Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Автомобілів
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка методики оцінки і прогнозування технічного стану ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ з дослідженням основних типів відмов вузлів

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274
«Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

_____ Цяпало Р.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Міронов Д.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Левкович М.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри _____ Цьонь О.П
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Пилипець О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2023

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«20» листопада 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Цяпалу Руслану Любомировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка методики оцінки і прогнозування технічного стану ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ з дослідженням основних типів відмов вузлів

Керівник роботи Міронов Дмитро Вікторович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 20 » листопада 2023 року № 4/7-1071

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи Діагностичні параметри ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Функціональна схема системи технічної діагностики стану вузлів легкових автомобілів– 1А1.
Фрагмент кодованої матриці планування ОЦКП другого порядку – 1А1.
Алгоритм оперативного моніторингу технічного стану вузлів ходової частини – 1А1.
Автоматизована система моніторингу технічного стану вузлів ходової частини автомобіля – 1А1.
Статистична обробка результатів повного факторного експерименту– 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 20.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	08.11.2023	
2	Технологічний розділ	22.11.2023	
3	Конструкторський розділ	28.11.2023	
4	Науково-дослідний розділ	06.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	13.12.2023	
6	Оформлення графічної частини	18.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	25.12.2023	

Студент _____ Цяпало Р.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Міронов Д.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Розробка методики оцінки і прогнозування технічного стану ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ з дослідженням основних типів відмов вузлів».

Метою кваліфікаційної роботи магістра є удосконалення методів діагностування основних вузлів ходової частини автомобілів сімейства ВАЗ, систематизація, закріплення і розширення теоретичних знань, отриманих у процесі навчання та їх практичне використання при вирішенні конкретних інженерних, наукових, економіко-соціальних і виробничих питань у професійній діяльності.

Основні завдання, які необхідно вирішити у роботі:

– проаналізувати поточний стан процесу діагностики технічного стану ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ;

– розробити математичну модель оцінки та прогнозування технічного стану ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ;

– розробити алгоритм оцінки та прогнозування технічного стану ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ з використанням діагностичної математичної моделі;

– навести рекомендації, які направлені на поліпшення охорони праці та безпеки життєдіяльності на виробництві.

Перший розділ кваліфікаційної роботи магістра «Загально-технічний розділ» включає в себе аналіз поточного стану питання технічної діагностики ходової частини легкових автомобілів.

Другий розділ кваліфікаційної роботи магістра «Технологічний розділ» містить аналіз конструкції та видів ходової частини автомобіля та вимоги до її діагностування і експлуатації.

У третьому розділі кваліфікаційної роботи магістра «Конструкторський розділ» проведено аналіз методів та засобів діагностування ходової частини легкових автомобілів і розроблено теоретичні передумови розробки математичної моделі її технічного стану.

Четвертий розділ кваліфікаційної роботи магістра «Науково-дослідний розділ» містить методику моделювання технічного стану ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ та алгоритм оцінки і прогнозування технічного стану вузлів ходової частини автомобілів. У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто основні принципи та функції управління охороною праці на виробництві та основні положення концепції захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій.

Пояснювальна записка складається з п’яти розділів і 58 сторінок формату А4 та 5 аркушів формату А1 графічної частини і 5 сторінок додатків.

Ключові слова: ходова частина, діагностика, технічне обслуговування, планування експерименту, математична модель, технічний стан.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 4

ВСТУП 7

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ 9

1.1 Аналіз поточного стану питання технічної діагностики ходової частини транспортних засобів 9

1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу 13

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 15

2.1 Призначення, конструкція та види гальмівних систем автомобіля 15

2.2 Основні завдання діагностики ходової частини легкових автомобілів 20

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 24

3.1 Методи та засоби діагностування технічного стану вузлів ходової частини 24

3.2 Планування повного факторного експерименту 25

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ 34

4.1 Розробка математичної моделі узагальненого показника технічного стану ходової частини автомобілів 34

4.2 Алгоритм моніторингу фактичного технічного стану ходової частини легкових автомобілів 39

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 46

5.1 Основні принципи та функції управління охороною праці на виробництві 46

5.2 Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій 50

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 55

БІБЛІОГРАФІЯ 57

ДОДАТКИ

ВСТУП

За даними статистики Національної поліції України [1] кількість загиблих і травмованих людей перевищує 3 000 і 30 000 на рік відповідно, що робить проблему збереження життя пасажирів під час пересування автотранспортом надзвичайно актуальною. Близько 40% аварій спричинені зносом основних вузлів підвіски. Збільшення кількості різноманітних автомобілів, а також автоматизація процесу виробництва призвели до збільшення частоти виходу з ладу основних вузлів ходової частини легкових автомобілів.

Розширення ролі та значення технічної діагностики автомобілів пов’язане з загальними технічними досягненнями та складністю технічних компонентів, а також необхідністю забезпечення ефективної експлуатації та технічної та екологічної безпеки. У зв’язку з глобалізацією методів і засобів технічного контролю та діагностики великого та різноманітного парку транспортних засобів, основним завданням є подальша інтелектуалізація діагностики. Підвищення рівня діагностичного забезпечення автомобілів необхідне для забезпечення оперативного визначення залишкового ресурсу, зниження ризиків експлуатації та мінімізації впливу обслуговуючого персоналу на процес прийняття рішень. На сучасному етапі розвитку систем технічного обслуговування та ремонту (ТО та Р) автомобілів особлива увага приділяється методам, спрямованим на індивідуальне відстеження та прогнозування змін у технічному стані вузлів автомобілів під час їхньої експлуатації. Розробка методів збору даних для діагностики та математичних алгоритмів, які показують основні фактори, які впливають на технічний стан автомобіля, є життєво важливими.

У процесі оцінки технічного стану окремих частин автомобіля необхідно враховувати різноманітні параметри, такі як механічні, вібраційні, теплові, електричні та інші, оскільки кожен із цих параметрів визначається своїми фізико-хімічними характеристиками. Ці параметри впливають на певні характеристики вузлів автомобіля. Крім того, через фізичні відмінності параметрів і відсутність прямого корелятивного зв’язку між ними, хоча деякі властивості можна оцінити достатньо точно окремо, комплексна оцінка стає складною. Таким чином, для об’єктивної оцінки експлуатаційних характеристик необхідно використовувати узагальнені показники їх функціонування. Застосування цього узагальненого

діагностичного критерію покращує точність визначення реального технічного стану вузлів агрегатів.

Для автоматизації процесів діагностики автомобілів також потрібні математичні моделі узагальненого діагностичного показника, щоб забезпечити швидкість і точність діагностики. Моделювання та прогнозування такого показника є складним завданням, оскільки є багато факторів і їхні нелинійні взаємодії. Щоб вирішити цю проблему, використовуються різні методи. У цьому випадку теорія планування експерименту може бути ефективним методом вирішення цієї проблеми.

Таким чином, підвищення ефективності методів оцінки технічного стану ходової частини автомобіля є важливим завданням. Його рішення значно підвищить активну безпеку автомобіля під час експлуатації, що призведе до зниження кількості пошкоджень і відмов вузлів ходової частини.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз поточного стану питання технічної діагностики ходової частини транспортних засобів

Справність автомобіля безпосередньо впливає на безпеку водія, пасажирів і всіх інших учасників дорожнього руху. Підвіска транспортного засобу є важливою частиною стабілізації транспортного засобу на дорозі. Несправності в підвісці можуть мати значні наслідки з точки зору аварійності.

Потрібно розуміти, що проблеми з підвіскою не виникають миттєво. Тому, щоб уникнути непередбачуваних проблем і дорогих ремонтів, важливо регулярно перевіряти підвіску та транспортний засіб. У наш час існує широкий спектр автомобілів із різноманітними типами підвіски. Таким чином, методи діагностики для кожного типу є різними.

Складність конструкцій сучасних автомобілів зростає разом із складністю діагностичних досліджень. Проте сучасні методи діагностування дають змогу досягти потрібного рівня вірогідності та якості діагностичної інформації.

Методи діагностування розподіляються на організаційні та технологічні [4]. Організаційні методи визначають основні завдання діагностування, а також застосування та вибір засобів, алгоритмів і програм. Технологічні методи діагностування включають різні методи подачі вхідних даних, запис вихідних сигналів, вимірювання діагностичних параметрів і виявлення ознак технічного стану. Методи діагностування технічного стану ходової підвіски поділяються на два види:

- органолептичні, тобто суб’єктивні;
- інструментальні, тобто об’єктивні.

Органолептичні методи включають дотик, нюх, огляд і прослуховування. Ненормальні стукоти, шуми, перебої в роботі двигуна, відмови в силовій передачі та ходовій частині (у результаті шуму), нещільності (у результаті шуму повітря, що проривається) і так далі можна знайти за допомогою прослуховування. Огляд визначає місця підтікання води, оливи, палива, кольору випускних газів, диму з сипуна, биття обертових частин, натяг ланцюгових

передач та інші характеристики. Дотиком визначають місце ненормального нагрівання, биття, вібрацію деталей, в'язкість, липкість рідини та інші характеристики. За характерним запахом можна визначити несправності зчеплення, витікання бензину, електроліту, підгоряння електропровідників тощо.

Діагностика ходової зазвичай проводиться за допомогою суб'єктивних методів. Автомобіль привозять у сервісний центр, де його піднімають на підйомнику, а механік оглядає основні компоненти (рис. 1.1). У нових автомобілях, які лише вийшли з конвеєра, всі деталі закріплені надзвичайно міцно, тому міцність конструкції зменшується під час пересування та постійних ударів. Під час огляду механік перевіряє, чи є люфт між елементами скріплення. З досвіду він може визначити, чи справна деталь — порівнявши нове авто з тим, що на підйомнику.

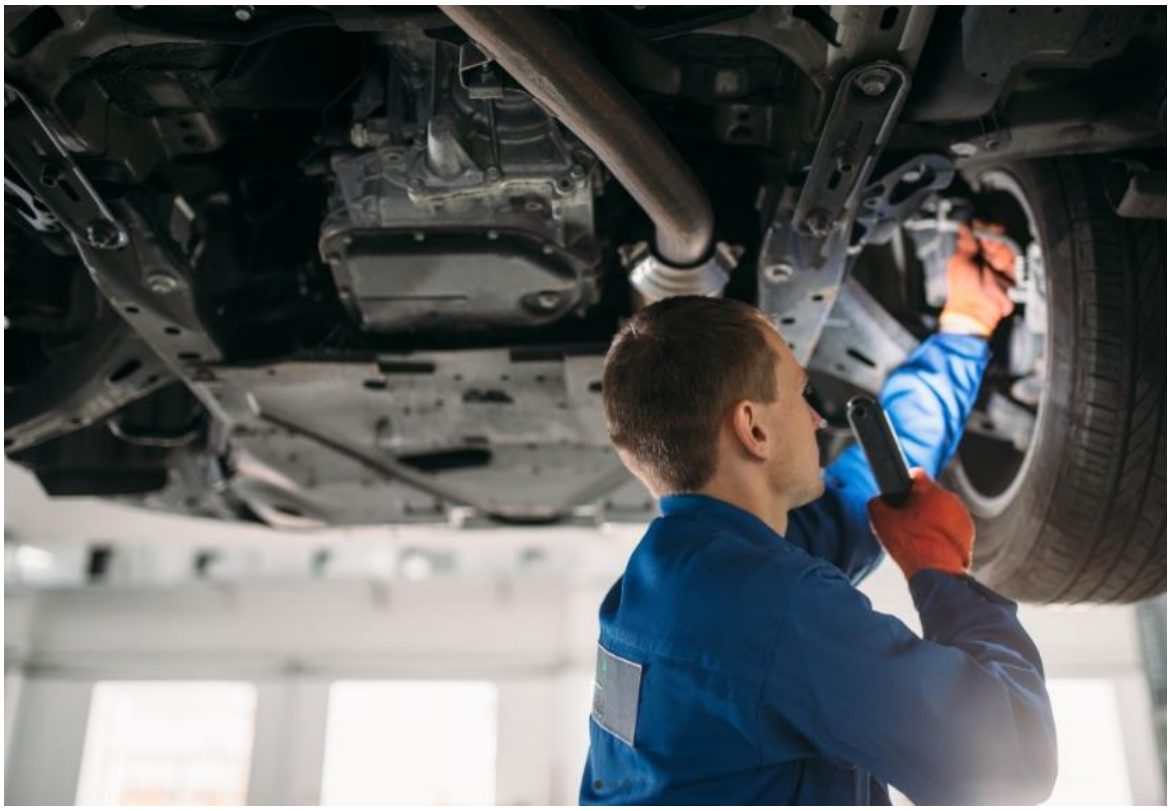

Рисунок 1.1. Огляд підвіски легкового автомобіля

Оскільки технологічний розвиток автопромисловості не відбувався так швидко, як у США та Європі, цей метод діагностування дуже поширений у

країнах пострадянського союзу. У даномі методі є два значні недоліки. Це людський фактор і суб'єктивність при виконанні діагностики.

Звичайний огляд автомобіля може не завжди знайти несправності. Крім того, необхідно бути надзвичайно кваліфікованим і досвідченим майстром, щоб визначити, які компоненти зношені та потребують заміни.

Всі параметри технічного стану, які використовуються при цьому засобами діагностики (ЗД), вимірюються та контролюються за допомогою інструментальних методів. За періодичністю методи діагностування поділяються на такі, які застосовуються в плановому або регламентованому порядку, і такі, які застосовуються позапланово або за вимогою. Планові тести вирішують проблеми перевірки працездатності та визначають залишковий ресурс агрегатів і машини в цілому. З цієї причини узагальнені параметри, які обов'язково вимірюють під час ТО, виділяють з усієї сукупності діагностичних параметрів.

Широкого розповсюдження набув метод для діагностики вузлів підвіски автомобіля з використанням вібрацій [5]. Даний метод реалізується шляхом діагностики ходової частини автомобіля на вібростендах (рис. 1.2).

Рисунок 1.2. Діагностика автомобіля на вібростенді

Вібростенд — це спеціальна установка, на якій можна перевірити стан підвіски автомобіля. Стенд перевірки підвіски розгойдує платформу зі

спеціалізованими датчиками, які підключені до комп'ютера за допомогою відповідного програмного забезпечення. Автомобіль встановлюється на платформу колесами і перемикається на нейтральну передачу. Далі вібростенд починає розгойдувати автомобіль за допомогою рухомих платформ. Це максимально наближує ситуацію до руху на дорозі. У цьому процесі дані знімаються датчиками, встановленими на вібростенді, а потім передаються на комп'ютер. Комп'ютер порівнює результати з оптимальними для випробуваної моделі автомобіля. Отже, перед перевіркою майстер повинен правильно налаштувати вібростенд. Кожна вісь автомобіля перевіряється окремо та одночасно. Вимірювання зчеплення з дорогою та резонансний метод вимірювання амплітуди коливань є двома найбільш поширеними методами діагностики підвіски автомобіля на вібростенді. У методі вимірювання зчеплення з дорогою вібраційні коливання вимірювальної пластини мають певну частоту. Спочатку вимірюється динамічна вага колеса, а потім вага колеса в стані спокою. Результати порівнюються, а зчеплення з дорогою визначається у відсотках. Проте у цього методу є недоліки:

- центр колеса автомобіля повинен бути в центрі платформи;
- тиск колес має відповідати стандартам виробника автомобіля;
- на результат тесту впливають зовнішні сили, що діють на автомобіль.

Таким чином, вся підвіска повністю тестується, і стенд показує коефіцієнт зчеплення з дорогою.

Особливістю резонансного методу є те, що коливання вимірювальної пластини з частотою 16 Гц послідовно збуджуються на кожну вісь автомобіля. Збільшення частоти коливань призводить до резонансу підвіски, який визначає максимальний хід амортизаторів. Наступним кроком є припинення примусового збудження коливань, а потім проведення аналізу картини загасаючих коливань.

Комп'ютерна система перевірки зчитує дані про відхилення, які були зафіксовані під час розгойдування вібростенда, а потім порівнює це з стандартом. У результаті кожна марка автомобіля має свій стандарт, тому оператори повинні вибрати правильне налаштування вібростенда. Одним із недоліків комп'ютерного аналізу вважається те, що він недоступний для машин,

які не мають електронної системи управління.

Комп'ютерна діагностика ходової частини автомобіля – це досить складна процедура. Після прибуття транспортного засобу на платформу вібростенд починає вібрувати, щоб створити умови, максимально наближені до дорожніх. Вібрації збільшуються з частотою в діапазоні 0-25 Гц. У цьому процесі постійно вимірюється динамічна вага кожного колеса. Це робиться для отримання меншого значення, ніж стандарт. Тому дана система має і свої мінуси:

- необхідність відвідувати перевірений сервіс.
- неправильна передача
- неправильний рівень тиску в шинах

Беручи до уваги вищенаведену інформацію, процес оцінки технічного стану ходової частини органолептичними або інструментальними методами все ще залишається досить складним процесом, у якого на даний час залишається багато недоліків. Одним із них є відсутність можливості прогнозування залишкового ресурсу вузлів ходової частини для планування оптимального графіка ТО і поточних ремонтів авто. У цьому випадку використання методів математичного моделювання технічного стану ходової частини автомобіля може допомогти у вирішення даного питання.

1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

1. Провести вивчення стану питання щодо діагностики технічного стану ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ.

2. Розробити теоретичні передумови багатофакторної оцінки технічного стану окремих вузлів ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ.

3. Розробити методику моделювання технічного стану ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ.

4. Провести експериментальне підтвердження одержаних теоретичних залежностей щодо визначення технічного стану вузлів ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ.

5. Розробити алгоритм діагностування технічного стану вузлів ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Призначення, конструкція та види гальмівних систем автомобіля

Ходова частина — це сукупність частин і компонентів, які змонтовані на спільній рамі для сухопутних транспортних засобів і інших самохідних машин.

Ходова частина (рис. 2.1) призначена для забезпечення певного рівня комфорту під час їзди автомобілем без тряски та вібрацій (залежно від марки та моделі автомобіля). Деталі та механізми ходової частини з’єднують колеса з кузовом автомобіля, гасять коливання та вібрації та сприймають і передають рушійні сили, що діють на автомобіль [4].

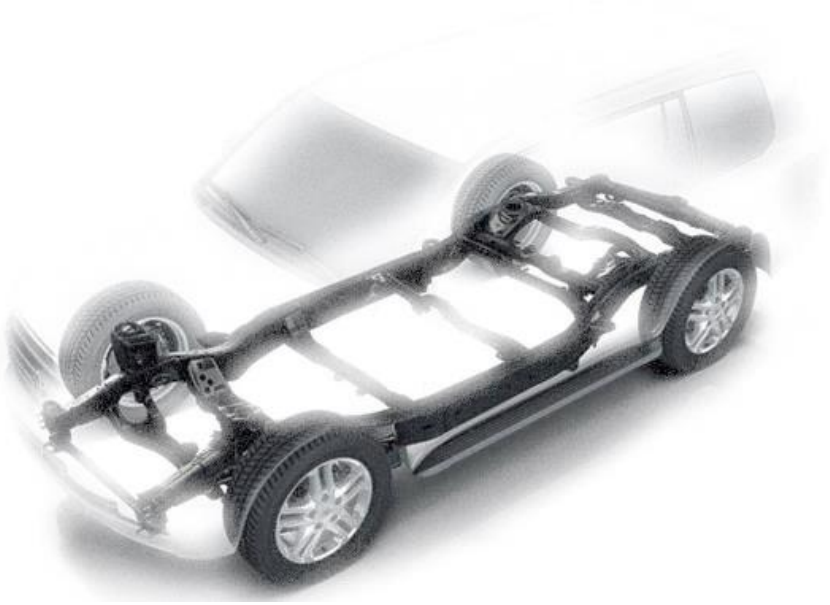

Рис. 2.1. Ходова частина легкового автомобіля

Як водій, так і пасажири автомобіля відчувають коливання, як-от повільні з великими амплітудами, так і небезпечні швидкі коливання з малими амплітудами. М’які оббивки сидінь, гумові опори двигуна, коробки передач і інші частини створені для захисту від швидких коливань. Пружні елементи підвіски, колеса (диски) і шини захищають від повільних коливань.

Підвіска (рис. 2.2) розроблена для зменшення коливань, які передаються на кузов автомобіля через нерівності на дорозі. Підвіска дозволяє автомобілю здійснювати вертикальні, поздовжні, кутові та поперечно-кутові коливання.

Кожне з цих коливань впливає на плавність ходу автомобіля.

Рис. 2.2. Підвіска легкового автомобіля

Підвіски можуть бути незалежними або залежними. Залежна підвіска (рис. 2.3) – це коли жорстка балка з’єднує колеса однієї осі автомобіля. Коли одне колесо наїжджає на нерівність, друге колесо нахиляється на той же кут.

Підвіска, яка є автономною (рис. 2.4) – це коли колеса однієї осі автомобіля не з’єднані міцно між собою. При наїзді на нерівність дороги одне з коліс може змінити своє положення, не змінюючи положення другого колеса.

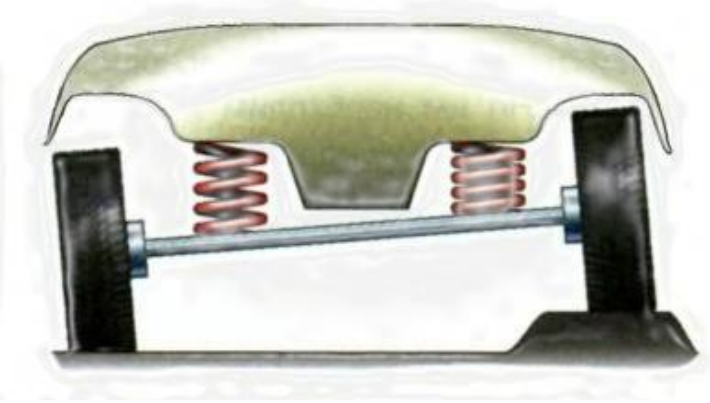

Рис. 2.3. Залежна підвіска легкового автомобіля

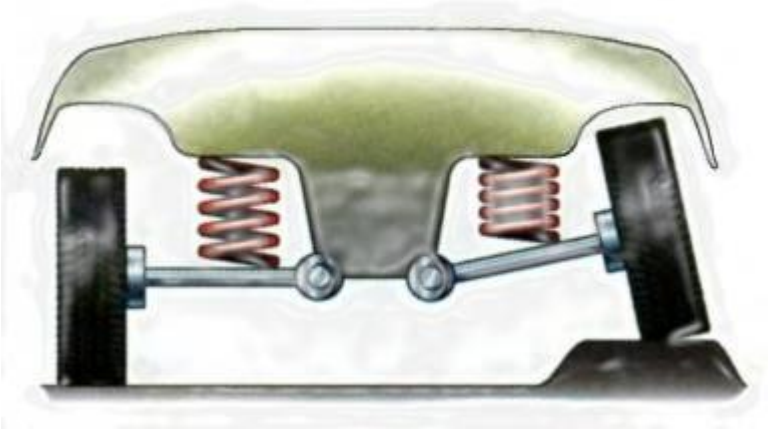

Рис. 2.4. Незалежна підвіска легкового автомобіля

Щоб автомобіль був комфортним і безпечним, між кузовом і дорогою повинні бути:

- шини;
- основні пружні елементи;
- додаткові пружні елементи;
- напрямні пристрої підвісок;
- демпферні елементи.

Автомобільні шини першими сприймають нерівності дороги та, оскільки вони мають обмежену пружність, максимально пом’якшують коливання від профілю дороги. Знос шин, який відбувається швидко та нерівномірно, вказує на те, що сила опору амортизаторів зменшилася нижче допустимої межі.

Основні пружні елементи, такі як пружини та ресори (рис. 2.5) утримують кузов автомобіля на одному рівні, що робить автомобіль міцним на дорозі.

Рис. 2.5. Пружини підвіски легкового автомобіля

Під час експлуатації пружність пружин міняється через старіння металу або постійне перевантаження. Це призводить до погіршення характеристик автомобіля, наприклад, коли дорожній простір зменшується, кути установки коліс змінюються та симетричність навантаження на колеса погіршується. Не амортизатори, а пружини утримують вагу автомобіля. Якщо просвіт дороги зменшився і автомобіль «просів» без навантаження, пора замінити пружини.

Для придушення високочастотних коливань і вібрацій, які виникають, коли металеві деталі дотикаються один до одного, використовують додаткові пружні елементи, такі як буфери стиснення або резинометалеві шарніри. Без них термін служби елементів підвіски значно скорочується. Це особливо стосується амортизаторів, де знос клапанних пружин зменшується. Зверніть увагу на стан гумових з’єднань підвіски. Підтримуючи працездатність амортизаторів, ви збільшуєте термін служби амортизаторів.

Кінематика переміщення колеса щодо кузова забезпечується системами важелів, ресорами та торсіонами. Ці пристрої мають на меті підтримувати площину обертання колеса (яка рухається вгору при стисненні підвіски та вниз при відбої) в положенні, близькому до вертикального положення, тобто на рівні дорожнього полотна. Якщо геометрія направляючого пристрою порушена, поведінка автомобіля значно погіршується, а знос шин і всіх компонентів підвіски, включаючи амортизатори, значно прискорюється.

Елемент демпфери, також відомий як амортизатор (рис. 2.6), зменшує вплив коливань кузова, викликаних нерівностями дороги та інерційними силами, на пасажирів і вантажі. Крім того, він покращує контакт колеса з дорогою, перешкоджаючи коливанням без пружинних мас, таких як мости, балки, колеса, шини, осі, маточини, важелі та колісні гальмівні механізми, щодо кузова.

Рис. 2.6. Амортизатор легкового автомобіля

Стабілізатор поперечної стійкості автомобіля (рис. 2.7) розроблений для підвищення керованості автомобіля та зменшення крену під час поворотів [5]. На повороті кузов автомобіля притискається до землі одним боком, а інший відривається від землі. Стабілізатор притискає іншу сторону автомобіля, притулившись до землі одним кінцем. Крім того, коли колесо наїздить на перешкоду, стрижень стабілізатора закручується, щоб швидше повернути колесо назад.

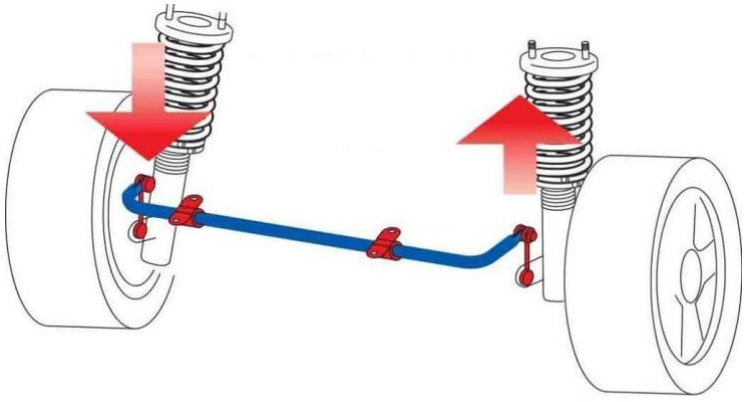

Рис. 2.7. Стабілізатор поперечної стійкості легкового автомобіля

При жорсткому кріпленні удар об нерівність передається кузову повністю, шина лише трохи пом’якшується. Коливання кузова мають велику амплітуду та значне вертикальне прискорення. При введенні в підвіску пружного елемента (пружини або ресори) поштовх на кузов значно пом’якшується. Однак з часом

коливальний процес затягується через інерцію кузова, що робить управління важким і рух небезпечним. Автомобіль з такою підвіскою розгойдується в різних напрямках і має високу ймовірність «пробою» при резонансі — коли стиснення підвіски збігається з поштовхом від дороги протягом тривалого коливання.

Сучасні підвіски використовують амортизатор разом із пружним елементом, щоб запобігти вищезазначеним ефектам. Він поглинає значну частину енергії коливань, щоб регулювати пружність пружини. Пружина стискається, коли проходить нерівність. Коли вона почне розширюватися після стиснення, амортизатор поглине більшу частину енергії, яку генерує коливання. При цьому час, необхідний для повернення пружини в її початкове положення, скоротиться до 0,5-1,5 циклів.

Надійність контакту колеса з дорогою забезпечується не лише шинами, але й основними пружними та демпфірувальними елементами підвіски (пружина та амортизатор), а також додатковим пружним компонентом підвіски. Крім того, всі ці компоненти повинні бути добре узгоджені один з одним і з кінематикою направляючих елементів.

В даний час захист підвіски від повільних коливань не забезпечує повну гарантію того, що будь-який компонент підвіски не вийде з ладу під час руху транспортного засобу. Інженери автопромисловості стараються покращити існуючі варіанти підвіски з кожною новою моделлю автомобіля, оскільки це загрожує життю пасажирів.

2.2 Основні завдання діагностики ходової частини легкових автомобілів

Технічна діагностика вивчає діагностичні моделі, алгоритми прийняття рішень і методи отримання та оцінки діагностичної інформації. Мета технічної діагностики полягає в збільшенні надійності та ефективності технічних систем.

Завдання діагностування, як правило, складається з двох частин: визначення класу станів, якому належить сукупний діагностичний образ, і прийняття рішення про приналежність до одного з класів станів випробуваного діагностичного образу. При цьому слід враховувати, що збільшення кількості

залежних діагностичних ознак не сприяє більш повному опису об’єкта діагностування та надійному розпізнаванню.

Наступні основні завдання в діагностиці стану машинного обладнання визначаються діагностикою як наукою, яка вивчає стан технічної системи:

- визначити технічний стан вузлів автомобіля в минулому (походження), сьогоденні (діагноз) і майбутньому (прогноз);
- виявлення та визначення джерела несправності;
- контроль технічного стану, тобто ідентифікація його типу. Типи технічного стану включають справність і несправність, працездатність і непрацездатність тощо.

Для організації технічного обслуговування обладнання за фактичним технічним станом, а не за ресурсом, необхідно вирішити ці проблеми. Крім того, це дозволяє безпечно працювати агрегатам в усіх галузях економіки.

Функціональна схема алгоритму діагностування може бути представлена наступним чином (рис. 2.8) [5]. Схема діагностування технічного об’єкта, як і будь-який алгоритм або схема розпізнавання образів, складається з власного об’єкта діагностування, набору технічних станів, що підлягають розпізнаванню, набору діагностичних ознак, вирішальних правил і правил прийняття рішення.

Рис. 2.8. Функціональна схема системи технічної діагностики стану вузлів легкових автомобілів

Утворення діагностичних ознак технічного стану об’єкта та окремих його компонентів дозволяє визначити такі характеристики вимірюваних сигналів, які мають необхідні виборчі характеристики для певного класу дефектів, які повинні бути визначені.

Еталони (середні значення діагностичних ознак для кожного класу технічних станів) створюються на основі навчання діагностичної системи для кожного класу технічних станів.

Діагностична модель об’єкта допомагає створити систему діагностичних ознак і еталонів. Іноді це полегшує процес пошуку інформативних компонентів у досліджуваному сигналі.

Для розпізнавання параметрів діагностичного сигналу використовуються класифікаційні функції.

Визначення реального стану (постановки діагнозу) об’єкта діагностування та його компонентів відповідно до поточних діагностичних ознак є функцією прийняття рішень. Для реалізації алгоритмів попередження (прогнозу) потенційних відмов необхідні характеристики зміни останнього у часі.

Управління об’єктом відповідно до прийнятого рішення про його реальний стан включає включення резервів, щадний режим, аварійне відключення та інші функції.

При проведенні діагностики правила, за допомогою яких приймається рішення про діагноз об’єкта дослідження, є важливими. У методах статистичних рішень умови оптимальності, такі як мінімальний ризик, використовуються для вибору вирішального правила.

Нехай проводиться оцінка стану об’єкту дослідження (параметр *x*). Завдання полягає в тому, щоб визначити значення x_0 параметра *x* таким чином, що при $x > x_0$ можна було приймати рішення про те, що діагностуюча модель не працює належним чином, а при $x < x_0$ дозволити продовжувати роботу. Система має одномірний простір ознак, оскільки стан системи визначається одним параметром. Наступним кроком є поділ системи на два типи (дихотомія або диференціальна діагностика).

Коли D_1 – відсутність дефекту, а D_2 – наявність його, правило рішення буде наступним:

при $x < x_0,\ x \in D_1$, а при $x > x_0,\ x \in D_2$ (2.1)

Час від часу система робить помилкові рішення. Коли приймається рішення про наявність дефекту, але в дійсності система в справному стані, це називається хибною тривогою. Пропуск цілі – це рішення про справність об'єкту дослідження, коли він містить дефект (замість D_1 приймається D_2).

З урахуванням вищезазначених даних (рис. 2.8) в рамках даної роботи було розроблено алгоритм діагностики ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ з використанням методів математичного планування.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Методи та засоби діагностування технічного стану вузлів ходової частини

Технічне діагностування, також відоме як контроль технічного стану, — це процес оцінки технічного стану об’єкта з певною точністю.

Завдання технічного тестування включають:

- визначити критерії і характеристики діагностики;
- гарантувати, що об’єкт готовий до технічного діагностування;
- створити інструментарій для діагностики об’єкту.

Виріб повинен бути адаптований до технічного діагностування відповідно до певних вимог. Технічне завдання на конкретні види продукції, а також документація, що розробляється в процесі дослідно-конструкторських робіт, повинні включати показники та характеристики діагностування, вимоги щодо пристосованості виробу до діагностування та діагностичне забезпечення.

Об’єкт діагностики може бути технічним пристроєм або частиною його. Кінематична пара є найпростішим об’єктом діагностики. Агрегат будь-якої складності може бути використаний як об’єкт діагностики.

Об’єкт діагностики може бути розглянутий з двох сторін:

- з точки зору структури;
- з точки зору способу експлуатації.

Кожен аспект має свою систему понять, яка описує його. Зрозумілі функції об’єкта визначають його структуру. При структурному підході розглядаються розміри та форма деталей, зазори в кінематичних парах, властивості елементів об’єкта, необхідні для нормальної роботи, та інші фактори. У діагностиці стан об’єкта є основним поняттям [4].

Усі параметри *x1, x2,..., xn* можуть описати властивості структури об’єкта в певний момент часу. Величини змінних визначаються як параметри *xi*. Вони залежать від багатьох технологічних факторів, які використовуються під час створення вузла, а також від ступеня руйнування та зносу компонентів протягом періоду його експлуатації.

Вводиться поняття ідеального об’єкта, щоб задати початок відліку параметра *xi*. Ідеальним об’єктом мається на увазі уявна система, яка має структуру, яка повністю відповідає проекту. В ідеальному середовищі немає жодних недоліків. Всі реальні об’єкти в тій чи іншій мірі відрізняються від ідеальних. Позначимо x_i^0 значення параметра стану ідеального об’єкта:

$$x_i = x_i - x_i^0 \tag{3.1}$$

Тоді ця різниця буде показувати, наскільки *i*-й діагностований параметр відрізняється від номіналу, або ідеального прототипу.

Очевидно, що різні набори параметрів можуть бути використані для опису властивостей структури об’єкта. Таким чином, можливі залежності виду між певними параметрами структури об’єкта:

$$x_i = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \tag{3.2}$$

Таким чином, структурні параметри визначають технічний стан машин і механізмів, і коли ці параметри змінюються, це змінює загальний технічний стан. Параметри деталей, включаючи розміри, зазори, перекоси, порушення геометрії, витратні характеристики тощо, є структурними параметрами. Таким чином, технічний стан об’єкта визначається сукупністю технічних параметрів, які описують потенційне відхилення функціонування об’єкта від нормального, що призводить до відмови.

На сукупність параметрів структури x зазвичай накладається умова мінімальності. Якщо жодна з величин у сукупності параметрів не може бути функціонально вираженою через значення інших параметрів у сукупності, то сукупність параметрів буде мінімальною.

Сукупність параметрів, які описують структуру механізму, повинна, крім мінімальності, відповідати умові повноти. Сукупність параметрів x повна, якщо знання величин параметрів дозволяє приймати чіткі рішення про те, чи потрібно проводити ремонт або обслуговування механізму. Повну мінімальну сукупність параметрів структури, яка описує відхилення структури об’єкта від структури ідеального прототипу, називають станом об’єкта.

Функціональний підхід розглядає об’єкт як єдину систему, яка генерує різноманітні процеси. Будь-який працюючий об’єкт виконує безліч фізичних процесів, наприклад, виробляє механічну енергію, генерує тепло та акустичні

коливання тощо. Всі ці процеси можна кількісно описати за допомогою сукупності параметрів. Величина цих параметрів залежить від стану та режиму роботи об’єкта. Якщо режим роботи об’єкта під час діагностики строго регулюється, то зміна форми, розмірів і т.д. має бути результатом зміни загального стану об’єкта. Таким чином, параметри вихідних процесів об’єкта вважаються функціями стану:

$$x_i > x_2, \dots, x_n \tag{3.3}$$

Оскільки будь-яка функція від функції стану також є функцією стану, для кожного виду об’єктів можна знайти нескінченне число функцій стану. На основі критеріїв ефективності об’єкта група функцій стану складається з числових характеристик здатності об’єкта виконувати певну роботу, тобто показники, які описують роботу об’єкта. Такі показники, як продуктивність, ККД тощо, є найпоширенішими.

Параметри діагностичного сигналу, відповідні роботі об’єкта та доступні для безпосереднього вимірювання належать до іншої категорії функцій стану. Самі по собі процеси, що утворюють діагностичний сигнал, зазвичай не вивчаються в машинознавстві, за винятком діагностики, оскільки вони не мають великого значення для роботи об’єкта. Їхнє значення в діагностиці велике, оскільки вони дають інформацію про стан об’єкта.

У процесі пошуку несправностей компонент об’єкта поділяється на класи нерозрізнених несправностей. Число класів, тобто кількість несправностей, які входять до цього класу, показує деталі, які досягаються під час пошуку несправностей. Цей рівень деталізації в технічній діагностиці називається глибиною пошуку або глибиною діагностування.

Діагностичні ознаки стану — це характеристики діагностичного сигналу, які містять інформацію про параметри технічного стану об’єкта.

Коли справа доходить до сукупності структурних параметрів і діагностичних ознак, масштаби цих груп в основному обмежені, що сприяє розвитку технічної діагностики.

Знайти такі діагностичні ознаки, які чітко пов’язані з відповідними структурними параметрами, які визначають основні причини погіршення технічного стану об’єкта, є практичним вирішенням прикладних задач

діагностики. Ці діагностичні ознаки повинні відповідати взаємно статистично незалежним між собою класам несправностей і дефектів об’єкта. Крім того, вони повинні бути практично взаємно статистично незалежними. Усі дефекти та діагностичні ознаки взаємопов’язані як об’єктивна властивість природи, тому слово «практично» вказує на це.

Функції часу можна визначити як процеси, які супроводжують роботу об’єкта та перенесення даних. Температура охолоджуючої рідини, витрата енергії, рівень шуму та багато інших процесів можуть бути такими функціями часу.

Таким чином можна побудувати діагноз. Використовуючи датчики з високою інерцією або інтегруючи сигнал датчика в спеціальний пристрій, можна описати процес середнім значенням зміни параметра. Якщо середнє значення дорівнює нулю, то дисперсія процесу є показником його протікання. У деяких ситуаціях процес можна описати максимальним значенням зміни параметра; це може бути процесом циліндра двигуна або максимальним індикаторним тиском.

Оскільки стан об’єкта зазвичай описується цілою сукупністю параметрів, зазначеної вище обробкою сигналів потрібно використовувати велику кількість процесів, щоб діагностувати об’єкт однозначно. З іншого боку, діагностування також може бути побудоване на іншій основі. Узагальнений діагностичний параметр використовується для збору всієї діагностичної інформації, а не для реєстрації та усереднення великої кількості процесів. Оскільки вони мають справу з постійними значеннями сигналу, системи діагностики, побудовані на першому принципі, називають статичними. Системи, які базуються на другому принципі, називають динамічними, оскільки вони функціонують за допомогою одного узагальненого критерію, який може враховувати різноманітні за своєю природою діагностичні параметри. Динамічна система діагностики має перевагу порівняно зі статичною через те, що вона використовує лише один процес замість багатьох різних фізичних процесів.

Концепція побудови та оцінки регресійної моделі на основі математичного планування та обробки результатів активного експерименту була розроблена з метою прискорення постановки діагнозу про технічний стан вузлів автомобіля в

роботі [3]. Відповідно до цієї ідеї розроблено математичну модель для оцінки стану вузлів агрегату за допомогою ходової частини автомобіля.

3.2 Планування повного факторного експерименту

Задача моделювання узагальненого показника технічного стану вузлів ходової частини легкового автомобіля є багатофакторною та нелінійною, що вимагає використання різних методів. Використання математичних методів теорії планування експерименту є одним із способів вирішення цієї задачі. Завдяки використанню методів планування експерименту можна знайти помилки в математичній моделі та визначити, наскільки вона ефективна. План повного факторного експерименту (ПФЕ) у форматі 2^n є найпростішим планом першого порядку [6]. Застосування методів планування експерименту дозволяє моделювати математичну модель і проводити додаткові дослідження з мінімальними втратами, якщо точність моделі виявляється недостатньою.

Простість і адекватність є ключовими елементами при створенні математичної моделі. Алгебраїчні поліноми вважаються одними з найбільш простих математичних моделей. Щоб зробити аналіз результатів дослідження легшим, ці поліноми є лінійними щодо їхніх параметрів. Таким чином, алгебраїчні поліноми були використані в якості основи цієї роботи.

У процесі вибору плану дослідження найважливішими факторами є критерії оптимальності та обсяг дослідження. У цьому випадку оптимальний план повинен бути дворівневим (з акцентом на лінійну модель), з ортогональністю та можливістю ротації [7]. Ортогональність дозволяє прямувати вздовж градієнта відповідно до коефіцієнтів моделі та оцінювати вплив кожного з цих факторів окремо. Можливість ротації гарантує однаковість дисперсій прогнозів при переміщенні від центральної точки дослідження в будь-який напрямок. Таким чином, повний факторний дворівневий експеримент (ПФЕ 2^n), який складається з $N = 2^k$ дослідів, де N – кількість дослідів, k – кількість факторів, 2 – кількість рівнів, використовується для встановлення математичної залежності між технічним станом ходової частини автомобіля та факторами, що впливають на нього.

На рисунку 3.3 показано геометричне відображення ПФЕ 2^n (якщо $n = 2$) із зазначенням номерів точок плану в факторному просторі, де +1 означає найвище значення факторів, -1 – значення факторів найнижче, а 0 означає нейтральне значення факторів.

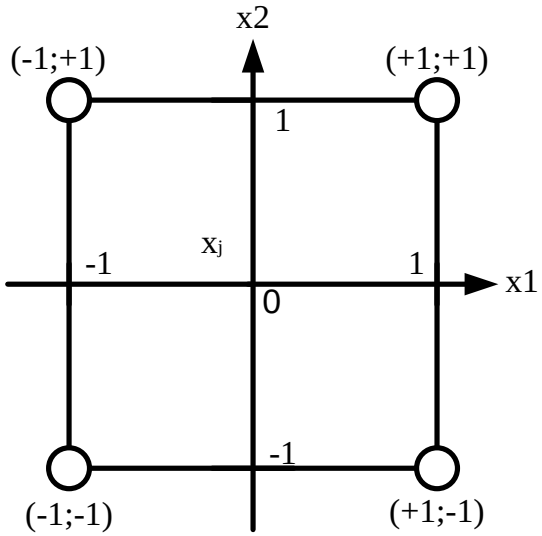

Рисунок 3.3 – Геометричне відображення плану 2^2

Наступним кроком є вибір елементів, необхідних для оцінки технічного стану вузла. Усі фактори повинні бути керованими, операційними, однозначними, сумісними, незалежними та мають високу точність вимірювання [8].

1. Керованість означає, що обране значення фактора (рівень) може залишатися постійним протягом експерименту.

2. Послідовність операцій, за допомогою яких визначаються його конкретні значення (рівні), відома як операційність фактора. Вибір розмірності фактора та точність його фіксування пов’язані з операційним визначенням фактора.

3. Однозначність фактора визначається як його безпосередній вплив на відгук. З іншого боку, фактор має бути результатом інших факторів.

4. Враховуючи сумісність факторів, всі їх комбінації можливі та безпечні.

5. Немає кореляційного зв’язку між факторами, якщо фактори незалежні один від одного.

Планування експерименту зазвичай передбачає зміну багатьох факторів одночасно. Таким чином, формулювання вимог до комплексу факторів має вирішальне значення. Перш за все є необхідність сумісності. Враховуючи сумісність факторів, всі їх комбінації можливі та безпечні. Незалежно від факторів важлива при плануванні експерименту; це означає, що фактор може бути встановлений на будь-якому рівні, незважаючи на рівні інших факторів.

Масштаби по осях вибираються таким чином, щоб верхній рівень відповідав +1, нижній рівень відповідав -1, а основний рівень відповідав нулю, щоб спростити запис умов експерименту та обробку даних. Формула використовується для переходу від дійсних значень факторів до кодованих безрозмірних величин:

$$x_j = \frac{\tilde{x}_j - \tilde{x}_{j0}}{I_j}, \tag{3.4}$$

де x_j – кодоване значення фактора, $\tilde{x}_j$ – натуральне значення фактора, $\tilde{x}_{j0}$ – натуральне значення основного рівня, I_j – інтервал варіювання, j – номер фактора. Для якісних факторів, що мають два рівні, один рівень позначається +1, а інший – 1, порядок рівнів не має значення.

Запис кодованих значень факторів і відповідних функцій відгуку для кожного дослідження є наступним кроком у створенні матриці планування експерименту [9]. Матриця планування експерименту повинна відповідати наступним критеріям:

1) Симетричність відносно центру експерименту

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ji} = 0, \tag{3.5}$$

де j - номер фактора, N— число дослідів, j = 1, 2, ... k.

2) Умова нормування

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ji}^2 = N. \tag{3.6}$$

Це наслідок того, що значення факторів у матриці задаються +1 і -1.

3) Ортогональність матриці планування

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ij} \cdot x_{ui} = 0, \;\; j \neq u, \;\; j,u = 0,1,2,\ldots,k. \tag{3.7}$$

4) Ротаційність – точки матриці планування підбираються таким чином, щоб точність передбачення значень параметра оптимізації була однакова на рівних відстанях від центру експерименту і не залежала від напрямку.

Останній стовпець матриці повного факторного експерименту містить результати дослідження. Дослідження такого експерименту включають в себе всі можливі поєднання рівнів n факторів, що впливають на відгук. В цьому випадку величина *Y* виконує функцію відгуку, яка приймає значення *y1, y2* і *y3* і визначає технічний стан загального стану ходової частини автомобіля. Після цього результати експерименту обробляють [10]:

1) Розрахунок оцінки дисперсії відтворюваності.

$$s^2_{\{y\}} = \frac{\sum_1^N (y_i - \bar{y})^2}{N-1}, \tag{3.8}$$

де $\bar{y}$ - математичне очікування функції відгуку, $N-1$ - число рівнів свободи.

2) Визначення коефіцієнтів регресії.

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N y_i \cdot x_{ji}}{N}, \; b_0 = \bar{y}. \tag{3.9}$$

3) Перевірка значущості коефіцієнтів регресії.

$$s^2_{\{b_j\}} = \frac{s^2_{\{y\}}}{N}, \; \Delta b_j = \pm t \cdot s_{\{b_j\}}, \tag{3.10}$$

де t - табличне значення критерію Стьюдента при кількості рівнів свободи, з якими визначалася $s^2_{\{y\}}$ і вибраному рівні значимості (для нашого випадку 0,05).

Якщо абсолютна величина коефіцієнта більша або дорівнює Δb_j, то коефіцієнт є значущим [11]. У цьому рівнянні не враховуються доданки з незначними коефіцієнтами. Одна з цих ситуацій може бути причиною незначного лінійного коефіцієнта будь-якого фактора:

• цей фактор не впливає на технічний стан вузла;

•обраний інтервал варіювання занадто малий, тому зміна відгуку пропорційна зміні фактора до випадкових відхилень, викликаних впливом неврахованих факторів;

• оскільки значення фактора в центрі експерименту є ідеальним, значення відгуку скоротиться приблизно на ту саму величину, якщо його збільшити або зменшити на Δj.

4) Перевірка адекватності моделі.

$$F = \frac{s^2_{\text{ад}}}{s^2_{\{y\}}}, \tag{3.11}$$

де F - критерій Фішера. При цьому $F_{розрах} < F_{табл}$;

f - число рівнів свободи, $f = N - (k+1)$;

$s^2_{\text{ад}}$ - дисперсія адекватності:

$$s^2_{\text{ад}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} (y_i - \hat{y}_i)^2}{f}, \tag{3.12}$$

де $\hat{y}_i$ - значення функції відгуку, розраховане за рівнянням регресії; y_i - значення функції відгуку, отримане в результаті експерименту.

Після завершення повного факторного експерименту результати представляються поліноміальним рівнянням регресії. Зрештою, експеримент завершується аналізом даних і прийняттям рішень на основі моделі [12]. Визначається ступінь впливу кожного компонента на параметр оптимізації. Силу впливу факторів показують коефіцієнти лінійних членів цього рівняння. Збільшення кількості коефіцієнтів означає, що аналізований фактор впливає на загальний показник технічного стану ходової частини автомобіля більший. Значення загального показника технічного стану збільшується, коли коефіцієнт додатній, а коли воно зменшується, коли коефіцієнт додатній. Ефекти взаємодії факторів визначаються коефіцієнтами при добутку змінних хij. Наприклад, якщо коефіцієнт добутку двох кодованих факторів є позитивним, то для збільшення узагальненого показника технічного стану необхідно зробити або зменшити ці фактори одночасно, а для зменшення фактори повинні змінюватися в різних напрямках. Якщо цей коефіцієнт є негативним, фактори повинні змінюватися в різних напрямках, щоб підвищити загальний показник, а щоб його зменшити, фактори повинні змінюватися одночасно. Аналогічно розглядаються значення впливів взаємодії вищих порядків.

Отримання регресійного рівняння на основі натуральних значень факторів є важливим для деяких завдань. Формула (1) може бути використана для отримання рівняння натуральних величин. Хоча це обмежує можливість чітко інтерпретувати вплив окремих факторів, модель, яка була отримана, корисна для прогнозування змін у критерії оптимальності.

Якщо проста лінійна модель не достатня, для підвищення адекватності можна використовувати інші методи, наприклад зміну меж варіації факторів, зміщення центру плану або створення плану експерименту. Останній метод використовує ортогональні центральні композиційні плани експерименту [6].

Ортогональний центрально-композиційний план (ОЦКП) складається з наступних елементів:

1. Ядро – існуючий план ПФЕ 2^n (N_0).

2. Центральна точка плану (n_0) (для цього плану n_0 =1).

3. По дві "зіркові" точки для кожного фактора.

Плече зіркових точок (α) визначається за наступною формулою [109].

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2}(\sqrt{N \cdot N_0} - N_0)}, \tag{3.13}$$

При цьому три значення фактора *xi* і три відповідних значення *y* знаходяться в кожній площині, що містить вісь *y* і координатну вісь і-го фактора, яка проходить через центр плану. Загальна кількість точок ОЦКП становить [6]:

$$N = 2^n + 2n + n_0. \tag{3.14}$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розробка математичної моделі узагальненого показника технічного стану ходової частини автомобілів сімейства ВАЗ на основі повного факторного експерименту

У ходовій частині автомобіля проведено повний факторний експеримент, щоб створити математичну модель узагальненого діагностичного показника. Узагальнений діагностичний показник *D(t)* використовувався як функція відгуку [11]. Для отримання *D* визначено основні діагностичні показники та межі їх змін [13] (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. Межі зміни діагностичних показників

Параметр	Сумарний кутовий зазор, град	Максимальне зусилля, Н	Стан рульових тяг	Тиск повітря в шинах, bar	Висота рисунку протектора, мм	Стан шин
Основний рівень	5	7	0	2,2	1,6	0
Інт. варіації	4	5	1	0,5	0,5	1
Верхня межа	9	12	1	2,7	2,1	1
Нижня межа	1	2	-1	1,7	1,1	-1

На основі критеріїв оптимальності та кількості факторів було обрано план повного факторного експерименту першого порядку типу 2^6, і було створено матрицю планування повного факторного експерименту, яка складається з 64-х дослідів (табл. 4.2). У матриці планування є значення факторів для кожного можливого поєднання. У матриці експерименту стовпці 2–7 відповідають значенням факторів, стовпець 8 містить значення відгуку системи, а стовпець 1 містить одиниці, які відповідають одиничним коефіцієнтам вільного члена моделі.

Таблиця 4.2. Фрагмент матриці планування повного факторного експерименту

Номер досліду	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	*D*
1	1	0,664	0,704	0,800	0,765	0,404	0,800	0,672
2	1	0,664	0,421	0,800	0,765	0,404	0,800	0,617
3	1	0,413	0,704	0,800	0,765	0,404	0,800	0,621
4	1	0,413	0,421	0,800	0,765	0,404	0,800	0,570

Наступним кроком було нормування факторів відповідно до формулювання (3.4), щоб спростити рішення системи. Крім того, стовпці взаємодії факторів між собою доповнюють матрицю планування повного факторного експерименту (стовпці 7–32) (табл. 4.3).

Таблиця 4.3. Фрагмент кодованої матриці планування повного факторного експерименту

Номер	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x1x2	x1x3	x1x4	x1x5	x1x6	x2x3	x2x4	x2x5	x2x6	x3x4	x3x5	x3x6	x4x5	x4x6	x1x2x3	x1x2x4	x1x2x5	x1x2x6	x1x3x4	x1x3x5	x1x3x6	x1x4x5	x1x4x6	*D*
1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	0,672
2	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	0,617
3	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	0,621
4	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	0,570

Утворена матриця відповідає вимогам (3.5) і (3.7). Загальне рівняння можна використовувати для представлення моделі узагальненого діагностичного

показника ходової частини автомобіля, отриманого в результаті повного факторного експерименту:

$$D = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4 + b_5 \cdot x_5 + b_6 \cdot x_6 + b_7 \cdot x_1 \cdot x_2 + b_8 \cdot x_1 \cdot x_3 + b_9 \cdot x_1 \cdot x_4 + b_{10} \cdot x_1 \cdot x_5 + \\ + b_{11} \cdot x_1 \cdot x_6 + \ldots + b_{19} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + \\ + b_{20} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 + b_{21} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 + b_{21} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_6 + b_{22} \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + b_{23} \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_5 + b_{24} \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_6 + \\ + b_{25} \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + \ldots + b_{35} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + b_{36} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_5 + \\ + b_{37} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_6 + \ldots + b_{44} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 + b_{45} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_6 + b_{46} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6. \quad (4.1)$$

Визначте коефіцієнти регресії відповідно до виразу (3.9). Коефіцієнти регресії, величина яких дорівнює довірчому інтервалу або більше, вважаються статистично значимими і включені до кінцевого рівняння. Таким чином, отримано таке рівняння регресії:

$$D = 0{,}5479695727 - 0{,}02167159784 \cdot x_1 - 0{,}02346365261 \cdot x_2 + 0{,}03516362354 \cdot x_3 \\ + 0{,}02098879655 \cdot x_4 + 0{,}02042406921 \cdot x_5 + 0{,}03516362354 \cdot x_6 \quad (4.2)$$

Модель перевірено на адекватність за критерієм Фішера за виразом (3.11). Розрахункове значення критерію Фішера $F_{розрах} = 2{,}009633495$, табличне $F_{табл} = 1{,}8874$ [4]. У результаті невиконання умови $F_{розрах} < F_{табл}$ модель (4.2) не може бути визнана адекватною.

Згідно з результатами, вирішено перебудувати план повного факторного експерименту до ортогонального центрально-композиційного плану другого порядку, не втрачаючи інформації про попередні досліди (табл. 4.4).

Таблиця 4.4. Фрагмент кодованої матриці планування ортогонального центрально-композиційного плану другого порядку

x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	$x1^2$-α	$x2^2$-α	$x3^2$-α	$x4^2$-α	$x5^2$-α	$x6^2$-α	x1x2	x1x3	x1x4	x1x5	x1x6	x2x3	x2x4	x2x5	x2x6	x3x4	x3x5	x3x6	x4x5	x4x6	x1x2x3	x1x2x4	x1x2x5	x1x2x6	x1x3x4	x1x3x5	x1x3x6	x1x4x5	x1x4x6	x1x2x3x4x	*D*
1	1	1	1	1	-1	1	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	0,655

| | | |

Як слідує з аналізу рис. 4.1 значення узагальненого показника технічного стану за рівнянням регресії та результатами експерименту майже не відрізняються ($s^2_{ad} = 0.002978$), що свідчить про адекватність результатів.

Для визначення того, як різні діагностичні параметри впливають на загальний діагностичний показник ходової частини автомобіля, додатково побудовані поверхні відгуку моделі, при цьому чотири фактори фіксуються на одному рівні, а два фактори змінюються. Рис. 4.2 демонструє приклад поверхні відгуку моделі при фіксації факторів «стан рульових тяг», «тиск повітря в шинах», «висота рисунку протектора», «стан шин» і зміни факторів «сумарний кутовий зазор» і «максимальне зусилля».

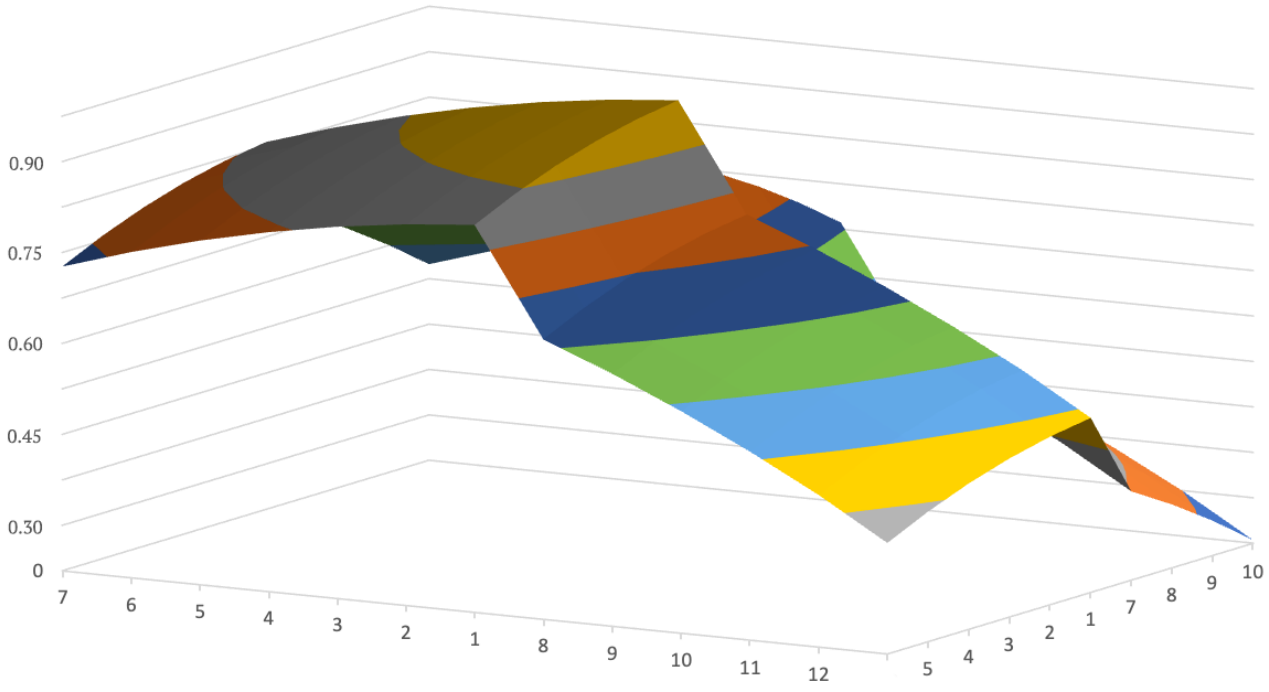

Рисунок 4.2. Поверхня відгуку моделі узагальненого діагностичного показника ходової частини автомобіля

Вплив діагностичних елементів на зміну технічного стану ходової частини автомобіля визначається шляхом аналізу рівняння регресії (4.3) та поверхонь відгуку моделі. Узагальнений діагностичний показник буде збільшуватися, якщо фактори, такі як «стан рульових тяг», «тиск повітря в шинах», «висота рисунку протектора», «стан шин» і «сумарний кутовий зазор», мають додатні коефіцієнти регресії, а фактори, такі як «максимальне зусилля», мають від'ємні коефіцієнти регресії. Щойно значення вищезазначених показників зміняться, стан ходової

частини автомобіля буде наближатися до передаварійного стану. Це означає, що потрібно провести ремонт і технічне обслуговування вузла.

Також було використано зворотне перетворення за виразом (3.4) для переходу від нормованих до ненормованих факторів. Це дозволило створити поліноміальну модель узагальненого діагностичного показника ходової частини автомобіля, яка може бути використана у задачах прогнозування. Перетворивши це, ми отримаємо наступний вираз:

$$D = 0{,}2847 - 0{,}0251 \cdot x_1 - 0{,}0314 \cdot x_2 + 0{,}0478 \cdot x_3 + 0{,}0231 \cdot x_4 + 0{,}0276 \cdot x_5 + \\ + 0{,}0341 \cdot x_6 - 0{,}0211 \cdot x_1^2 - 0{,}0203 \cdot x_2^2 + 0{,}0238 \cdot x_5^2. \quad (4.4)$$

Поліноміальні моделі узагальненого діагностичного показника, які містять нормовані та ненормовані фактори, можна використовувати для оцінки та прогнозування технічного стану ходової частини автомобіля. Можна також використовувати дані моделі, щоб побудувати автоматизовану систему оцінки та прогнозування технічного стану вузлів автомобіля.

4.2 Алгоритм моніторингу фактичного технічного стану ходової частини легкових автомобілів

Неможливо створити ефективну систему технічного обслуговування та діагностування ходової частини без автоматизованих засобів діагностування та обробки зростаючого потоку даних. Це система повинна відповідати наступним вимогам: бути сумісною з різними типами технічних засобів отримання діагностичної інформації; мати досить високу швидкість обробки діагностичних даних і постановки діагнозу; працювати з існуючими системами ABS; мати високі показники безвідмовності; і бути достатньо простою в експлуатації.

Для задоволення вищезазначених вимог була розроблена автоматизована система моніторингу реального технічного стану ходової частини легкових автомобілів.

4.2.1. Алгоритм оперативного моніторингу технічного стану ходової частини

Використовуючи методику оцінки фактичного технічного стану вузлів ходової частини можна вирішити задачу їх оперативної оцінки. На рис. 4.3 показано алгоритм вирішення цієї задачі.

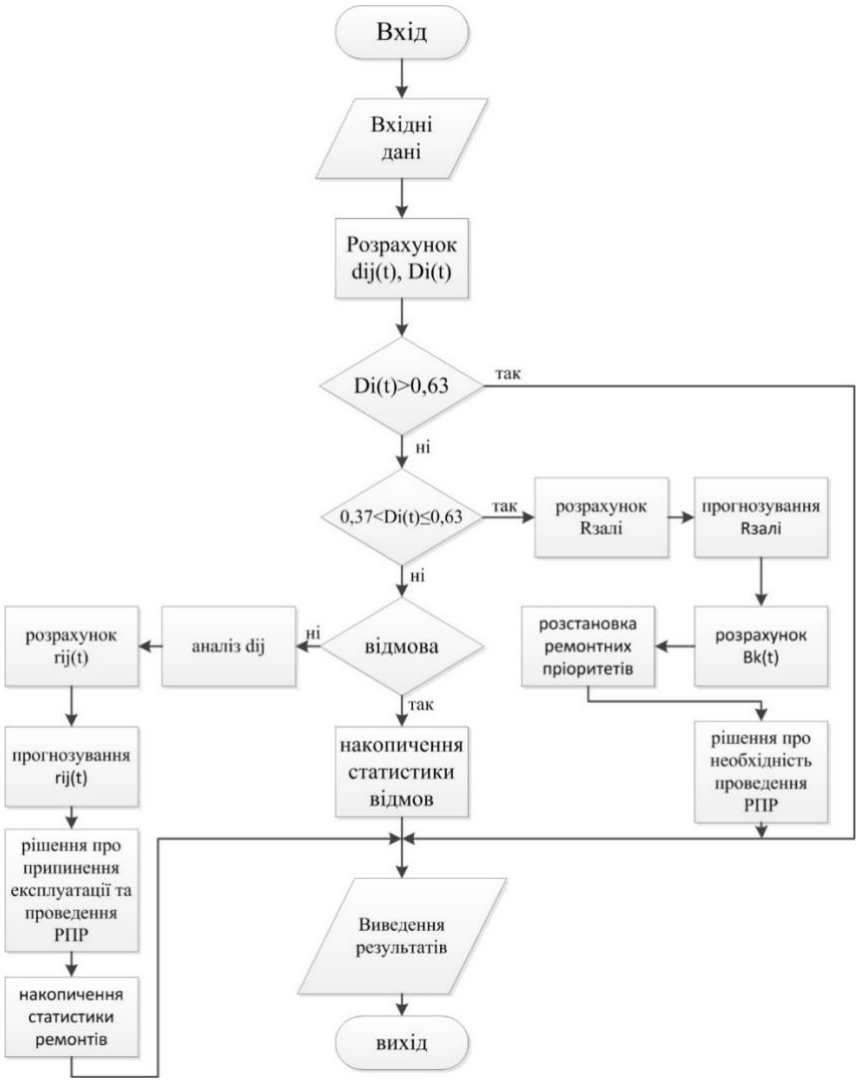

Рисунок 4.3. Алгоритм оперативного моніторингу технічного стану вузлів ходової частини

Алгоритм працює таким чином:

- введення початкових даних, включаючи нормативний ресурс, робоче, поточне та граничне значення діагностичного параметру;
- розрахунок як узагальнених, так і часткових показників технічного стану;
- взаємозв’язок розрахованих величин з пороговими рівнями:

- виконання умови $D_i(t) > 0,63$ вказує на те, що вузли ходової частини працюють нормально;
- виконання умови $0,37 < D_i(t) \le 0,63$ свідчить про передаварійний стан вузлів ходової частини; розраховується та прогнозується фактичний залишковий ресурс, виробіток узагальненого залишкового ресурсу та виноситься рішення про проведення ТО;
- виконання умови $D_i(t) \le 0,37$ вказує на аварійний стан вузлів ходової частини; аналізуються часткові показники технічного стану; розраховується та прогнозується частковий залишковий ресурс; приймається рішення про вихід агрегату з експлуатації та проведення поточного ремонту.

Алгоритм, який використовується для моніторингу та прогнозування поточного технічного стану, дозволяє попереджувати потенційні відмови та аварійні ситуації на діагностованих автомобілях. Це підвищує надійність і безвідмовність роботи вузлів ходової частини.

4.2.2. Структура автоматизованої системи моніторингу фактичного технічного стану вузлів ходової частини

Алгоритм дозволяє створити автоматизовану систему, яка може відстежувати реальний технічний стан вузлів ходової частини. Основною метою цієї системи є ведення бази даних парку транспортних засобів і відстеження реального технічного стану вузлів ходової частини. На рис. 4.4 показана структура даної системи.

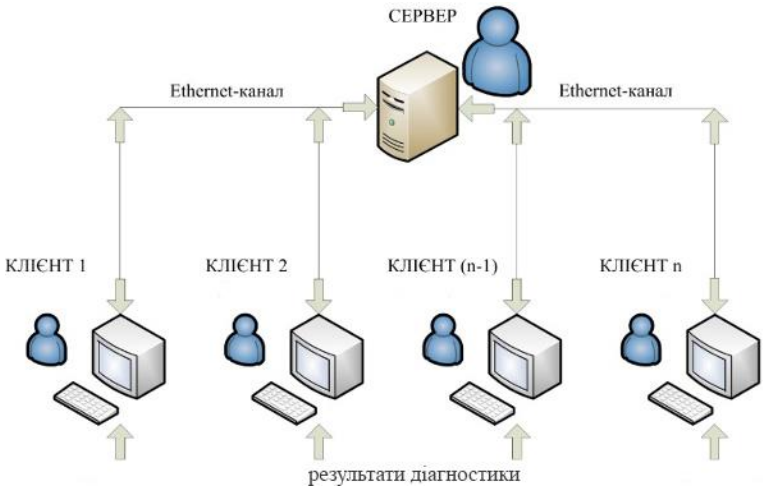

Рисунок 4.4. Структура автоматизованої системи моніторингу фактичного технічного стану вузлів ходової частини

Автоматизована система дозволяє виконувати наступні завдання:

• створення бази даних щодо показників працездатності та статистики ремонтів транспортних засобів;

• розрахунок і відображення залишкових і критичних ресурсів вузлів ходової частини на графіку;

• розробка плану ремонту агрегатів протягом певного періоду часу;

• розрахунок і відображення ремонтних пріоритетів для вузлів ходової частини на графіку.

Автоматизована система складається з наступних модулів: інформаційна база даних сервера, модуль клієнта, модуль вводу даних, модуль розрахунку фактичного залишкового та критичного ресурсу, адміністрування програмного забезпечення (ПЗ) і операторів виробничих відділів.

Інформаційна база даних містить інформацію про структуру транспортних підприємств, інформацію про основні експлуатаційні характеристики транспортних засобів, параметри розрахунку узагальненого та критичного ресурсу. Коли в базу даних додаються нові записи про параметри експлуатаційних характеристик транспортного засобу, модуль розрахунку фактичного та узагальненого залишкового ресурсу активізується.

Модуль вводу даних дозволяє автоматично вводити поточні значення контрольованих показників діагностики в електронну базу даних з існуючої

автоматизованої системи діагностування. Якщо оператора немає, значення показників діагностування можна вводити в базу даних ручно.

Програмне забезпечення адміністрування використовується для налаштування параметрів роботи системи. Тут редагуються вже наявні дані діагностування, встановлюються граничні значення діагностичних показників контрольованого парку транспортних засобів і вносяться відомості про відмови та ремонт. Крім того, це програмне забезпечення забезпечує розрахунок і відображення критичних і залишкових ресурсів вузлів автомобіля, часткових ресурсів відповідно до окремих контрольованих показників, а також графіків пріоритетів ремонту.

ПЗ для операторів виробничо-технічних відділів призначено для ручного введення поточних значень експлуатаційних характеристик контрольованих транспортних засобів, отриманих під час проходження технічного обслуговування. З іншого боку, цей програмний засіб забезпечує відображення критичних і залишкових ресурсів вузлів, відображення часткових ресурсів відповідно до окремих контрольованих показників, а також відкориговані графіки ремонтних робіт.

На рис. 4.5 представлена принципова схема автоматизованої системи моніторингу технічного стану вузлів ходової частини, де 1 – об’єкт діагностування; 2 – блок вводу даних; 3 – блок формування діагностичної моделі; 4 – блок розрахунку фактичного залишкового ресурсу, 5 – блок формування діагностичної моделі, 6 – блок розрахунку ремонтних пріоритетів, 7 – блок формування відкоригованих графіків робіт з ТО і Р, 8 – блок виведення діагностичної інформації, 9 – блок інформаційної бази даних, 10 – блок розрахунку узагальнених показників технічного стану, 11 – блок редагування експлуатаційних характеристик вузлів ходової частини, 12 – блок накопичення статистики відмов вузлів ходової частини та проведення ремонтно-профілактичних робіт.

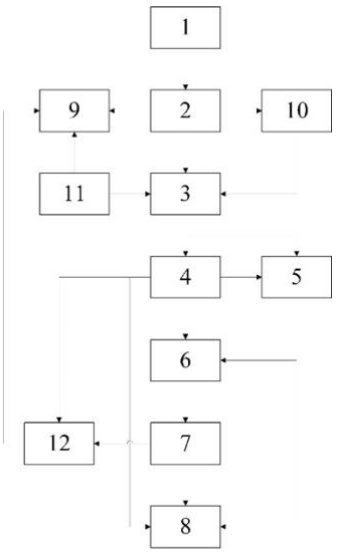

Рисунок 4.5. Принципова схема автоматизованої системи моніторингу та прогнозування технічного стану вузлів ходової частини автомобіля

Блок вводу даних 2 отримує значення діагностичних параметрів з об’єкта діагностування 1, який потім передає їх до блока формування діагностичної моделі 3, інформаційної бази даних 9 і блока розрахунку узагальненого показника технічного стану 10. З блоку 11 до інформаційної бази даних 9 передається інформація про експлуатаційні характеристики контрольованого масиву транспортних засобів. Діагностична модель формується блоком формування діагностичної моделі 3, який використовує інформацію, отриману з блоку вводу даних 2 та блоку розрахунку узагальнених діагностичних показників 10, і формується відповідно до параметрів контрольованих агрегатів, визначених блоком 11. Блок формування діагностичної моделі 5 і блок розрахунку фактичного залишкового ресурсу 4 отримують інформацію про діагностичну модель. Блок виведення діагностичної інформації 8 та блок накопичення статистики відмов і проведення ремонтно-профілактичних робіт 12 отримують інформацію про аварійний стан вузлів ходової частини, коли розраховане значення залишкового ресурсу наближається до свого критичного значення. Блок виведення діагностичної інформації містить результати оцінки зміни технічного стану контрольованих агрегатів, отриманих у розділі 5. Блок розрахунку ремонтних пріоритетів 6 розраховує та розставляє ремонтні пріоритети на основі результатів розрахунку фактичного залишкового ресурсу та змін технічного стану контрольованих агрегатів. Блок формування

відкоригованих графіків ремонтно-профілактичних робіт 7 використовує інформацію, отриману від блока розрахунку ремонтних пріоритетів 6, і далі передає ці відкориговані графіки до блока накопичення статистики відмов вузлів автомобіля та проведення ремонтно-профілактичних робіт 12 та блока виведення діагностичної інформації 8. Блок накопичення статистики відмов і проведення ремонтно-профілактичних робіт 12 містить інформацію про відмови вузлів і проведення ремонтно-профілактичних робіт в інформаційній базі даних 9. Автоматизована система моніторингу стану вузлів ходової частини автомобілів отримує інформацію про реальний технічний стан парку транспортних засобів і кориговані графіки ремонтно-профілактичних робіт з блоку виведення діагностичної інформації 8. За допомогою цих даних можна оптимізувати матеріальні, фінансові та часові витрати на ремонтно-профілактичні роботи та попередити можливі проблеми з вузлами ходової частини контрольованих легкових автомобілів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Основні принципи та функції управління охороною праці на виробництві

Системність, оптимальність, динамічність, наступність і стандартизація є основними принципами теорії управління, на яких базується організація роботи управління охороною праці. Принцип системності передбачає, що процеси безпеки та технології повинні розглядатися одна з одною у взаємозв'язку [15].

Поєднання різноманітних заходів із безпеки праці в єдину систему постійно здійснюваних дій на всіх рівнях і стадіях управління виробництвом забезпечує системність виконання завдань управління охороною праці. Підприємство розробляє систему стандартів.

Управління охороною праці здійснюється шляхом збору та аналізу інформації для виявлення відхилень від встановлених стандартів і впливу на об'єкт управління за допомогою методів організаційно-розпоряджувальних, соціально-розпоряджувальних, соціально-психологічних і економічних.

Організаційно-функціональна схема УОП базується на координаційній ролі відділу охорони праці, який бере участь у всіх функціях управління безпекою праці.

Державні органи управління охороною праці інформують населення України відповідного регіону, працівників галузі та трудові колективи про реалізацію державної політики з охорони праці, виконання національних, територіальних чи галузевих програм із цих питань, рівень і причини аварійності, виробничого травматизму та професійних захворювань, а також про виконання своїх рішень щодо охорони життя та здоров'я працівників.

Єдина державна статистична звітність з питань охорони праці ведеться на державному рівні [16].

У системі управління охороною праці є керуючий орган, об'єкт управління та інформаційно-контрольні зв'язки. Об'єктом УОП є забезпечення найкращих умов праці та безпеки на робочих місцях, дільницях і цехах.

Служба охорони праці та керівники структурних підрозділів усіх рівнів керування галуззю, об’єднанням або підприємством є керівними органами. Управління об’єктом управління здійснюється шляхом збору та аналізу інформації, щоб виявити відхилення від встановлених стандартів і вжити заходів управління. Це досягається за допомогою методів організаційно-розпоряджувальних, економічних і соціально-психологічних.

УОП — це система з багатьох рівнів ієрархії, яка встановлює наступні рівні управління:

- галузь (управління, науково-технічний комітет, відділ охорони праці);
- організація, що складається з керівництва, науково-технічної ради та відділу охорони праці;
- виробничі компанії;
- цехи, частини цехів;
- робочі місця(конкретні виконавці) Начальник відділу охорони праці здійснює наступні завдання:
- прогнозування та планування заходів безпеки праці;
- створити структуру організації;
- кількісна оцінка безпеки працівників;
- збір та обробка первинної інформації про стан умов праці та безпеки;
- розробка та створення списку керуючих впливів;
- стимулювання дотримання правил безпеки праці. Управління охороною праці в галузі та в підрозділах покладається на керівників в межах їх компетенції.

На підприємстві власник може створити службу охорони праці відповідно до статті 23 Закону України «Про охорону праці». Державний комітет України з нагляду за охороною праці затверджує типове положення про цю службу.

На підприємствах виробничої сфери з кількістю працівників менше 50 осіб працівники, які мають відповідну підготовку, можуть співпрацювати з працівниками, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці прирівнюється до основних виробничо-технічних служб і підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства.

Якщо підприємство мало працівників, старший інженер з охорони праці або призначена власником особа виконує організаційно-методичну роботу з усіх функцій і завдань управління охороною праці. Він також відповідає за підготовку управлінських рішень і контроль за їх виконанням.

Люди, які працюють у сфері охорони праці, не повинні покладатися на обов'язки, які не пов'язані з їхніми обов'язками. Працівники служби охорони праці працюють у тісній взаємодії з керівництвом компанії та її підрозділами під час виконання всіх заходів з охорони праці. Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці, затверджена наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 31.03.94 р., використовується для загальної оцінки стану умов праці та планування заходів щодо їх покращення.

Спеціалісти з охорони праці мають право надати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові вказівки щодо усунення недоліків, отримання від них необхідних відомостей, документації та пояснень з питань охорони праці. Вони також можуть вимагати відсторонення від роботи працівників, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не

Служба охорони праці може бути ліквідована лише в разі ліквідації підприємства.

Одним із основних методів економічного управління є планування заходів з охорони праці. Це включає постановку цілей, розробку програми, спрямованої на досягнення цих цілей, і оцінку того, наскільки це вдалося. Результати прогнозування повинні корелювати з основними методами вирішення проблем безпеки праці [17].

Галузеві плани визначають обсяг наукових досліджень у сфері охорони праці та очікувані результати їх впровадження. Вони також забезпечують впровадження єдиного підходу до вирішення проблем безпеки праці в галузі та визначають основні напрямки розвитку.

У масштабах об'єднань і підприємств планування включає вирішення проблем механізації та автоматизації виробничих процесів, ліквідацію ручної

праці, створення інструментів для часткової механізації, покращення вентиляції, впровадження систем контролю техніки безпеки, створення комфортних робочих місць і заходів щодо попередження професійних захворювань і травматизму.

Рішення трудового колективу з питань охорони праці може бути створено на підприємстві з кількістю працівників понад п’ятдесят осіб.

Комісія складається з представників власника, профспілок, уповноважених трудового колективу, спеціалістів із безпеки та гігієни праці та інших відділів компанії.

За погодженням з профспілками Держнаглядохоронпраці затверджує типове положення комісії з питань охорони праці підприємства.

Рішення, прийняті комісією, мають рекомендаційний характер.

Контроль за станом умов і безпекою праці дозволяє виявити порушення законодавства про працю, стандартів безпеки праці та якості виконання службами та підрозділами своїх обов’язків щодо забезпечення відповідних умов і безпеки праці.

Ефективність контролю залежить від якості метрологічного забезпечення вимірювання параметрів небезпечних і шкідливих виробничих факторів; рівень безпеки технологічних процесів і обладнання; і коефіцієнти безпеки працівників.

Одним із найважливіших елементів охорони праці є фінансування та економічне стимулювання. У встановленому Кабінетом Міністрів України порядку створюються фонди охорони праці на підприємствах, в галузях і на державному рівні.

Для потреб регіону органи місцевого самоврядування можуть створювати подібні фонди.

Кошти з цього фонду використовуються на підприємстві лише для підвищення рівня безпеки праці на виробництві або дотримання нормативних вимог щодо безпеки праці.

Галузеві та державні фонди охорони праці фінансують галузеві та національні програми з питань охорони праці, наукові дослідження та проектно-конструкторські роботи, створення та розвиток спеціалізованих підприємств і виробництв, творчі групи, науково-технічні центри та експертні групи, а також

заохочення трудових колективів і окремих осіб, які плідно працюють над вирішенням проблем охорони праці.

До галузевих, регіональних і державних фондів охорони праці надсилаються кошти, отримані від відрахувань підприємств і інших джерел, а також кошти, отримані органами державного нагляду за застосування штрафних санкцій до власників згідно зі статтею 31 цього Закону, а також кошти, отримані цими органами від стягнення штрафів з працівників, які порушили правила охорони праці.

Фонд охорони праці не обкладається податками. Державний і місцевий бюджети відокремлені від витрат на охорону праці.

Працівники компанії можуть отримувати будь-які заохочення, щоб брати участь і брати участь у заходах, спрямованих на підвищення безпеки та поліпшення умов праці. Колективний договір, як-от угода чи трудовий договір, визначає види заохочень.

Чинне законодавство про оподаткування визначає, яким чином оподатковуються кошти, спрямовані на заходи щодо охорони праці.

Для підвищення продуктивності виробництва, зниження рівня травматизму та захворювань, поліпшення умов праці та безпеки працівників необхідні моральні та матеріальні стимули для працівників, які докладають зусиль для покращення умов праці та безпеки. Обсяг матеріального заохочення залежить від ролі службової особи та того, наскільки вона впливає на безпеку праці. Підприємство, об’єднання або галузь положення розробляє стимулювання.

5.2 Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій

Указ Президента України від 26 березня 1999 року No 284/99 затвердив концепцію захисту населення та території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій.

Концепція описує загальні цілі та завдання захисту громадян, які проживають на території України, земельного, водного та повітряного простору

в межах держави, об’єктів виробничого та соціального призначення, а також довкілля від надзвичайних ситуацій [16].

Виникнення надзвичайної ситуації та її класифікація Щодня в світі фіксуються тисячі подій, які порушують нормальне життя та діяльність людей. Ці події можуть призвести до смерті або значних матеріальних втрат. Такі ситуації називають надзвичайними.

Загальні характеристики НС

- наявність або загроза смерті людей або значне погіршення умов життєдіяльності людей
- загострення економічних проблем
- значне погіршення навколишнього середовища.
- аварії, катастрофи, стихійні лиха та інші події, такі як епідемії, терористичні акти, збройні конфлікти тощо, є типовими причинами надзвичайних ситуацій.

Аварії поділяються на дві групи:

1) До І категорії належать аварії, внаслідок яких загинуло 5 або травмовано 10 і більше осіб; відбувся викид отруйних, радіоактивних або біологічно небезпечних речовин у санітарно-захисну зону підприємства; концентрація забруднюючих речовин у навколишньому середовищі зросла більш як у 10 разів; зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об’єкта, що поставило життя і здоров’я значної кількості працівни

2) До ІІ категорії належать аварії, які призвели до: загибелі або травмування від 5 до 10 осіб; руйнування будівлі, споруди чи основних конструкцій об’єкта, що поставило життя чи здоров’я працівників цеху, дільниці (враховуються цехи, дільниці з більш ніж 100 працівниками).

До категорії аварій не належать порушення технологічних процесів, робота устаткування, тимчасові зупинки виробництва через спрацювання автоматичних захисних блокувань або інші локальні порушення роботи цехів, дільниць або окремих об’єктів, падіння опор і обрив дротів ліній електропередач.

Надзвичайні ситуації можуть мати різний масштаб за кількістю жертв, хворобами, моральними пошкодженнями, економічними збитками, територією, на якій вони виникли, тощо.

Надзвичайні ситуації оцінюються за кількістю жертв і ступенем впливу на оточуюче життєве середовище, тобто за рівнем системи «людина-життєве середовище». Надзвичайні ситуації на рівні індивіда можна класифікувати як надзвичайні ситуації на рівні мікроколективу, коли загроза їх виникнення чи розповсюдження впливає на сім'ю, виробничу бригаду, пасажирів тощо.

Як правило, більша площа охоплюється більшою кількістю людей, які тікають від надзвичайної ситуації. І навпаки, більше людей страждають від катастрофи чи стихійного лиха на більшій території. З цієї причини класифікації надзвичайних ситуацій за масштабом зазвичай базуються на територіальному принципі. За цим принципом надзвичайні ситуації поділяються на локальні, об'єктові, місцеві, регіональні, загальнодержавні (національні), континентальні та глобальні.

Наразі в Україні складна ситуація щодо небезпечних природних явищ, аварій і катастроф. Враховуючи тенденцію до зростання кількості надзвичайних ситуацій і тяжкість їхніх наслідків, їх розглядають як серйозну загрозу безпеці людини, суспільству та навколишньому середовищу, а також стабільності економічного зростання країни. Результати надзвичайної ситуації вимагають значної кількості людських, матеріальних і технічних ресурсів. Одним із найважливіших завдань органів виконавчої влади та управління всіх рівнів є запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідація їх наслідків і максимальне зниження масштабів втрат.

Згідно з Положенням про класифікацію надзвичайних ситуацій, надзвичайні ситуації класифікуються за походженням подій, які призвели до виникнення надзвичайної ситуації на території України: надзвичайні ситуації техногенного, природного, соціально-політичного та військового характеру. Кожен клас надзвичайних ситуацій поділяється на підкласи.

Транспортні аварії є надзвичайними ситуаціями техногенного характеру: катастрофи, пожежі, непередбачені вибухи та їх загроза, аварії з викидом небезпечних хімічних, радіоактивних або біологічних речовин, раптові руйнування будівель і споруд, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічні аварії на греблях і дамбах, тощо.

Надзвичайні ситуації природного характеру включають небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградацію ґрунтів або надр, природні пожежі, зміни стану повітряного басейну, інфекційні захворювання людей і тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміни стану водних ресурсів і біосфери тощо.

Надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру — це ситуації, пов'язані з діями, які є терористичними або антиконституційними, наприклад, здійснення або реальна загроза терористичного акту (збройний напад, захоплення і затримання важливих об'єктів, ядерних установок і матеріалів, систем зв'язку та телекомунікацій, напад чи замах на екіпаж повітряного чи морського судна), викрадення (спроба викрадення) чи знищення суден

Надзвичайні ситуації воєнного характеру — це ситуації, у яких застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження призводить до вторинних факторів ураження населення. Ці фактори включають руйнування транспортних і інженерних комунікацій, атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин і відходів, нафтопродуктів, вибухівки, сильнодіючих отруйних речовин, токсичних відход

Захист населення, об'єктів економіки та національного надбання від надзвичайних природних, техногенных або інших надзвичайних ситуацій має бути забезпечено на національному рівні.

Зовнішні та внутрішні загрози для життєво важливих інтересів громадян, держав і суспільств поділяються на зовнішні та внутрішні. Ці загрози виникають під час надзвичайних ситуацій техногенного та природного походження, а також воєнних конфліктів.

Основними завданнями під час надзвичайних ситуацій є захист населення та територій:

- розробка та впровадження законодавства, дотримання державних технічних правил і стандартів щодо захисту населення та територій від надзвичайних ситуацій;

- забезпечити готовність органів управління, сил і засобів реагування на надзвичайні ситуації;
- розробка та забезпечення планів реагування на надзвичайні ситуації;
- збирання та обробка даних про надзвичайні ситуації;
- передбачення та оцінка наслідків надзвичайної ситуації;
- оповіщення людей про загрозу або надзвичайну ситуацію;
- забезпечення персонального захисту та безкоштовної медичної допомоги;
- рятувальні та інші невідкладні операції, щоб зменшити наслідки надзвичайної ситуації та допомогти постраждалим;
- забезпечення соціального захисту населення;
- розробка та підтримка цільових і науково-технічних програм, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям і забезпечення сталого функціонування підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності та підпорядкування, а також підвідомчих їм об’єктів виробничого та соціального захисту;
- міжнародна співпраця щодо захисту населення від надзвичайних ситуацій.

У разі надзвичайної ситуації необхідно вжити спеціальних заходів, щоб захистити населення та зменшити втрати та шкоду економіці. Він складається з повідомлень і інформування, спостереження та контролю, укриття в захисних спорудах, евакуації та інженерного, медичного, біологічного та радіаційного захисту.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження, проведені у даній магістерській роботі, дають можливість зазначити наступне:

1. Доведено, що існуюча система ТО і діагностування ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ стала неадекватною економічним умовам функціонування галузі автомобільного транспорту і увійшла до протиріччя з ринковими механізмами виробничо-господарської діяльності об'єктів транспортних підприємств.

2. Проведено аналіз конструкційного виконання та методів діагностики технічного стану вузлів ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ.

3. Сформовано загальні принципи математичного моделювання процесу оцінки технічного стану ходової частини легкових автомобілів.

4. Розроблено алгоритм й проведено моделювання узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини легкових автомобілів сімейства ВАЗ.

5. На підставі проведеного дослідження встановлено, що модель зміни узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля представлена у формі нелінійного полінома другого ступеня. Шляхом використання математичних підходів теорії планування експериментів отримано математичну модель зміни показника, яка характеризується високою точністю отриманого результату.

6. Після проведення повного факторного експерименту побудовано рівняння регресії, яке дозволяє комплексно оцінити технічний стан ходової частини автомобіля, а також визначено характер впливу діагностичних параметрів ходової частини на цей показник. На основі аналізу величин коефіцієнтів членів рівняння регресії отримано перелік факторів, які мають найбільший вплив на технічний стан ходової частини автомобіля. Для прогнозування технічного стану ходової частини автомобіля отримана поліноміальна модель в натуральних значеннях діагностичних факторів.

7. Визначено, що сформовані поліноміальні моделі узагальненого діагностичного показника можуть стати основою для створення нових та

вдосконалення існуючих автоматизованих систем моніторингу та прогнозування технічного стану автомобільних вузлів, що дозволить оптимізувати та прискорити процес обробки отриманої в ході експлуатації та технічних оглядів інформації та підвищити точність постановки діагнозу.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Статистика ДТП в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/.

2. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.

3. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. - К.: Держстандарт України, 2011. – 28 с.

4. Основы технической диагностики автомобилей: учеб. пособие. 2-е изд., переработанное и дополненное / В. Д. Мигаль. - Х.: Майдан, 2016. – 372 с.

5. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем: монография / В. І1. Волков, В. І. Матейченко, О. Я. Никонов и др.: под ред. В. П. Волкова. - Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013. - 398 с.

6. Бондарь А. Г. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии / А. Г. Бондарь, Г. А. Статюха, И. А. Потяженко. К.: Вища школа, 1980. – 264 с.

7. Ситник В. Ф., Орленко Н. С. Імітаційне моделювання: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 1998. – 208 с.

8. Методы построения имитационных систем / В.В. Литвинов, Т.П. Марянович – К.: Наук, думка, 1991. – 120 с.

9. Сытник В. Ф. Основы машинной имитации производственных и организационно-экономических систем. — К.: УМК ВО, 1988. — 188 с.

10. O'Keefe Robert and Roach Joan W. Artificial Intelligence Approach to Simulation. //Journal of the Operational Research Society. – 1987. -№ 38. -P.713-722.

11. Міронов Д.В. Удосконалення системи ТО і Р обладнання тягових підстанцій з використанням узагальнених критеріїв // Енергетика: економіка, технології, екологія, 2015, № 3 (41). – С. 107-116.

12. K. L. Mills, J. J. Filliben, and A. L. Haines Determining Relative Importance and Effective Settings for Genetic Algorithm Control Parameters // Evolutionary Computation, 2015, Volume 23, Issue 2, pp. 309 – 342.

13. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. - К.: Держстандарт України, 2011. – 28 с.

14. Ларин А. Н. Колесные узлы современных автомобилей (шины, камеры, диски) / А. Н. Ларин, Е. Е. Черток, А. Н. Юрченко. - Х.: «САМ», 2004. – 260 с.

15. Охорона праці в галузі та цивільний захист: навчальний посібник / Ю. А. Гасило, О. А. Крюковська. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк. — Кам'янське : ДДТУ, 2017. — 369 с.

16. Безпека в надзвичайних ситуаціях : навч. посібник для студентів ЗВО України : у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації / М. Л. Лисиченко, В. В. Вамболь, С. О. Вамболь, М. М. Кірієнко, І. А. Черепньов, В. М. Власовець ; за ред. М. Л. Лисиченка ; ХНТУСГ. – Харків : ТОВ "ПромАрт", 2021. – 202 с.

17. Охорона праці на автомобільному транспорті : навчальний посібник / Пістун І. П., Хом'як Й. В., Хом'як В. В. - 2-ге вид., стер. - Суми : Університетська книга, 2015. - 374 с.