 для проведення випробувань на безвідмовність автомобілів.

Вибір трансмісії як предмета дослідження пояснюється наступними причинами. Трансмісія є відносно складним агрегатом, проте значно простішою, ніж двигун, що полегшує аналіз її надійності. Тому потрібне коректування нормативів стосовно умов експлуатації автомобілів на маршрутах в умовах короткого плеча при перевезенні вантажів. При відмові трансмісії, якщо не потрібен її демонтаж і розбирання, відмова усувається на посту. Ремонт трансмісії проводиться в агрегатній ділянці.

2.3. Аналіз несправностей головної передачі автомобілів КрАЗ

Виходячи з аналізу великої кількості методів і видів випробувань, найдоцільнішими є дослідження в умовах реальної експлуатації об'єктів, що гарантують отримання найдостовірнішої інформації про надійність.

Експериментальні дослідження проводилися з метою збору даних для формування моделі експлуатаційної надійності, а також практичної апробації теоретичної методики.

Пасивний експеримент полягав в отриманні інформації про безвідмовність і ремонтпридатність автомобілів КрАЗ. Необхідно створити експериментальний масив з відмов для елементів автомобілів, що використовують планово-запобіжну та імовірісно-логічну стратегію на малих автотранспортних підприємств, що працюють у відриві від виробничої бази і дотримуватись пунктів загальної методики дослідження.

Автомобілі, на яких була встановлена вмонтована система діагностики, виконували перевезення будівельних матеріалів і сипких вантажів. В цілому експлуатація автомобілів КрАЗ походилися відповідно до «Керівництва по експлуатації» і «Положення про технічне обслуговування і ремонт автомобілів». Технічне обслуговування виконувалося в повному обсязі.

Відповідно до підконтрольної вибірки нам необхідно за кожним напрямом провести 48 випробувань на безвідмовність автомобілів і зробити відбір для подальшого аналізу за допомогою динамічної системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Вибір головної передачі як предмет дослідження пояснюється наступними причинами. Головна передача є відносно складним агрегатом, проте значно простішою, ніж двигун, що полегшує аналіз її надійності. Тому потрібне коректування нормативів стосовно умов експлуатації автомобілів на маршрутах в умовах короткого плеча при перевезенні вантажів. Автомобілі,

на яких були встановлені випробовувані головні передачі, виконували перевезення сипких вантажів на відстань до 50 км.

Експериментальні дослідження по збору, аналізу і обробці даних, про відмови і несправності трансмісії дозволили зробити низку висновків.

Таблиця 2.1. Структура відмов коробки передач автомобіля КрАЗ

Найменування механізму, елемента	Кількість відмов, %	
	Планово-попереджувальна система сервісного обслуговування	Динамічна система сервісного обслуговування і
Картер, підшипники	54,13	53,87
Вали, шестерні	36,09	32,76
Інше	9,78	13,37

Для головної передачі існують наступні основні відмови: шестерні, вали, картер, механізм перемикачів передач, інше.

Показники закономірностей розподілу відмов вказують на те, що не всі з них можуть бути описані нормальним законом розподілу (рис. 2.8).

В результаті проведених досліджень щодо збору статистичної інформації про відмови елементів головної передачі вантажних автомобілів КрАЗ, одержані дані про середнє напрацювання на відмову кожного з елементів; проведено порівняння результатів, зібраних для існуючої і динамічної системи технічного обслуговування автомобілів.

Встановлена частка відмов кожного з елементів головної передачі, що надалі може бути використане для нормування потреби в запасних частинах для забезпечення працездатності системи.

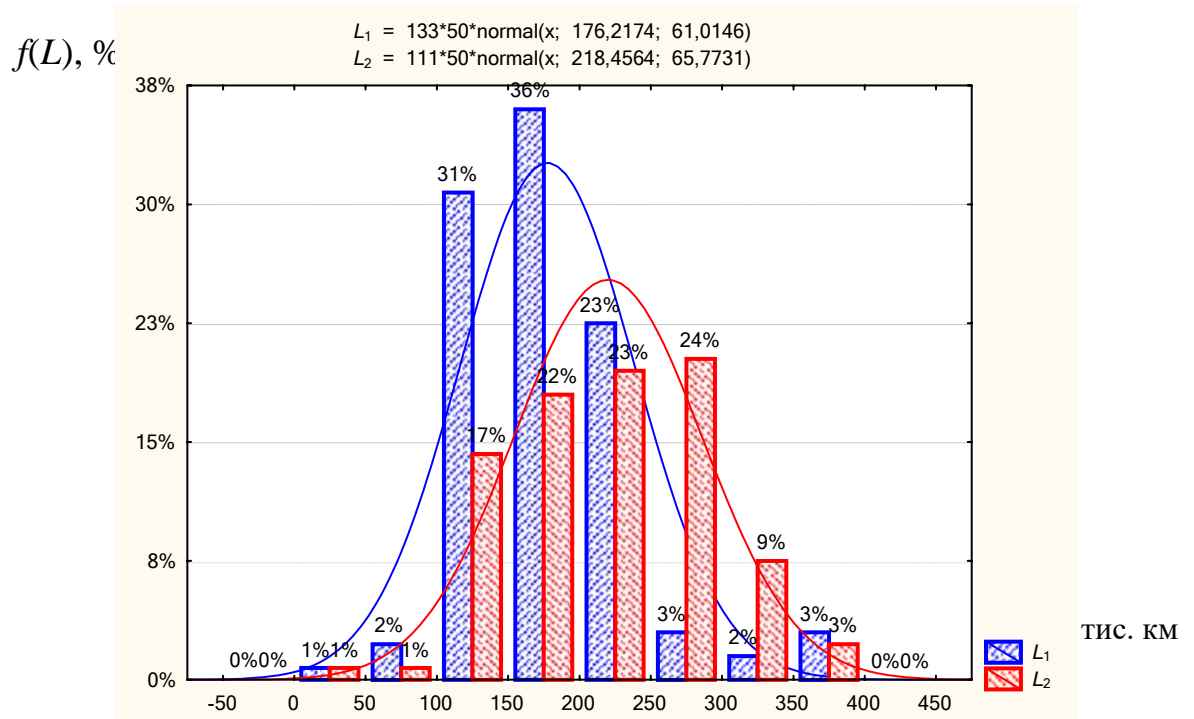


Рисунок 2.8. Розподіл величини напрацювання на відмову головної передачі залежно від вибору системи технічного обслуговування

1. – для планово-запобіжної системи; 2) – для динамічної системи

Встановлено, що існують основні відмови: картер, підшипники, вали, шестерні. Найбільш схильні до несправностей підшипники, шестерні.

Введена динамічна система на підприємстві істотно покращує показники по скороченню кількості відмов на 16-21 % по головній передачі порівняно з діючою на підприємстві.

2.4. Алгоритм програми пошуку несправностей автомобілів

Системи моніторингу і диспетчеризації транспортних засобів базуються на застосуванні таких бездротових технологій як GSM, GPRS, GPS. Збільшення останніми роками кількості транспортних засобів, обладнаних системами вмонтованої діагностики і диспетчеризації, викликане не лише

вимогами нормативних правових актів, але і перевагами, які дає використання цих приладів автотранспортним підприємствам.

Перспективою є застосування систем вмонтованої діагностики. Перевагою яких є те, що система швидко вказує водію місце, де виникла несправність і які роботи треба провести для її усунення. У систему подаються сигнали від сенсорів, обробляються в бортовій системі контролю і виводяться на рідкокристалічний дисплей.

Система вбудованої діагностики дозволяє виконувати контроль технічного стану двигуна і трансмісії. Є можливість визначити несправність в двигуні і трансмісії за допомогою сенсорів розрядки і температури оливи.

Ця мета досягається шляхом установки сенсора абсолютного тиску в колекторі впускання. У середині сенсора абсолютного тиску є вакуумна камера, з якої на етапі виготовлення сенсора було викачане повітря. Такий сенсор «порівнює» тиск на вхідному штуцері з тиском у вакуумній камері – від цієї різниці тиску і залежить вихідний сигнал сенсора.

В якості сенсорів атмосферного тиску застосовуються сенсори абсолютного тиску. Сенсор атмосферного тиску може бути виконаний як окремий елемент системи управління двигуном, або може бути розміщений безпосередньо усередині корпусу блоку управління двигуном.

Програма включає блоки формування баз даних за результатами діагностики і відомостей про роботу двигуна із слів водія. Підготовлені дані обробляються розрахунково-аналізуючим блоком. За допомогою блоку індикації результати розрахунку і аналізу виводяться на екран приладу, розташованого в кабіні автомобіля. Дана інформація є підставою для своєчасного прийняття рішень щодо проведення профілактичних робіт для двигуна автомобіля.

Друга частина програми – аналітична, визначає наявність і вид несправностей як в двигуні так і в трансмісії, третя частина опитувальна, розрахована на решту систем транспортного засобу.

Якщо контакт з сенсором встановлений, то в програму водієм вводяться початкові дані. Програма за показами сенсора будує графік і за наявності несправності виводить на екран в текстовому режимі. Далі система переходить до опитної частини. Водію пропонується вибір – закінчити програму зараз або продовжити пошук несправностей в інших системах двигуна. При продовженні програма використовує метод «логічний пошук з послідовним виключенням». Водію слід вибрати якісні ознаки неправильної роботи двигуна.

В кінці процесу на екран виводиться несправність. Програма зчитує значення з накладного сенсора розрядки, встановленої в блок циліндрів.

Зчитані значення автоматично записуються в базу даних програми, потім, на підставі цих даних, будуються графіки розрядки.

По розрядці в контрольних точках прогнозується несправність.

Потім здійснюється перехід до діагностики розрядки двигуна на холостих обертах.

Під графіками, у разі виявлення несправності, з'являється напис, що характеризує цю несправність, наприклад, «порушення в роботі клапанного механізму пов'язані з неправильним регулюванням теплових зазорів в клапанному механізмі». Якщо несправностей не виявлено, з'явиться напис «несправностей не знайдено».

Якщо несправностей за допомогою сенсора розрядки не виявлено, то система переходить до пошуку несправностей шляхом опитування водія автомобіля, який вибирає із запропонованих варіантів неправильної роботи двигуна найхарактерніші ознаки, які він помітив. Опитувальна система має деревовидну структуру.

Послідовність питань під час опитування залежить від частоти появи ознак, і складається на підставі статистичних даних, зібраних в умовах експлуатації. За результатами отриманої інформації на цьому етапі визначаються імовірні гіпотези – елементи двигуна, підозрювані на відмову.

Після закінчення етапу вибору якісних ознак в системі відбувається перегляд бази даних і формування робочого набору передбачуваних несправностей, що забезпечують розв'язання завдання щодо пошуку несправностей.

Для уточнення процесу пошуку несправностей система в діалоговому режимі проводить опитування користувача про те, яке напрацювання двигуна, які ремонтно-обслуговуючі роботи проводилися останнім часом, яким чином проявилися якісної ознаки, які роботи виконувалися, які ще супутні якісні ознаки виявляються при цьому. Визначним при послідовності опитування є логічна доцільність того або іншого запитання. Взаємодія з системою відбувається за допомогою послідовного задавання користувачу питань системи і вибором ним варіантів відповіді в меню різних типів.

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

Несправність зчеплення перевіряється при працюючому двигуні. Втиснувши педаль зчеплення, по черзі переключають передачі. Якщо включення передач утруднене і супроводжується скреготом, зчеплення повністю не включається. Включення зчеплення перевіряють, затягнувши ручне гальмо. Включають вищу передачу і плавно відпускають педаль зчеплення, одночасно натискаючи на педаль управління дросельними заслінками. Якщо двигун зупиниться, зчеплення справне. Продовження роботи двигуна вказує на не повне включення зчеплення.

Справність головної передачі і диференціала перевіряють на ходу. При русі автомобіля із швидкістю 30...60 км/год з включеною передачею (але не накатом) прослуховують шум шестерень. Наявність шуму свідчить про неправильне зачеплення шестерень, коли поверхня контакту зміщена у бік широкої частини зубів ведучої шестерні. Якщо шум шестерень з'являється при гальмуванні двигуном, це говорить про зсув поверхні контакту

зачеплення у бік вузької частини зубів ведучої шестерні. Робота ведучого моста з безперервним «завиванням» шестерень головної передачі може бути при великому зносі підшипників, недостатньому рівні оливи в картері головної передачі або низької в'язкості оливи.

Взаємодія з системою відбувається за допомогою послідовної постановки завдань для проведення діагностичних перевірок. При цьому доступна інструкція щодо технології проведення перевірки. Робота системи закінчується визначенням найімовірнішої несправності автомобіля.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Охорона праці при вдосконаленні вмонтованої системи діагностування

Оскільки основою розробки є вдосконалення вмонтованої системи діагностики інжекторних двигунів, то основними негативними чинниками праці є ті, які супроводжують інтенсивну роботу на ВСД щодо налаштування програми та вдосконалення діагностики.

Основними негативними чинниками праці при цьому є:

- Рівні звукового тиску
- Рівні електромагнітних полів
- Візуальні параметри відображення інформації
- Шкідливі речовини

Жорстке ультрафіолетове випромінювання (від ламп підсвічування рідкокристалічного монітору)

Для зниження впливу вказаних факторів ризику потрібно:

1. Вмонтовані системи діагностування повинні відповідати вимогам дійсних санітарних правил, і кожен їх тип підлягає санітарно-епідеміологічній експертизі з оцінкою у випробувальних лабораторіях, акредитованих в установленому порядку.

2. Перелік продукції і контрольованих гігієнічних параметрів шкідливих і небезпечних чинників представлені в таблиці 3.1.

3. Допустимі рівні звукового тиску та рівнів звук, створюваних ВСД, не повинні перевищувати значень, представлених в таблиці 3.2.

4. Тимчасові допустимі рівні електромагнітних полів (ЕМП), що створюють вмонтовані системи діагностування, не повинні перевищувати значень, представлених в таблиці 3.3.

5. Допустимі візуальні параметри пристроїв відображення інформації представлені в таблиці 3.4.

6. Концентрації шкідливих речовин, що виділяються вмонтованими системами діагностування в повітря приміщень, не повинні перевищувати гранично допустимих концентрацій, встановлених для атмосферного повітря.

7. Потужність експозиційної дози жорсткого ультрафіолетового випромінювання в будь-якій точці на відстані 0,05 м від екрану і корпусу ВСД (на електронно-променевої трубці) при будь-яких положеннях регулювальних пристроїв не повинна перевищувати 1 мкЗв/год (100 мкР/год).

8. Дизайн вмонтованої системи діагностування повинен передбачати забарвлення корпусу в спокійні м'які тони з дифузним розсіюванням світла. Корпус ВСД, клавіатура й інші блоки та пристрої ВСД повинні мати матову поверхню з коефіцієнтом віддзеркалення 0,4 - 0,6 і не мати блискучих деталей, здатних створювати відблиски.

9. Конструкція вмонтованої системи діагностування повинна передбачати регулювання яскравості і контрастності.

10. Документація на проектування, виготовлення і експлуатацію ВСД не повинна суперечити вимогам чинних санітарних правил.

Вимоги до рівнів електромагнітних полів на автомобілях обладнаних вмонтованою системою діагностування

1. Тимчасові допустимі рівні електромагнітних полів, створюваних вмонтованою системою діагностування на робочому місці користувачів показано в таблиці 3.5.

2. Методика проведення інструментального контролю рівнів електромагнітних полів на робочих місцях користувачів вмонтованою системою діагностування представлено в таблиці 3.6.

Вимоги до візуальних параметрів вмонтованої системи діагностування, контрольованих на робочому місці:

1. Гранично допустимі значення візуальних параметрів вмонтованої системи діагностування, які контролюються на робочих місцях, представлено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.1. Перелік продукції і контрольовані гігієнічні параметри

№	Вид продукції	Код ОКП	Контрольовані гігієнічні параметри
1	Вмонтована система діагностики	40 1300, 40 1350, 40 1370	Рівні електромагнітних полів (ЕМП), акустичного шуму, концентрація шкідливих речовин в повітрі, візуальні показники ВСД, м'яке рентгенівське випромінювання

Таблиця 3.2. Допустимі значення рівнів звукового тиску в октавних смугах частот і рівня звуку, створюваного ВСД

Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами									Рівні звуку в дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	50

Вимірювання рівня звуку і рівнів звукового тиску проводиться на відстані 50 см від поверхні устаткування і на висоті розташування джерела звуку.

Таблиця 3.3. Тимчасові допустимі рівні ЕМП, створюваних ВСД

Найменування параметрів		Тимчасові допустимі рівні ЕМП
Напруженість електричного поля	у діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	у діапазоні частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Густина магнітного потоку	у діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	у діапазоні частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Електростатичний потенціал екрану відеомонітора		500 В

Таблиця 3.4. Допустимі візуальні параметри пристроїв відображення інформації

№	Параметри	Допустимі значення
1	Яскравість білого поля	Не менше 35 кд/м ²
2	Нерівномірність яскравості робочого поля	Не більш $\pm 20\%$
3	Контрастність (для монохромного режиму)	Не менше 3 : 1
4	Тимчасова нестабільність зображення (ненавмисне зміна у часі яскравості зображення на екрані дисплея)	Не повинна фіксуватися
5	Просторова нестабільність зображення (ненавмисні зміни положення фрагментів зображення на екрані)	Не більше ніж $2 \times 10^{-4}L$, де L - проектна відстань спостереження, мм

Для дисплеїв частота оновлення зображення повинна бути не менша ніж 75 Гц при всіх режимах розширення екрану, що гарантуються нормативною документацією на конкретний тип дисплея, і не менше 60 Гц для дисплеїв на плоских дискретних екранах (рідкокристалічних, плазмових та ін.).

Таблиця 3.5. Тимчасові допустимі рівні електромагнітних полів,
створюваних ВСД на робочому місці

Найменування параметрів		Тимчасові допустимі рівні
Напруженість електричного поля	у діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	у діапазоні частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Густина магнітного потоку	у діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	у діапазоні частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напруженість електростатичного поля		15 кВ/м

Таблиця 3.6. Візуальні параметри вмонтованої системи діагностування,
контрольовані на робочому місці

№	Параметри	Допустимі значення
1	Яскравість білого поля	Не менше 35 кд/м ²
2	Нерівномірність яскравості робочого поля	Не більше $\pm 20\%$
3	Контрастність (для монохромного режиму)	Не менше 3 : 1
4	Тимчасова нестабільність зображення (мигтіння)	Не повинна фіксуватися
5	Просторова нестабільність зображення (тремтіння)	Не більше ніж 2×10^{-4L} , де L – проектна відстань спостереження, мм

3.2. Методика інструментального контролю та гігієнічної оцінки рівнів електромагнітних полів на робочому місці

Загальні положення

1. Інструментальний контроль електромагнітної обстановки на робочих місцях користувачів вмонтованої системи діагностування виробляється:

- при введенні ВСД в експлуатацію і організації нових і реорганізації робочих місць;
- після проведення організаційно-технічних заходів, скерованих на нормалізацію електромагнітної обстановки;
- при атестації робочих місць за умовами праці;
- за заявками підприємств та організацій.

Вимоги до засобів вимірювань

Інструментальний контроль рівнів електромагнітних полів повинен здійснюватися приладами з допустимою основною відносною похибкою вимірювань $\pm 20\%$.

Слід надавати перевагу вимірювальним приладам з ізотропними антенами-перетворювачами.

Підготовка до проведення інструментального контролю

1. Скласти план (ескіз) розміщення робочих місць користувачів вмонтованої системи діагностування в автомобілі.

2. Занести в протокол відомості про устаткування робочого місця - найменування пристроїв вмонтованої системи діагностування, фірм-виробників, моделей та заводські (серійні) номери.

3. Занести в протокол відомості про наявність санітарно-епідеміологічного висновку на вмонтовану систему діагностування та приєднані фільтри (за їх наявності).

4. Встановити на екрані вмонтованої системи діагностування типове для даного виду роботи зображення (текст, графіка та ін.).

5. При проведенні вимірювань повинна бути включена вся обчислювальна техніка, вмонтована система діагностування та інше електроустаткування, що використовується для роботи, які розміщена в даному приміщенні.

6. Вимірювання параметрів електростатичного поля проводити не раніше, ніж через 20 хв після включення вмонтованої системи діагностування.

Проведення вимірювань

Вимірювання рівнів змінних електричних та магнітних полів, статичних електричних полів на робочому місці, обладнаному вмонтованою системою діагностування, проводиться на відстані 50 см від екрану на трьох рівнях на висоті 0,5, 1,0 і 1,5 м.

Гігієнічна оцінка рівнів ЕМП на робочих місцях

Гігієнічна оцінка результатів вимірювань повинна здійснюватися з урахуванням похибки засобу метрологічного контролю, що використовується.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1. Оцінка економічної ефективності впровадження системи діагностування

Обґрунтуванням доцільності вмонтовування різних технічних систем, у тому числі і систем діагностування, є економічна оцінка сумарного ефекту, що визначається зниженням витрат на експлуатацію і додатковими витратами на систему об'єктивної інструментальної оцінки стану у будь-який момент експлуатації.

Розрахунок економічної ефективності проводився для випадку впровадження вмонтованої системи діагностування в АПТ малої потужності (50 автомобілів).

Очікуваний річний ефект від впровадження діагностування дизелів можна визначити за формулою:

$$E_p = (Y_1 - Y_2) - E_H \cdot K, \quad (4.1)$$

де Y_1 та Y_2 – витрати на утримання автомобілів відповідно до і після впровадження діагностики;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень

($E_H = 0,15$);

K – капітальні витрати на придбання діагностичного оюладнання.

Зниження витрат на експлуатацію автомобілів при впровадженні вмонтованої системи діагностування дизелів досягається за рахунок зниження експлуатаційної витрати палива, трудомісткості сервісного обслуговування та ремонту двигуна, скорочення витрат на запасні частини і матеріали та скорочення втрат транспортної роботи через раннє повернення з лінії та запізнення з виїздом на лінію. Початкові дані для розрахунку економічної ефективності представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Початкові дані розрахунку економічної ефективності впровадження вмонтованої системи діагностування

№ п/п	Найменування показника	Значення показників	
		До впровадження	Після впровадження
1	Облікова кількість автомобілів, шт.	60	60
2	Річний пробіг автомобілів, тис. км	70	70
3	Річні витрати на паливо, грн.	18656130	16854220
4	Затрати праці на сервісне обслуговування та ремонт трансмісії та двигунів, люд. год/(авт. год)	84	76
5	Трудоємність діагностування, люд. год/(авт. год)	-	2,84
6	Витрати на запасні частини та матеріали, грн/(авт.год)	10520	8980
7	Імовірність раннього повернення з лінії	0,30	0,15
8	Імовірність спізнення з виїздом на лінію	0,14	0,06
9	Час повернення з лінії, год	1	1
10	Час запізнення з виїздом на лінію, год	1	1
11	Середній прибуток за одну годину роботи автомобіля, грн/(авт. год)	900	900
12	Вартість устаткування, грн	-	17500

Обчислення проводилися з розрахунку роботи підприємства в умовах помірної кліматичної зони і з використанням автомобілів моделі КраЗ.

Річні витрати на паливо розраховувалися, виходячи з річного пробігу, лінійних норм витрати палива на одиницю пробігу, транспортної роботи і вартості дизельного палива.

Зниження середньої експлуатаційної витрати палива за рахунок поліпшення технічного стану двигуна в результаті впровадження діагностування приймаємо 1%.

Трудові витрати на сервісне обслуговування та ремонт двигунів приймалися виходячи з післяопераційних нормативів трудоемності на сервісне обслуговування. Зниження трудомісткості сервісного обслуговування та ремонту досягається за рахунок виключення даремних трудових витрат на демонтажно-монтажні операції справних вузлів і агрегатів, що мають місце при планово-запобіжній системі сервісного обслуговування та ремонту автомобільного транспорту.

Річна економія від зниження затрат на сервісне обслуговування та ремонт визначалася за формулою:

$$E_{\text{COP}} = (T_{\text{COP}} - T'_{\text{COP}} - T_{\text{Д}}) \cdot q_p, \quad (2)$$

де T_{COP} та T'_{COP} – річна трудоемність сервісного обслуговування та ремонту відповідно до і після впровадження діагностики, люд.-год;

$T_{\text{Д}}$ – річна трудоемність діагностування впроваджуваним обладнанням, люд.-год;

q_p – тарифний оклад працівника, грн./люд.-год.

Економія за рахунок скорочення втрат транспортної роботи через швидше повернення з лінії та запізнення з виїздом на лінію визначалася за формулою:

$$E_{\text{В}} = q \cdot (P_{\text{поверн}} \cdot t_{\text{поверн}} + P_{\text{запізн}} \cdot t_{\text{запізн}}), \quad (3)$$

де $P_{\text{поверн}}$, $P_{\text{запізн}}$ – відповідно імовірності ранішого повернення та запізнення з виїздом на лінію;

$t_{\text{поверн}}$, $t_{\text{запізн}}$ – відповідно час ранішого повернення та запізнення з виїздом на лінію, год;

q – середній прибуток за одну годину роботи автомобіля, грн.

Експлуатаційні витрати, пов'язані із змістом упровадженого обладнання, можна визначити за формулою:

$$V_{\text{експл}} = V_{\text{обл}} \cdot K_a + V_e, \quad (5)$$

де $V_{\text{обл}} \cdot K_a$ – амортизаційні відрахування, які обчислюються як добуток вартості обладнання $V_{\text{обл}}$ та коефіцієнт амортизаційних відрахувань, $K_a = 0,15$;

V_e – експлуатаційні витрати: електроенергія, сервісне обслуговування та ремонт обладнання (приймаємо десять відсотків від вартості обладнання $0,1 V_{\text{обл}}$).

Результати розрахунку економічної ефективності впровадження вмонтованої системи діагностування представлено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Результати розрахунку економічної ефективності впровадження вмонтованої системи діагностування

№ п/п	Найменування показника	Величина показника
1	Капітальні витрати на діагностичне обладнання, грн	17500
2	Витрати на експлуатацію обладнання, грн/рік	4320
	Всього:	21820
3	Річна економія витрат на паливо, грн/рік	20320
4	Річна економія витрат від скорочення трудоемності сервісного обслуговування та ремонту, грн/рік	2340
5	Річна економія витрат на запасні частини та матеріали, грн/рік	1930
6	Річна економія витрат від скорочення витрат транспортної роботи, грн/рік	9430
	Всього:	34020
7	Економічний ефект від впровадження імовірно-логічної системи технічного діагностування дизелів, грн/рік	14430
8	Термін окупності, років	1,82

Аналіз результатів розрахунку показує високу економічну ефективність впровадження системи технічного діагностування дизелів на основі імовірно-логічної моделі пошуку несправностей навіть на невеликих підприємствах, що підтверджується недовгим терміном окупності проекту.

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз та дослідження методів пошуку несправностей, статистики несправностей автомобіля як інжекторного так і дизельного двигуна КрАЗ і систем самодіагностування автомобілів. Запропонована бортова система контролю з функцією діагностики трансмісії. Запропоновано застосувати імовірісно-логічний метод пошуку несправностей, перевагою якого є кількісна характеристика переходу від пошуку до логічного методу імовірності виникнення несправностей, а також відомий внесок кожного елемента в досягнення мінімальних питомих витрат групи елементів, що дає можливість обґрунтовано ухвалювати рішення про несправність того чи іншого елемента.

Розроблена методика визначення впливу вмонтованої системи діагностування на показники ефективності об'єктів дослідження. Для стратегії вмонтованої системи діагностування порівняно з профілактичною стратегією середнє напрацювання на відмову збільшилося на 18%.

Показані алгоритм роботи системи. Запропонована система діагностування забезпечує подальше удосконалення і розвиток функціональних можливостей, що надалі дозволить контролювати технічний стан всіх елементів і вузлів автомобіля в цілому.

У кваліфікаційній роботі описані заходи щодо охорони праці і безпеки життєдіяльності. Виконано економічний розрахунок застосування запропонованого удосконалення.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Шевчук Р.С., Паславський Р.І., Миронюк О.С. Автомобілі (Теорія руху транспортних засобів). Методичні рекомендації для написання курсової роботи студентами з напряму підготовки 6.0701061 – “Автомобільний транспорт”. Львів: Видавничий центр ЛНАУ, 2016. 28 с.
2. Антошків О.В. Менеджмент енергопотоків автомобіля: монографія. Львів: Світ, 2014. 168 с.
3. Підгородецький Я.І., Сичевський М.І., Домінік А.М. Автомобільні транспортні засоби. Основи конструювання. Львів: Вид-во ЛДУБЖД, 2013. 316 с.
4. Кошерний М.Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля. Київ: Вища школа, 1992. 200 с.
5. Andrzejewski R., Awrejcewicz J. Nonlinear dynamics of a wheeled vehicle. Nev York: Spriger Science+Business Media, 2005. 328 p.
6. Буракова С.О., Супрович М.П., Беркешук І.С. Дипломне проектування. Розділ з охорони праці: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ПП "Медобори-2006", 2013. 360 с.
7. Буракова С.О. Довідник інженера з охорони праці. Кам'янець-Подільський: ПП Зволейко Д.Г., 2007. 112 с.
8. Шевчук Р.С. Експлуатаційні показники автомобілів: практикум з розрахунку показників. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2019. 171 с.
9. Гащук П.М., Дубно М.В., Нефьодов О.Ф. Ідентифікація і нормування потенціалу автомобіля. Львів: Тріада ПЛЮС, 2007. 240 с.
10. Гащук П.М. Автомобіль: Теорія колісного рушія. Київ: Видавничий дім "Кордор", 0218. 328 с.
11. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів. Львів: Вид-во Національного університету "Львівська політехніка", 2013. 672 с.

12. Волков В.П., Вільський Г.Б. Теорія руху автомобіля. Суми: Університетська книга, 2010. 320 с.
13. Гречкосій В.Д. Погорілець О.М. Довідник сільського інженера. Київ: Урожай, 1988.
14. Солтус А.П. Експлуатаційні властивості автомобіля. Київ: Арістей, 2006. 178 с.
15. Сахно В.П., Безбородова Г.Б., Маяк М. М. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність. Київ: Вид-во КВІЦ, 2004. 174 с.
16. Чабан С.Г., Колесніченко М.О. Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортного залобу. Одеса: АІЦ БФХВА, 2003. 220 с.
- 17.
18. Карпенко П.П. Техніка безпеки на автомобільному транспорті. Київ: Вища школа, 2012. 286 с.
19. Кудрявцев В.Н. Деталі машин. Луцьк: ЛНТУ, 2018. 464 с.
20. Лехман С.Д. та ін. Довідник з охорони праці в сільському господарстві (запитання і відповіді). Київ: Урожай, 1990. 400 с.
21. Радіонова В.Ф. Проектування зубчатих, конічних і гіпоїдних передач. Київ: Урожай, 1985. 380 с.