

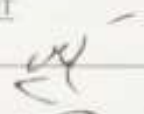
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

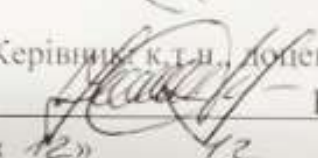
на тему:

Підвищення ефективності діагностичних робіт на станції технічного обслуговування «Бонн Сервіс Автохелф» місто Вінниця удосконаленням технології діагностування мехатронних систем автомобіля

Виконав: студент 2-го курсу, групи 2АТ-23м
спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

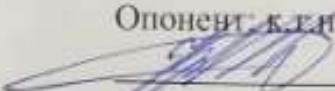
 Малай Д.О.

Керівник к.т.н., доцент каф. АТМ

 Кукурудзяк І.О.

« 12 » 12 2024 р.

Опонець к.т.н., доцент каф. ГМ

 Шенфельд В.І.

« 16 » 12 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

 к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 16 » 12 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

«18» 09 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Малаю Давиду Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності діагностичних робіт на станції технічного обслуговування «Бош Сервіс Автохелф» місто Вінниця удосконаленням технології діагностування мехатронних систем автомобіля

керівник роботи Кукурудзяк Юрій Юрійович, к.т.н., доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від «17» вересня 2024 року № 310.

2. Строк подання студентом роботи: 06.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до параметрів функціонування виробничих підрозділів автотранспортного підприємства (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови); законодавство України в галузі автомобільного транспорту, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; об'єкт дослідження – процес організації робіт діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування. Похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%

4. Зміст текстової частини:

1 Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності діагностичних робіт на станції технічного обслуговування "Бош Сервіс Автохелф"

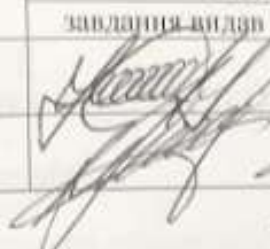
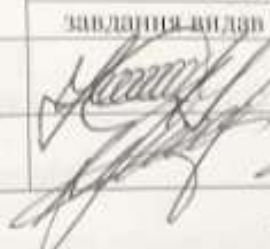
2 Визначення технологічних параметрів функціонування зони діагностики

3 Розробка технічних рішень щодо підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля.

4 Економічна ефективність впроваджених рішень.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
- 1-3 Тема, мета та завдання дослідження.
 - 4 Аналіз виробничої діяльності СТО «Боні Сервіс Автохелф»
 - 5-6 Технологічний розрахунок СТО
 - 7 Мехатронна система. Системи керування двигуном
 - 8-12 Класичні способи діагностування мехатронних систем
 - 13-17 Розробка моделі діагностичної системи
 - 18-20 Автоматизована діагностична система на основі нейро-нечіткої мережі
 - 21 Алгоритм діагностування мехатронної системи
 - 22 Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видані	завдання прийняті
Розв'язання основної задачі	Кукурудзяк Ю.Ю., доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Цимбал С.В., доцент кафедри АТМ		

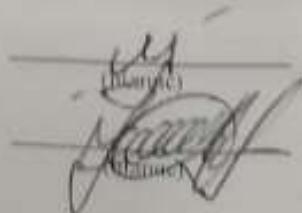
7. Дата видачі завдання « 18 » вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	18.09-22.09.2024	Викон
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	23.09-20.10.2024	Викон
3	Обґрунтування методів досліджень	23.09-20.10.2024	Викон
4	Розв'язання поставлених задач	21.10-03.11.2024	Викон
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	04.11-17.11.2024	Викон
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	18.11-01.12.2024	Викон
7	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	02.12-06.12.2024	Викон
8	Нормоконтроль МКР	09.12-11.12.2024	Викон
9	Попередній захист МКР	12.12-16.12.2024	Викон
10	Рецензування МКР	17.12.2024-20.12.2024	Викон
11	Захист МКР	18.09-22.09.2024	Викон

Здобувач

Керівник роботи


(підпис)

Малай Д.О.

Кукурудзяк Ю.Ю.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113

Малай Д.О. Підвищення ефективності діагностичних робіт на станції технічного обслуговування «Бош Сервіс Автохелф» місто Вінниця удосконаленням технології діагностування мехатронних систем автомобіля. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 Автомобільний транспорт, освітня програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2024. 78 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 26 назв; рис.: 22; табл. 14.

В магістерській кваліфікаційній роботі пророблено питання Підвищення ефективності діагностичних робіт на станції технічного обслуговування «Бош Сервіс Автохелф» місто Вінниця удосконаленням технології діагностування мехатронних систем автомобіля. В роботі розглянуті такі основні питання: 1 Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності діагностичних робіт на станції технічного обслуговування "Бош Сервіс Автохелф" 2 Визначення технологічних параметрів функціонування зони діагностики. 3 Розробка технічних рішень щодо підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля. 4 Економічна ефективність впроваджених рішень.

Графічна частина складається з 22 слайдів.

Ключові слова: діагностування, діагностична модель, інтелектуальні системи, осцилограма, мехатронна система.

ABSTRACT

UDC 629.113

Malay D.O. Increasing the efficiency of diagnostic work at the service station "Bosch Service Autohelp" Vinnytsia city by improving the technology of diagnosing mechatronic systems of a car. Master's qualification work in the specialty 274 Motor transport, educational program - Motor transport. Vinnytsia: VNTU, 2024. 78 p.

In Ukrainian. Bibliography: 26 titles; fig.: 22; table. 14.

The master's qualification work addresses the issue of Increasing the efficiency of diagnostic work at the service station "Bosch Service Autohelp" Vinnytsia city by improving the technology of diagnosing mechatronic systems of a car. The work considers the following main issues: 1 Scientific and technical justification for increasing the efficiency of diagnostic work at the Bosch Service Avtohelp technical service station 2 Determination of technological parameters of the functioning of the diagnostic zone. 3 Development of technical solutions to increase the efficiency of diagnosing mechatronic vehicle systems. 4 Economic efficiency of the implemented solutions.

The graphic part consists of 22 slides.

Keywords: diagnostics, diagnostic model, intelligent systems, oscillogram, mechatronic system.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	6
НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ НА СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ "БОШ СЕРВІС АВТОХЕЛФ"	6
1.1 Аналіз діяльності станції технічного обслуговування "Бош Сервіс Автохелф"	6
1.2 Дослідження ринку послуг станції технічного обслуговування.....	9
1.3 Аналіз стану виробничо-технічної бази станції технічного обслуговування "Бош Сервіс Автохелф"	14
1.4 Основні висновки і задачі проектування	18
РОЗДІЛ 2	20
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ДІАГНОСТИКИ	20
2.1 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту.....	20
2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ	22
2.3 Розрахунок чисельності робітників.....	29
2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ.....	32
2.6 Організація робочих місць в зоні діагностики	35
РОЗДІЛ 3	39
ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ	39
3.1 Структура та збір діагностичної інформації	39
3.2 Розробка діагностичної моделі автоматизованого діагностування	47
3.3 Вирішення задачі класифікації у діагностичній моделі.....	52
3.4 Модель постановки діагнозу мехатронної системи	54
3.5 Діагностична модель на базі нейро-нечіткої мережі.....	60
РОЗДІЛ 4	65

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕНИХ РІШЕНЬ	65
4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень	65
4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань	69
4.3 Розрахунок економічної ефективності.....	73
ВИСНОВКИ	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75
Додаток А – Ілюстративна частина МКР	78
Додаток Б – Результати перевірки МКР на плагіат	99



ВСТУП

Актуальність теми.

Мехатронні системи є досить поширеними в різних сферах техніки на даний час. Будь-яка технічна машина яка функціонує на основі мікропроцесор на керування електронним блоком може бути віднесена до класу мехатронних систем. Мехатронна система передбачає в собі поєднання механічної та електронної частини.

Основою мехатронної системи є електронний блок керування який являє собою комп'ютер з процесором, оперативною та постійною пам'яттю. Електронний блок керування виконує функції центру керування всіма елементами мехатронної системи. Окрім цього до складу мехатронної системи обов'язково повинні входити елементи які будуть інформувати електронний блок керування про стан системи на якийсь певний момент часу. Також повинні входити елементи які будуть виконувати безпосередньо якусь роботу.

Стосовно автомобіля то на сучасному етапі розвитку автомобільної промисловості більшість систем які входять до складу автомобіля можна віднести до класу мехатронних.

Сучасний автомобіль містить велику кількість блоків керування призначенням яких є забезпечення функціонування різних систем автомобіля. До таких систем відносяться керування силовою установкою автомобіля, керування системами курсової стійкості автомобіля, керування автоматичною трансмісією автомобіля та ін.

Найбільш складною мехатронною системою автомобіля є система керування двигуном. Це система яка містить певний перелік датчиків які призначені для зчитування і передачі в електронний блок керування інформації про стан автомобільного двигуна на кожний момент часу. На основі цієї отриманої інформації електронний блок керування може вибрати найбільш оптимальні і найкращі параметри для керування системою подачі палива та керування системою запалювання.

Впровадження в системи автомобіля мікропроцесорного керування значно покращило ефективність та економічність функціонування цих систем. Покращилися техніко-експлуатаційні показники. Але разом з цим виникає необхідність у нових підходах щодо визначення технічного стану мехатронних систем а також підтримання цих систем у технічно справному стані.

Підходи і способи діагностики які застосовувалися до автомобілів які не мали мікропроцесорного керування на даний час можуть застосовуватися тільки частково. Отже питання удосконалення способів методів та підходів до діагностування сучасного автомобіля з мехатронними системами є досить актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Зміст роботи відповідає напрямкам наукових досліджень кафедри автомобілів та транспортного менеджменту.

Мета і завдання дослідження. Підвищення ефективності діагностичних робіт на станції технічного обслуговування удосконаленням технології діагностування мехатронних систем автомобіля.

Для досягнення поставленої мети треба вирішити задачі:

1. Проаналізувати виробничу діяльність станції технічного обслуговування та зони діагностування автомобілів зокрема.
2. Виконати аналіз доступних інформаційних ресурсів та проаналізувати існуючі методи і способи діагностування мехатронних систем автомобіля.
3. Виконати технологічний розрахунок станції технічного обслуговування автомобілів із визначенням річної трудомісткості діагностичних робіт та розподілу робіт між робочими місцями.
4. Обґрунтувати науковий підхід для розробки математичної діагностичної моделі діагностування мехатронної системи автомобіля на прикладі мікропроцесорної системи керування двигуном.
5. Розробити алгоритми для можливості практичної реалізації діагностування мехатронної системи автомобіля.

Об'єкт дослідження – процес діагностування мехатронної системи автомобіля на прикладі мікропроцесорної системи керування двигуном.

Предмет дослідження – методи і алгоритми підвищення функціонування зони діагностики в умовах станції технічного обслуговування.

Методи досліджень. Математичне моделювання, фізичне моделювання, методи інтелектуальної обробки інформації.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Обґрунтовано і запропоновано науковий підхід щодо діагностування мехатронної системи автомобіля на прикладі мікропроцесорної системи керування двигуном.
2. Отримали подальший розвиток методи та способи діагностування системи керування двигуном із застосуванням комп'ютерного діагностичного обладнання.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено практичний алгоритм та діагностичну модель діагностування мехатронної системи автомобіля на прикладі мікропроцесорної системи керування двигуном.

Достовірність теоретичних положень підтверджена незначними відхиленнями між теоретичним моделюванням та практичними дослідженнями.

Апробація результатів роботи. Деякі положення та результати роботи висвітлені на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи", Вінниця: ВНТУ, 2024.

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [12].

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ НА СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ "БОШ СЕРВІС АВТОХЕЛФ"

1.1 Аналіз діяльності станції технічного обслуговування "Бош Сервіс Автохелф"

Бош Сервіс Автохелф здійснює свою фінансово-господарську діяльність за юридичною адресою 21008, Вінницька область, м. Вінниця, провулок Енергетичний 7Д.

Бош Сервіс Автохелф - це глобальна мережа сервісних центрів під управлінням компаній Bosch, визнаного світового лідера у виробництві автомобільних деталей і обладнання. Корпоративна політика характеризується високими вимогами до стандартів якості, професійною етикою та вимогами до обслуговування.

Сервісний центр дотримується сертифікованих норм обслуговування використовуючи оригінальні запчастини від Bosch або лише рекомендовані аналоги.

Щорічно ринок автосервісу змінюється динамічно, адже сучасні автомобілі стають більш інтелектуальними, базовий пакет електроніки розширюється, виробники вузлів і агрегатів автомобільної сфери ставлять акценти на більш потужніші двигуни, багаторівневі автоматичні коробки передач або прогресивні змінні. У сфері автопослуг в конкурентних змаганнях перемагає той, хто надасть послуги в комплексі використовуючи високоякісне обладнання та сертифіковане обслуговування

Бош Сервіс Автохелф володіє арсеналом налагоджених технологічних процесів, персонал, що має високий рівень кваліфікації і постійно працює над освоєнням інноваційного обладнання. Якість обслуговування ідентифікується (SQA) та з використанням сервісних тестів (SQT), що дає змогу визначити

ідентифікатори розвитку суб'єкту бізнесу та досліджувати критичні точки стандартів якості послуг.

Бош Сервіс Автохелф розпочав свою діяльність у м. Вінниця у 2011 році за пакетом франшизи компанії Бош.

З метою ширшої характеристики Бош Сервіс Автохелф наведемо динаміку основних економічних показників за 2021-2023рр.

Таблиця 1.1 – Оцінка узагальнюючих показників функціонування Бош Сервіс Автохелф за період 2021-2023рр.

Найменування показника	2021 р.	2022р.	2023р.
Чисельність працівників, осіб	18	23	21
Чисельність виробничого персоналу, осіб	12	14	16
Частка виробничих працівників у загальній чисельності персоналу, %	66,6	60,8	76,19
Собівартість послуг, грн	1580	1621	1720
Фонд оплати праці, тис. грн.	3045,6	4846,5	5468,4
Середньомісячна заробітна плата, грн	14100	17560	21700

Аналізуючи результати наведені в таблиці 1.1 можна узагальнити, що:

- середньооблікова чисельність персоналу протягом періоду дослідження зростає у звітному періоді в порівнянні з 2021 роком знизилась на 2 особи, а у порівнянні з 2021 роком зросла на 3 особи. Така мінлива динаміка пов'язана з проблемою кадрового потенціалу і військовою агресією на території України;
- виробничий персонал у загальній чисельності працюючих демонструє ланцюгову тенденцію до зростання щорічно на 2 людини протягом всього періоду дослідження;

- частка виробничого потенціалу у загальній кількості працівників коливається від 66,6% до 76,19%, така динаміка є позитивною, але у 2022 році частка виробничого персоналу у загальному обсязі склала 60,8%, критичний момент, що ідентифікує проблему з кадровим ресурсом не лише в компанії, але й в державі в цілому. Зростання саме частки виробничого потенціалу характеризується позитивним моментом в діяльності підприємства, адже саме виробничий персонал зайнятий на виконанні задач виробничого характеру;

- фонд оплати праці також показує тенденцію до зростання, що є закономірним явищем, адже відбувалось зростання персоналу підприємства і ріст мінімальної заробітної плати, що і спричинило ріст оплати праці і є одним із чинників зростання собівартості наданих послуг.

. Вінницьке відділення Бош Автохелп обслуговує автомобілі різних марок, але рік випуску яких після 2010 року. Для виконання робіт використовується діагностичне обладнання Bosch з високим рівнем точності і дозволяє ефективно виявити та усунути несправності автомобіля. СТО працює з оригінальними запчастинами, що підвищує надійність і довговічність виконаних робіт та терміну служби агрегатів. Bosch -автосервіс надає широку варіацію послуг діагностичного та ремонтного характеру:

- здійснює технічне обслуговування – заміна свічок запалювання та масла;
- проводить роботи діагностичного та ремонтного характеру пов'язані з дизельними та бензиновими двигунами;
- здійснює повний комплекс ремонтних та діагностичних робіт по електрообладнанню рухомого складу;
- проводить комплексну та посистемну комп'ютерну діагностику автомобіля;
- проводить сезонну заміну шин з подальшим балансуванням;
- надає консалтингові послуги.

Розроблена та широко впроваджена система маркетингу з акційними та спеціальними пропозиціями, діє програма лояльності щодо утримання існуючих клієнтів та залучення нових.

1.2 Дослідження ринку послуг станції технічного обслуговування

Аналізуюючи ринок послуг Бош Автосервіс Автохелф необхідно зупинитись на ринку автомобілів в цілому, адже саме від даного показника і залежить попит на послуги СТО та їх диференціацію.

За період 2021-2023 відбулась непередбачувана динаміка у популярності СТО. З початку періоду дослідження ринок автомобілів в Україні постійно мав тенденцію до зростання і за даними відкритих інфоресурсів попит перевищував пропозицію понад 7,5 разів. [/////] Військова агресія на території України у 2022 році спричинила відтік населення від 7,5 до 8 мільйонів українців, що призвело до значного зменшення попиту та в перші місці додалися проблеми логістики з паливом, підвищення ціни на нього. Але поряд цим до кінця 2022 року попит на послуги автосервісу почав зростати і за відкритими джерелами склав 335,9 тисяч одиниць, пропозиція становила 46,7 тис. одиниць. Співвідношення між попитом і пропозицією знизилось в порівнянні з довоєнним періодом близько семи разів.

У 2023 році кількість пропозицій знизилась на 51,5% і склала у вересні 22,4 тисячі одиниць. Кількість одиниць попиту становила в це же період 277 тисяч одиниць. Хоча пропозиція послуг СТО знизилась попит на послуги зростає і цей ріст на даний момент перевищує межу в 12 разів.

Основною причиною зниження пропозиції є відсутність кваліфікованих кадрів. Починаючи з вересня 2022 року 3467 одиниць пропозицій роботи на ринку праці, а за аналогічний період 2023 року 6340 одиниць у сфері надання автопослуг, тобто попит на кваліфікованих працівників зросла майже на 80%.

На попит послуг СТО впливають різні чинники, але в першу чергу це:

- купівельна спроможність населення;
- вподобання до рівня обслуговування споживачів послуг;
- кількість населення;
- вік автомобілів.

На рисунку 1.1 наведемо характеристику взаємопов'язаних індикаторів впливу на попит населення



Рисунок 1.1 – Ключові індикатори дослідження попиту на послуги

На вересень 2023 року найчастіше звертались до СТО за даними онлайн-реєстрацій в регіональному розрізі у м. Києві 9337 одиниць, що складає 45,7% від загальної кількості звернень та Київській області – 1680 одиниць (8,2%). Також висока питома вага звернень у Дніпропетровському регіоні (6,1%), Львівському (5,9%). Вінницький регіон входить у ТОП-10 регіонів за кількістю звернень і займає 8 позицію з показником 541 звернення, що складає 2,6% [////].

Проведемо аналіз кількості звернень (величини попиту) власників автомобілів у віковому розрізі за період 10 років з 2014 року по 2023 рік. Динаміка зміни попиту наведена на рисунку 1.2.

Найвищий попит на послуги СТО був з автомобілевласників 2019 року випуску (1,2 тис. разів), або 9,3% випадків. Аналогічна ситуація за попитом на автомобілі 2020 року випуску (1,1 тис. разів), або 8,4%. Близько тисячі звернень автомобілевласників 2021 року випуску автомобіля (1 тис.), або 7,3%.

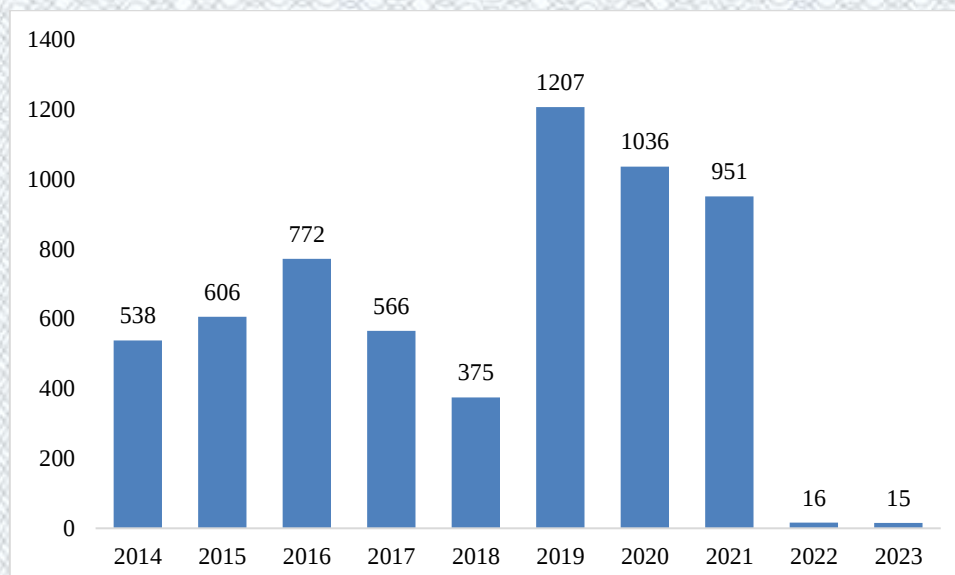


Рисунок 1.2 – Динаміка попиту на послуги СТО в Україні у віковому розрізі автомобілів за 2014-2023рр.

Як видно із інфографічного зображення 1.2 найнижчий попит зафіксовано на вікову категорію 2022 та 2023рр. Така ситуація інтерпретується тим, що це категорія нових автомобілів, які знаходяться на гарантійному обслуговуванні і в першу чергу звертаються до сервісних СТО.

На рисунку 1.3 наведемо інфографічне зображення в розрізі марок автомобілів власники яких найчастіше звертаються до послуг автосервісу – ТОП-10.

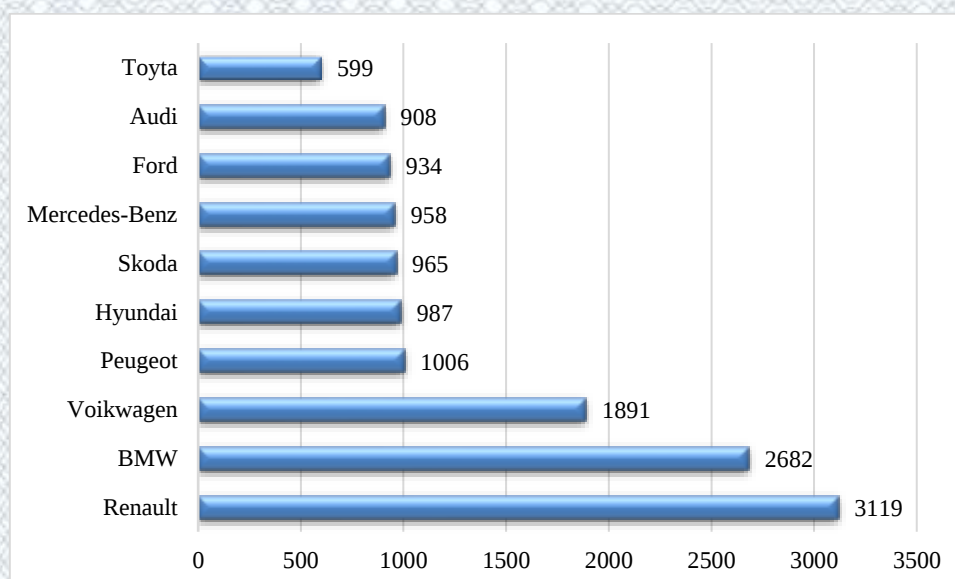


Рисунок – 1.3. Величина попиту на послуги СТО по Україні в розрізі марок автомобілів

Як наведено на рисунку 1.3 частота звернень протягом місяця власників автомобілів характеризувалась такою кількістю: Renault – 3119 разів; BMW – 2682 разів; Volkswagen – 1891 разів.

Таблиця 1.2 – Величина попиту та цінова складова залежно від марки автомобіля та вікової категорії

Марка автомобіля	Кількість звернень, шт	Вік автомобіля, роки	Середній чек, грн
Renault Logan	1922	4,4	1317
Peugeot 301	714	2,8	1829
Volkswagen Passat	337	14,6	5442
Hyundai Accent	323	5	2624
Skoda Octavia	251	14,5	4611
Volkswagen Golf	228	15,5	5267
BMW 5 Series	202	14,2	9944
Skoda Fabia	189	12,8	2131
BMW X5	185	11,7	12971
Skoda Scala	175	3,4	1878
BMW 3 Series	173	14,6	7293
Ford Focus	158	12	4070
Renault Master	148	9,1	4826
Audi A6	147	14,1	6670
Renault Megane	146	13,6	4178

Найвищим попитом в розрізі маток автомобілів користувались у власників Renault Logan 1922 звернення з середнім віковим об'ємом 4,4 року, на другій позиції рангової таблиці Peugeot 301 – 714 звернень, на третьому - Volkswagen Passat з 337 кількістю звернень, середньої вікової категорії - 14,6 року.

Серед ТОП-15 з найвищим чеком стали власники автомобілів BMW X5 – 12971 грн, а нижчою межею цінової сходинок стали власники Renault Logan – 1317 грн. З відповідно віковим рубіжем 11,7 та 4,4 роки.

Щодо регіонального розрізу функціонування Бош Автосервіс Афтохелф, то щодо ключових індикаторів, які визначені на початку дослідження в даному підпункті, то можна інтерпретувати ситуацію, що склалась наступним чином:

- кількість потенційних споживачів послуг зростає у м. Вінниця у зв'язку зі збільшенням чисельності населення: релаксовані бізнеси зі сходу та внутрішньо переміщені особи;
- рівень купівельної спроможності населення знизився у зв'язку з підвищенням цін на товари першої необхідності, зниження реальних заробітних плат;
- функціонування малого і середнього бізнесу не на повну силу;
- дефіцит кваліфікованого кадрового потенціалу.

При дослідженні попиту на послуги Бош Автосервіс Автохелф за логічним алгоритмом наведеним на рисунку 1.2. Пропонуємо розподілити клієнтів, що стали респондентами дослідження за наступними категоріями:

- віддають перевагу незалежним СТО;
- користуються послугами сервісних центрів, або стали б їх клієнтами в перспективі;
- приватні та гаражні майстерні.



Рисунок 1.4 – Структура попиту споживачів автосервісних послуг
Бош Автосервіс Автохелф

За результатами опитаних респондентів можна узагальнити, що клієнти незалежних СТО мають найвищий рівень попиту, так як їх задовольняє цінова та якісна характеристики послуг, мають намір в перспективі перейти до сервісних СТО при зростанні купівельної спроможності сім'ї, при зниженні рівня доходності сімейного бюджету 28% респондентів змушені будуть перейти на обслуговування приватних гаражних майстерень і частково власними силами. На даний момент ситуація попитом коригується впливом зовнішніх чинників в яких функціонує сучасний бізнес.

1.3 Аналіз стану виробничо-технічної бази станції технічного обслуговування "Бош Сервіс Автохелф"

Підхід до комплексної оцінки виробничо-технічної бази включає кілька важливих напрямків, які враховують різні аспекти діяльності підприємства. Оцінка, наскільки приміщення відповідають потребам виробництва та чи вони оснащені необхідним обладнанням. Перевірка дотримання норм безпеки, а також забезпечення зручних та безпечних умов праці. Оцінка роботи та технічного стану машин, інструментів та іншого технічного устаткування. Аналіз систем обслуговування та ремонту, регулярність технічного обслуговування. Визначення того, наскільки підприємство використовує новітні технології в технічному обслуговуванні та ремонті автомобілів.

Фондооснащеність (або ефективність використання основних засобів у виробничому процесі) підприємства вказує на вартісне забезпечення основними засобами, їх стан та рівень використання у виробничому процесі.

Для станції технічного обслуговування автомобілів (ВТБ) фондооснащеність включає в себе технічне обладнання, інструменти, будівлі та інші ресурси, необхідні для надання послуг з обслуговування автомобілів.

Рівень придатності пасивної частини основних засобів будівель і споруд розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{B_3}{B_{\Pi}}, \quad (1.1)$$

де B_3 – залишкова вартість пасивної частини основних засобів, тис. грн.;

B_{Π} – первісна вартість пасивної частини основних засобів, тис. грн.

$$n = \frac{27867}{56852} = 0,49.$$

Рівень зносу та придатності обладнання та виробничого устаткування суб'єкта бізнесу може бути оцінений з використанням підходу співвідношення між активною і пасивною частинами основних засобів. Оптимальне співвідношення цих частин свідчить про раціональний та ефективний підхід до управління виробничим потенціалом підприємства.

$$C_a = \Phi_{\text{ВТБ}}^a / \Phi_{\text{ВТБ}}, \quad (1.2)$$

$$C_{\Pi} = \Phi_{\text{ВТБ}}^{\Pi} / \Phi_{\text{ВТБ}}, \quad (1.3)$$

де $\Phi_{\text{ВТБ}}^a$ – активна частина фондів ВТБ, тис. грн.;

$\Phi_{\text{ВТБ}}^{\Pi}$ – пасивна частина фондів ВТБ, тис. грн..

$$C_a = (27867/84719) \cdot 100\% = 32,9 \%;$$

$$C_{\Pi} = (56852/84719) \cdot 100\% = 67,1 \%;$$

Фондоозбросність виробничого потенціалу:

$$\Phi_{\text{ор}} = \frac{\Phi_{\text{ФТБ}}^a}{K_{\text{пр}}}, \quad (1.4)$$

де K_{pp} – середньооблікова кількість ремонтних робітників, чол.

2023 рік

$$\Phi_{op} = \frac{27867}{16} = 1741,68 \text{ (тис. грн.)}$$

2022 рік

$$\Phi_{op} = \frac{27968}{14} = 1997,71 \text{ (тис. грн.)}$$

2021 рік

$$\Phi_{op} = \frac{28100}{12} = 2341,67 \text{ (тис. грн.)}$$

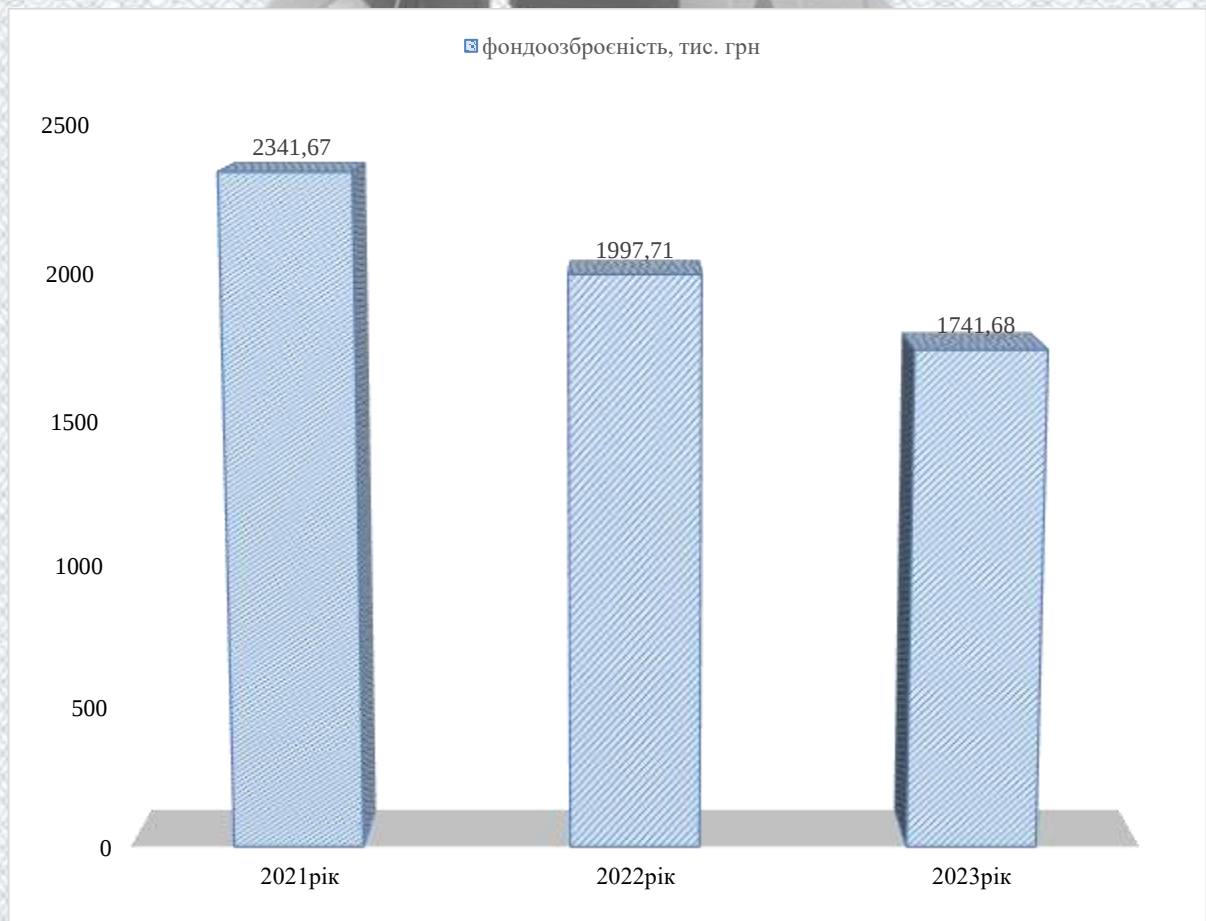


Рисунок 1.5 – Динаміка рівня фондоозбросення, що припадає на одного виробничого працівника

Розрахуємо основні показники використання обладнання. Одним із них є коефіцієнт змінності. Економічно-технічний зміст коефіцієнта змінності відображається у вивченні рівня використання виробничих потужностей підприємства. Суть даного індикатора у інтенсивності експлуатації обладнання, який підсвічує нерівномірність використання обладнання його рівень ризику, що пов'язаний з перевантаженням, або використання виробничих потужностей з недостатньою віддачею. Коефіцієнт змінності виробничо-технічного потенціалу визначається як:

$$K_z = G_{\text{во}} / G_{\text{ко}}, \quad (1.5)$$

де $G_{\text{во}}$ – кількість обладнання, що відпрацювало зміну, одиниць;

$G_{\text{ко}}$ – кількість встановленого обладнання, одиниць.

$$K_z = 12/16 = 0,75.$$

Коефіцієнт використання ресурсного потенціалу свідчить про те, у якому обсязі ресурсний потенціал використовується у виробничому процесі. Даний індикатор використовується для оцінки ефективності використання виробничого потенціалу підприємства та планування їхнього оптимального рівня. Коефіцієнт використання устаткування визначається як:

$$K_B = T_{\text{ф}} / T_{\text{д}}, \quad (1.6)$$

де $T_{\text{ф}}$ – фактичний час роботи устаткування, год.;

$T_{\text{д}}$ – дійсний фонд часу роботи устаткування, год.

$$K_B = 8/16 = 0,5.$$

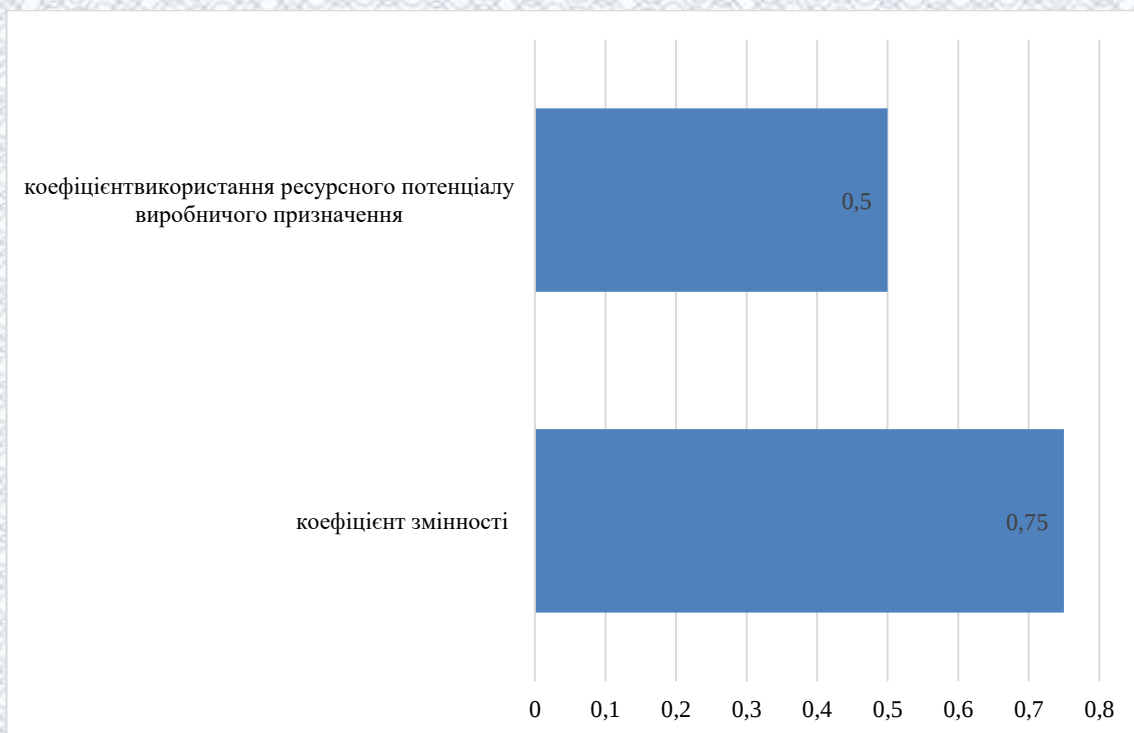


Рисунок 1.6 – Рівень використання виробничого потенціалу СТО за 2023 рік

Аналіз стану СТО «Бош Сервіс Автохелф» показує, що:

- рівень забезпечення виробничим потенціалом достатньо високий і підприємство має резерв у зростанні обсягів надання послуг з технічного обслуговування та ремонту автомобілів різного класу;
- в динаміці відбувається зниження залишкової вартості обладнання, але це є закономірним явищем у діяльності всіх суб'єктів бізнесу.

1.4 Основні висновки і задачі проектування

Метою даної роботи є підвищення ефективності діагностичних робіт на станції технічного обслуговування удосконаленням технології діагностування мехатронних систем автомобіля.

Для досягнення поставленої мети треба вирішити задачі:

1. Проаналізувати виробничу діяльність станції технічного обслуговування та зони діагностування автомобілів зокрема.
2. Виконати аналіз доступних інформаційних ресурсів та проаналізувати

існуючі методи і способи діагностування мехатронних систем автомобіля.

3. Виконати технологічний розрахунок станції технічного обслуговування автомобілів із визначенням річної трудомісткості діагностичних робіт та розподілу робіт між робочими місцями.

4. Обґрунтувати науковий підхід для розробки математичної діагностичної моделі діагностування мехатронної системи автомобіля на прикладі мікропроцесорної системи керування двигуном.

5. Розробити алгоритми для можливості практичної реалізації діагностування мехатронної системи автомобіля.



РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ДІАГНОСТИКИ

2.1 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту

Особливістю розрахунку виробничої програми станцій технічного обслуговування є те, що заїзди автомобілів на СТО для виконання всіх видів робіт носять імовірнісний характер.

Середньорічний пробіг L_{c-p} автомобілів індивідуального користування залежить від кліматичного району, в якому експлуатуються автомобілі. Для районів, в яких середньорічна кількість днів із плюсовою температурою становить 230 днів: $L_{c-p} = 12500$ км.

Виробнича програма як міської так і дорожньої СТО характеризується трудомісткістю ТО і ПР автомобілів. Для міської СТО трудомісткість ТО і ПР залежить від марки автомобіля. Оскільки парк індивідуальних автомобілів, що експлуатуються на даний час в Україні, досить різноманітний, то рекомендується всі автомобілі, що обслуговуються на міській СТО, поділити на три групи: особливо малого класу, малого класу і середнього класу.

Розподіл автомобілів на групи виконується згідно із статистичними даними, зібраними за минулі роки.

Тип СТО – міська, універсальна.

Визначимо кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО, статистичним способом. Згідно з статистичними даними за минулий рік було зареєстровано $N_{ТО і ПР}^p = 2140$ (авт./рік) автомобілів на СТО для виконання робіт ТО і ПР.

Згідно з ОНТП-01-91 частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР: $n_{ТО і ПР}^p = 2$ (рази/рік).

Кількість обслуговуваних автомобілів $A_{авт}$ буде меншою, оскільки один автомобіль заїжджає на СТО кілька разів:

$$A_{\text{авт}} = \frac{N_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}}{n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}}, \quad (2.1)$$

де $n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$ – частота заїздів одного автомобіля на СТО для виконання ТО і ПР на протязі року.

$$A_{\text{авт}} = \frac{2140}{2} = 1070 \text{ (авт.)}.$$

Для міської СТО необхідно виконати розподіл автомобілів на групи. Згідно з середньостатистичними даними за минулий рік та даними інших однотипних СТО міста, розподіл автомобілів може бути виконаний таким чином:

автомобілі особливо малого класу – 22 %;

автомобілі малого класу – 42 %;

автомобілі середнього класу – 36 %.

Середньорічний пробіг автомобілів приймаємо $L_{\text{с-р}} = 12500$ (км), як для регіону в якому середньорічна кількість днів із плюсовою температурою становить 230 днів. Вихідні дані до розрахунку виробничої програми зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані до розрахунку виробничої програми міської СТО

Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів	2140
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів в рік	2
Частота заїздів одного автомобіля для виконання антикорозійної обробки	$n_{\text{а-к}}^{\text{р}}$	заїздів в рік	1
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{\text{авт}}$	авт.	1070
в тому числі: - автомобілів I групи:	$A_{\text{авт}}^{\text{I}}$	авт.(%)	376

Продовження таблиці 2.1

1		2	3	4
- автомобілів II групи:		$A_{\text{авт}}^{\text{II}}$	авт.(%)	718
- автомобілів III групи:		$A_{\text{авт}}^{\text{III}}$	авт.(%)	616
Середньорічний пробіг автомобілів		$L_{\text{с-р}}$	км	12500
Спосіб миття автомобілів		-	-	Ручний
Кліматичний район		ПКЗ	-	Помірно-теплий
Режим роботи сто				
Кількість робочих днів СТО		D_p	дні	305
Тривалість зміни		$\tau_{\text{зм}}$	год.	7
Кількість робочих змін	ТО і ПР	с		1
	миття і прибирання	с		1
	приймання і видачі	с		1
	передпродажна підготовка	с		1
	антикорозійного захисту	с		1

2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ

Нормативи трудомісткості ТО і ПР автомобілів індивідуального користування вибираються в залежності від типу СТО, класу автомобілів та виду робіт, що виконуються на СТО.

Розрізняють два види нормативів ТО і ПР на СТО:

- питому трудомісткість на 1000 км пробігу, люд·год/1000;
- разову трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО, люд·год.

Для міських СТО характерні як перший так і другий види нормативів ТО і ПР, для дорожніх – тільки другий.

Питома трудомісткість ТО і ПР коректується з використанням коефіцієнтів коректування:

$$t_{\text{ТО і ПР}} = t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{н}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{з}}, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт коректування в залежності від кількості робочих постів (потужності) СТО. При проектуванні нового СТО кількість робочих постів приймається орієнтовно – на основі планової потужності СТО;

$K_{\text{з}}$ – коефіцієнт коректування в залежності від природно-кліматичних умов.

Разова трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО не коректується.

Нормативи ТО і ПР та інших видів робіт для міської СТО вибираємо згідно ОНТП-01-91.

Нормативи питомої трудомісткості ТО і ПР необхідно скоректувати за допомогою коефіцієнтів коректування:

- в залежності від кількості робочих постів СТО. На СТО 4 робочих пости. $K_{\text{п}} = 0,95$;
- в залежності від природно-кліматичних умов. СТО знаходиться в помірно-теплій кліматичній зоні. $K_{\text{з}} = 0,90$.

Визначаємо питому трудомісткість для кожної групи автомобілів за формулою (2.2):

для 1 групи: $t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{I}} = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,71 \text{ (люд} \cdot \text{год/1000)}$;

для 2 групи: $t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{II}} = 2,3 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,97 \text{ (люд} \cdot \text{год/1000)}$;

для 3 групи: $t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{III}} = 2,7 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 2,31 \text{ (люд} \cdot \text{год/1000)}$.

Результати розрахунків трудомісткості ТО і ПР зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Нормативи трудомісткості ТО і ПР для міської СТО

Нормативи трудомісткості та коефіцієнти коригування		Ум. позн.	Один. вим.	Для автомобілів:		
				1 групи	2 групи	3 групи
Коефіцієнт коригування в залежності від кількості постів СТО		K_{Π}	—	0,95	0,95	0,95
Коефіцієнт коригування в залежності від природно-кліматичних умов		K_3	—	0,9	0,9	0,9
Питома ТО і ПР на 1000 км пробігу (нормативна)		$t_{\text{ТО і ПР}}^H$	люд·год/1000	2,0	2,3	2,7
Питома ТО і ПР на 1000 км пробігу (скоректована)		$t_{\text{ТО і ПР}}$	люд·год/1000	1,71	1,97	2,31
Разова на один заїзд:	миття і прибирання	$t_{\text{П-М}}$	люд·год	0,15	0,20	0,25
	приймання і видачі	$t_{\text{П-В}}$	люд·год	0,15	0,20	0,25
	передпродажної підготовки	$t_{\text{П-П}}$	люд·год	3,5	3,5	3,5
	антикорозійної обробки	$t_{\text{а-к}}$	люд·год	3,0	3,0	3,0

Річний обсяг робіт, що виконуються на міській СТО, визначається окремо для кожної групи легкових автомобілів і складається з таких видів робіт:

$T_{\text{ТО і ПР}}$ – роботи ТО і ПР автомобілів;

$T_{\text{П-М(ТО)}}$ – роботи прибирання і миття автомобілів перед виконанням ТО і ПР;

$T_{п-м}$ – роботи косметичного прибирання і миття автомобілів, як окремої послуги;

$T_{а-к}$ – роботи антикорозійної обробки автомобілів;

$T_{п-в}$ – роботи приймання і видачі автомобілів;

$T_{доп}$ – допоміжні роботи.

На даному СТО не передбачені роботи прибирання і миття автомобілів, тому трудомісткість робіт прибирання і миття автомобілів перед виконанням ТО і ПР та трудомісткість косметичного прибирання і миття автомобілів, як окремої послуги не розраховуються і в загальну трудомісткість робіт на СТО не включаються.

Річний обсяг робіт ТО і ПР для однієї групи автомобілів визначається по питомій трудомісткості ТО і ПР автомобілів цієї групи на 1000 км пробігу:

$$T_{ТО і ПР}^i = \frac{A_{авт}^i \cdot L_{с-р} \cdot t_{ТО і ПР}^i}{1000}, \quad (2.3)$$

де $A_{авт}^i$ – кількість автомобілів даної групи;

$L_{с-р}$ – середньорічний пробіг автомобілів, км;

$t_{ТО і ПР}^i$ – скоректована питома трудомісткість ТО і ПР автомобілів даної групи, люд·год/1000.

$$T_{ТО і ПР}^I = \frac{376 \cdot 12500 \cdot 1,71}{1000} = 8037 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{ТО і ПР}^{II} = \frac{718 \cdot 12500 \cdot 1,97}{1000} = 17649,34 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{ТО і ПР}^{III} = \frac{616 \cdot 12500 \cdot 2,31}{1000} = 17775,45 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

Річний обсяг робіт антикорозійної обробки визначається одночасно для всіх груп автомобілів на основі разової трудомісткості цього виду робіт за один заїзд на СТО:

$$T_{a-k} = A_{авт} \cdot n_{a-k}^p \cdot t_{a-k}, \quad (2.4)$$

де n_{a-k}^p – частота заїздів одного автомобіля, що обслуговується на СТО, для виконання робіт антикорозійної обробки автомобілів протягом року;

t_{a-k} – разова трудомісткість антикорозійних робіт одного автомобіля (однакова для всіх груп автомобілів), люд·год.

$$T_{a-k} = 1710 \cdot 1 \cdot 3 = 5130 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

Річний обсяг робіт приймання і видачі для однієї групи визначається на основі загальної кількості заїздів автомобілів на СТО для виконання різних видів робіт:

$$T_{п-в}^i = A_{авт}^i \cdot (n_{ТО і ПР}^p + n_{a-k}^p) \cdot t_{п-в}^i, \quad (2.5)$$

де $t_{п-в}^i$ – разова трудомісткість робіт приймання-видачі одного автомобіля даної групи, люд·год.

$$T_{п-в}^I = 376 \cdot (2 + 1) \cdot 0,15 = 169,2 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{п-в}^{II} = 718 \cdot (2 + 1) \cdot 0,20 = 430,8 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{п-в}^{III} = 616 \cdot (2 + 1) \cdot 0,25 = 462,0 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

Річна трудомісткість робіт T_i кожного виду для всіх груп автомобілів, що обслуговуються на СТО, визначається як сума трудомісткості робіт кожної окремої групи:

$$T_i = T_i^I + T_i^{II} + T_i^{III}. \quad (2.6)$$

$$T_{\text{ТО і ПР}} = 8037 + 17649,34 + 17775,45 = 43461,79 (\text{люд} \cdot \text{год});$$

$$T_{\text{п-в}} = 169,2 + 430,8 + 462 = 1062 (\text{люд} \cdot \text{год}).$$

Річний обсяг допоміжних робіт на СТО визначається як частина від загального обсягу робіт на СТО:

$$T_{\text{доп}} = (T_{\text{ТО і ПР}} + T_{\text{п-м(ТО)}} + T_{\text{п-в}} + T_{\text{а-к}} + T_{\text{п-п}}) \cdot \frac{C_{\text{доп}}}{100}, \quad (2.7)$$

де $C_{\text{доп}}$ – доля (%) допоміжних робіт від загальної трудомісткості (приймається рівним 15...20);

$T_{\text{ТО і ПР}}, T_{\text{п-м(ТО)}}, T_{\text{п-в}}, T_{\text{а-к}}, T_{\text{п-п}}$ – річна трудомісткість відповідно робіт ТО і ПР, прибирання-мийних робіт перед ТО і ПР, приймання-видачі автомобілів, робіт антикорозійної обробки та передпродажної підготовки;

$$T_{\text{доп}} = (43461,79 + 708 + 1062 + 5130 + 840) \cdot \frac{20}{100} = 10594,36 (\text{люд} \cdot \text{год}).$$

Орієнтовна трудомісткість всіх постових робіт на СТО:

$$T^{\text{пост}} = T_{\text{ТО і ПР}} \cdot \frac{C_{\text{пост}}^{\text{пост}}}{100} + T_{\text{пм(ТО)}} + T_{\text{пм}} + T_{\text{пв}} + T_{\text{пп}} + T_{\text{ак}}, \quad (2.8)$$

де $C_{\text{пост}}^{\text{пост}}$ – частка (%) постових робіт від загальної трудомісткості робіт ТО і ПР. Орієнтовно для попередніх розрахунків приймається рівною: 74% – для СТО, в яких існуюча або планова кількість робочих постів менше п'яти; 69% – для більших СТО;

$$T^{\text{пост}} = 43461,79 \cdot \frac{74}{100} + 708 + 1062 + 5130 + 840 = 52971,79 (\text{люд} \cdot \text{год})$$

Орієнтовна кількість робочих постів, яка залежить від трудомісткості постових робіт:

$$X_{\text{п}}^{\text{СТО}} = \frac{T^{\text{пост}} \cdot K_{\text{н}}}{D_{\text{р}} \cdot c \cdot \tau_{\text{зм}} \cdot P_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \quad (2.9)$$

де $T^{\text{пост}}$ – річна трудомісткість постових робіт, люд.-год;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів (приймається рівним 1,15);

$D_{\text{р}}$ – число днів роботи СТО;

c – число робочих змін протягом доби;

$\tau_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год;

$P_{\text{п}}$ – середнє число робітників, що одночасно працюють на посту (приймається рівним 1,6...1,9);

$\eta_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста (приймається рівним: при однозмінній роботі – 0,95; при двозмінній – 0,94).

$$X_{\text{п}}^{\text{СТО}} = \frac{52971,79 \cdot 1,15}{305 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 1,5 \cdot 0,95} = 14,14 \approx 14 \text{ (постів)}$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Річна трудомісткість робіт на СТО

Вид робіт	Ум. позн.	Один. вим.	Для автомобілів:			Всього
			1-ої групи	2-ої групи	3-ьої групи	
Роботи ТО і ПР автомо- білів	$T_{\text{ТО і ПР}}$	люд.- год	8037	17649	17775	43461,7
Роботи приймання і ви- дачі	$T_{\text{п-в}}$	люд.- год	169,2	430,8	462	1062

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Роботи антикорозійної обробки	T_{a-k}	люд.- год	—	—	—	5130
Всього робіт СТО	T_{Σ}	люд.- год	—	—	—	52971, 7

Основну частину загальної трудомісткості робіт на СТО займають роботи ТО і ПР автомобілів $T_{ТО і ПР}$, які можуть виконуватись як на постах ТО і ПР так і у виробничих дільницях. Річний обсяг цих робіт необхідно додатково розділити за видами робіт ТО і ПР. Розподіл трудомісткості ТО і ПР виконується згідно ОНТП-01-91 в відсотковому відношенні:

$$T_{в.р} = T_{ТО і ПР} \cdot \frac{C_{в.р}}{100}, \quad (2.10)$$

де $T_{в.р}$ – розрахункова трудомісткість окремого виду робіт, люд·год;

$T_{ТО і ПР}$ – річна трудомісткість робіт ТО і ПР, люд·год;

$C_{в.р}$ – відсоткова доля окремого виду робіт від річної трудомісткості робіт ТО і ПР, %.

Величина $C_{в.р}$ залежить від кількості робочих постів (потужності) СТО. Для існуючих СТО може бути прийнята наявна кількість робочих постів.

Результати розподілу зводимо в таблицю 2.6.

2.3 Розрахунок чисельності робітників

Розрізняють явочну чисельність виконавців робіт $P_{я}$, потрібну для виконання добової виробничої програми, і штатну чисельність $P_{ш}$, потрібну для виконання річної виробничої програми.

Явочна і штатна чисельність ремонтно-обслуговуючих робітників залежить від обсягу робіт на даній ділянці (зоні, посту) і фонду робочого часу:

$$P_{\text{я}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{р.м.}}}; \quad P_{\text{шт}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{в.р.}}}, \quad (2.11)$$

де T_i – річний обсяг робіт на ділянці (зоні, посту), люд-год;

$\Phi_{\text{р.м.}}$ – річний фонд часу робочого місця ремонтно-обслуговуючих робітників, год;

$\Phi_{\text{в.р.}}$ – річний ефективний фонд часу робітника з урахуванням трудових втрат, спричинених хворобою, виконанням державних обов'язків, відпусткою тощо, год.

Фонд часу робочого місця $\Phi_{\text{р.м.}}$ залежить від кількості вихідних і святкових днів у році і визначається за формулою:

- при 5-ти денному робочому тижні:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = D_{\text{р.з.}} \cdot \tau_{\text{зм}} - D_{\text{нс}}, \quad (2.12)$$

де $D_{\text{р.з.}}$ – кількість робочих днів у році відповідної зони чи ділянки, дні;

$\tau_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год;

$D_{\text{нс}}$ – кількість передсвяткових днів, в які тривалість робочої зміни скорочується на одну годину ($D_{\text{нс}}$ рівна кількості святкових днів $D_{\text{св}}$);

Річний ефективний фонд часу робітника $\Phi_{\text{в.р.}}$ залежить від кількості днів основної та додаткової відпусток та кількості пропусків по хворобі та інших поважних причинах:

$$\Phi_{\text{в.р.}} = \Phi_{\text{р.м.}} - (D_{\text{від}}^{\text{осн}} + D_{\text{від}}^{\text{дод}} + D_{\text{пов}}) \cdot \tau_{\text{зм}}, \quad (2.13)$$

де $D_{\text{від}}^{\text{осн}}$, $D_{\text{від}}^{\text{доп}}$ – кількість днів основної та додаткової відпусток;

$D_{\text{пов}}$ – кількість пропусків по хворобі та інших поважних причинах.

Чисельність виробничих робітників визначаємо для кожного виду дільничних робіт ПР. Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників

Професія робітників	Основна відпустка, дні	Додаткова відпустка, дні	Пропуски з хвороби та ін. причин, дні	при 5-ти денному робочому тижню	
				Фонд часу робочого місця, год	Фонд часу робітника, год
	$D_{\text{від}}^{\text{осн}}$	$D_{\text{від}}^{\text{доп}}$	$D_{\text{пов}}$	$\Phi_{\text{р.м.}}$	$\Phi_{\text{в.р.}}$
Мийники і прибиральники рухомого складу	15	4	6	1998	1798
Слюсарі з ТО і поточного ремонту агрегатів, вузлів, устаткування, мотористи, електрики, шиномонтажники, слюсарі-верстатники, столяри, оббивальники, арматурники, жерстяники	18	5	5		1774
Слюсарі з ремонту приладів системи живлення, акумуляторники, ковалі, мідники, зварювальники, вулканізаторники	24	6	4		1726
Малярі	24	6	4		1726

Фонд робочого часу робочого місця та ефективний фонд часу робітника:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = (365 - 52 - 10) \cdot 7 - 10 \cdot 1 = 2111 \text{ (год);}$$

$$\Phi_{\text{в.р.}} = 2111 - (18 + 6 + 5) \cdot 7 = 1908 \text{ (год).}$$

Для всіх видів робіт і груп ДТЗ розрахунки виконуються однаково.

Результати визначення чисельності робітників для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблицю 2.7 (п. 2.1.6).

2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ

Розрахункова мінімальна кількість постів ТО і ПР (діагностування, ТО, регулювальних, розбирально-складальних, кузовних, фарбувальних та ін.), прибирально-мийних постів без застосування механізованих мийних установок, постів приймання-видачі, антикорозійної обробки та передпродажної підготовки автомобілів визначається за формулою:

$$X_i = \frac{T_i \cdot K_n}{D_p \cdot c \cdot \tau_{зм} \cdot P_n \cdot \eta_n}, \quad (2.14)$$

де T_i – річна трудомісткість робіт відповідного виду, люд.-год;

K_n – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

D_p – число днів роботи СТО, дні;

c – число робочих змін протягом доби;

$\tau_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год;

P_n – середнє число робітників, що одночасно працюють на посту;

η_n – коефіцієнт використання робочого часу.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку кількості постів СТО

Показник	Ум. поз н.	Вид робіт		
		ТО і ПР	приби- рання і миття	прий- мання-ви- дачі
Коефіцієнт нерівномірності завантаження постів	K_n	1,15	1,15	1,15
Одночасно працюють на посту, чол	P_n	2	2	1
Коефіцієнт використання робочого часу	η_n	0,95	0,95	0,95

Кількість постів робіт технічного обслуговування в повному обсязі:

$$X_i = \frac{6549,27 \cdot 1,15}{305 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,95} = 1,85$$

Для інших робіт кількість постів визначається аналогічно.

Трудовісткість робіт ТО і ПР автомобілів розподіляємо згідно з ОНТП-01-91 за видами робіт. Кожний вид робіт у свою чергу поділяється за місцем їх виконання на постові і дільничні. Розрахункові показники для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Розрахункові показники робіт ТО і ПР автомобілів на СТО

Вид робіт	Розподіл за місцем виконання										
	Розподіл за видами робіт, люд.-год		Постові роботи						Дільничні роботи		
			Трудовісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		К-сть постів	Трудовісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.	
	%	$T_{ТО і ПР}^i$	%	$T_{ТО і ПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$	$X_{ТО і ПР}^i$	%	$T_{ТО і ПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Роботи ТО і ПР автомобілів:											
контрольно-діагностичні (двигун, гальма, електроустаткування, аналіз вихлопних газів)	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	—	—	—	—
технічне обслуговування в повному обсязі	15	6519,27	100	6519,27	3,16	3,48	1,85	—	—	—	—
мастильні	3	1303,85	100	1303,85	0,63	0,70	0,37	—	—	—	—
регулювання кутів керованих коліс	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	—	—	—	—
ремонт і регулювання гальм	3	1303,85	100	1303,85	0,63	0,70	0,37	—	—	—	—

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
електротехнічні	4	1738,47	80	1390,78	0,67	0,74	0,39	20	347,69	0,17	0,19
роботи за системою живлення	4	1738,47	70	1216,93	0,59	0,67	0,34	30	521,54	0,25	0,29
аккумуляторні	2	869,24	10	86,92	0,04	0,05	0,02	90	782,31	0,38	0,43
шинні	2	869,24	30	260,77	0,13	0,14	0,07	70	608,47	0,29	0,33
ремонт вузлів, систем і агрегатів	8	3476,94	50	1738,47	0,84	0,93	0,49	50	1738,47	0,84	0,93
кузовні й арматурні	25	10865,4	75	8149,09	3,95	4,47	3,08	25	2716,36	1,32	1,49
фарбувальні	16	6953,89	100	6953,89	3,37	3,81	2,63				
оббивні	3	1303,85	50	651,93	0,32	0,35	0,25	50	651,93	0,32	0,35
слюсарно-механічні	7	3042,33						100	3042,33	1,47	1,62
Разом робіт ТО і ПР	100	43461,7	76	33052,6	16,0	17,8	10,8	23	10409,1	5,05	5,62
Прибирання і миття автомобілів			100	708,00	0,34	0,37	0,20				
Приймання і видачі автомобілів			100	1062,00	0,51	0,57	0,60				
Передпродажної підготовки			100	840,00	0,41	0,45	0,40				
Антикорозійної обробки автомобілів			100	5130,00	2,49	2,74	2,42				
Всього робіт СТО				42562,6	20,6	22,9	14,9		10409,1	5,05	5,62

Кількість сформованих виробничих підрозділів підприємства буде залежати від загальної трудомісткості виконання робіт. Якщо трудомісткість робіт велика то кількість виробничих приміщень буде більшою. В такому випадку можна для кожного виду робіт створювати окреме виробниче приміщення. При меншій річній трудомісткості робіт доцільніше об'єднувати роботи які схожі за технологією виконання та виконувати їх в одному виробничому підрозділі.

Найбільшим виробничим підрозділом за площею буде зона технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів. Це приміщення в якому розташовується необхідна кількість робочих постів для виконання річної програми технічного обслуговування та поточного ремонту. Інші приміщення менші за площею. Це пояснюється тим що у виробничих підрозділах для дільничних робіт відсутні пости куди заїжджають автомобілі.

2.6 Організація робочих місць в зоні діагностики

Діагностичні роботи на станції технічного обслуговування виконуються в одному приміщенні із зоною технічного обслуговування і поточного ремонту.

Дане приміщення має досить велику площу тому в ньому можна виконувати роботи різні за їх технології виконання. Зона технічного обслуговування і поточного ремонту оснащена різноманітним технологічним обладнанням як стаціонарним так і пересувним або переносним. Основним стаціонарним обладнанням в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту й електромеханічні підіймачі які встановлені на робочих постах куди заїжджають автомобілі індивідуальних власників для виконання робіт гарантійного та післягарантійного обслуговування.

Перед тим як автомобіль поступає в зону технічного обслуговування і поточного ремонту йому виконується контрольний огляд який ставить своєю метою визначення комплексу робіт що буде виконуватися по відношенню до цього автомобіля. Знаючи всі роботи які треба виконати з автомобілем можна визначити місце виконання цих робіт підібрати необхідне обладнання та вибрати виконавців які будуть безпосередньо виконувати роботу.

Якщо під час контрольного огляду неможливо встановити і визначити весь комплекс робіт який потрібно виконати то автомобіль направляється в зону діагностики для поглибленого діагностування і визначення причин несправностей. Це дасть можливість більш точно визначити які саме роботи потрібно проводити з автомобілем і які запасні частини необхідно в ньому замінювати.

Процедури діагностування автомобіля включають в себе перевірку всіх без виключення його систем. Більша увага звертається на системи та агрегати автомобіля на які вказує власник автомобіля. Перевірка ходової частини автомобіля виконується на підіймачу і огляду автомобіля знизу. Такі процедури у своїй переважній більшості виконуються механічним способом і перевіркою технічного стану елементів ходової частини.

Рульове керування та гальмівна система можуть перевірятися як візуально

контрольним оглядом так і із застосуванням необхідного діагностичного обладнання. Досить важливим є діагностування антиблокувальної системи гальм яке не може бути виконане тільки контрольним оглядом.

Досить важливим і трудомістким процесом є діагностування автомобільного двигуна. Ця частина робіт вважається найбільш складною і потребує особливих підходів та діагностичного обладнання.

Процедура діагностування автомобільного двигуна як правило починається з перевірки системи керування двигуном за допомогою діагностичного сканера OBD. Сканер OBD являє собою прилад який приєднується до спеціального роз'єму OBD розташованого у салоні автомобіля. Через цей роз'єм сканер як діагностичний прилад з'єднується з електронним блоком керування двигуном.

Для діагноста який виконує діагностичні процедури застосування сканера є досить простим і потребує малих затрат часу. Це пояснюється тим що сканер легко приєднується і не потребує ніякого часткового розбирання. Спеціалізоване програмне забезпечення яке забезпечує функціонування сканера OBD встановлюється на планшет що є досить зручним під час його використання. Планшет з'єднується із сканером через безпроводний зв'язок Bluetooth або wi-fi. Це досить зручно оскільки дає можливість діагносту вільно пересуватися біля автомобіля не звертаючи увагу на з'єднувальні проводи.

Інформація яка зчитується діагностичним сканером OBD та поступає у планшет з програмним забезпеченням аналізується в декількох режимах. Основним режимом сканера OBD є зчитування кодів несправностей. Такі коди несправностей локалізують місце пошуку причин та дають можливість діагносту звужити коло пошуку та зменшити тривалість діагностичних процедур. Окрім цього сканер OBD може працювати в режимі зчитування оперативних даних в реальному часі. Для цього запускається двигун і через діагностичний роз'єм OBD на планшет поступає інформація від різних датчиків та виконавчих пристроїв системи керування двигуном. Ця інформація відображається в режимі реального часу у вигляді графіків або в табличному виді.

У більшості випадків застосування сканера OBD є достатнім і після цього

діагност може зробити висновки щодо причин несправностей та сформулювати перелік робіт які необхідно виконати для відновлення роботоздатності двигуна.

Якщо процедури використання діагностичного сканера OBD не дають бажаного результату і діагност не може визначити причини несправностей, то У такому випадку виконується другий етап діагностики із застосуванням іншого діагностичного обладнання. Таким обладнанням в першу чергу є комбінований мультиметр як простіший діагностичний прилад, а також більш складне діагностичне обладнання - це комп'ютерний мотор тестер.

Застосування комбінованого мультиметра є стандартною процедурою під час проведення діагностики. Він дає можливість визначити основні і базові діагностичні параметри щодо електричного та електронного обладнання, а також системи керування двигуном загалом. У багатьох випадках визначення електричних фізичних величин із застосуванням комбінованого мультиметра дає бажаний результат. Але застосування комбінованого мультиметра має свої обмеження. Діагност може визначати фізичні величини тільки як абсолютні значення у певний період часу. Комбінований мультиметр не дає можливості прослідкувати як змінюється той чи інший параметр з часом, особливо якщо зміна цього параметра відбувається досить швидко.

Одним із найбільш складного діагностичного обладнання в зоні діагностики станції технічного обслуговування є комп'ютерний мотор тестер. Це обладнання яке можна віднести до типу переносного або пересувного. Комп'ютерний мотор тестер являє собою блок апаратної обробки до якого приєднується комплект певних діагностичних сенсорів. Ці діагностичні сенсори приєднуються до характерних точок діагностики двигуна. Як правило вони приєднуються до датчиків та виконавчих пристроїв двигуна.

Діагностичні сенсори зчитують діагностичну інформацію від різних елементів автомобільного двигуна та системи керування двигуном зокрема і передають цю інформацію у блок-апаратної обробки. Після того як інформація перетворюється у необхідний формат вона передається у персональний комп'ютер або ноутбук чи планшет на якому встановлене спеціальне програмне

забезпечення мотор тестера. Програмне забезпечення виконання таким чином щоб показати діагностичну інформацію у вигляді зручному для розуміння.

Діагностичні можливості мотортестера є досить широкими. Він дає можливість діагностувати не тільки системи двигуна а і інші системи автомобіля які мають датчики, виконавчі пристрої та елементи керування.

Отже на основі вище описаного можна дійти висновку що основою організації діагностичних робіт на станції технічного обслуговування є правильність підбору необхідного технологічного обладнання яке дає можливість поетапного діагностування різних систем автомобілів. Основний підхід тут заключається в тому щоб процедури діагностування починалися від простішого до складнішого. Якщо процес діагностики отримує позитивний результат при використанні простіших процедур то потреби у виконанні більш складних діагностичних процедур уже немає.



РОЗДІЛ 3

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ

3.1 Структура та збір діагностичної інформації

Найбільш складною мехатронною системою автомобіля є Автомобільний двигун з мікропроцесорною системою керування. Це система яка основана на взаємодії трьох основних елементів мехатронних систем. Перш за все система керування двигуном як мехатронна система включає в себе множину датчиків які розташовані у різних місцях автомобільного двигуна і призначені для збору інформації про роботу цього двигуна у будь-який момент часу. Другою частиною мехатронної системи є електронний блок керування, який можна вважати основним інформаційним центром який керує всією системою. Електронний блок керування кожний момент часу приймає інформацію від датчиків і оцінює її. На основі цієї інформації електронний блок керування вибирає оптимальні значення параметрів для керування виконавчими пристроями. Виконавчі пристрої є третьою частиною мехатронної системи. Їх основною функцією є безпосереднє виконання певних робіт. Зокрема в автомобільному двигуні - це елементи які подають паливо до циліндрів двигуна а також система запалювання у бензинових двигунах. До виконавчих пристроїв також можна віднести екологічній системі які забезпечують вимоги щодо шкідливих викидів навколишнє середовище.

Процедура діагностування мехатронної системи перш за все передбачає збір діагностичної інформації яка в подальшому буде оброблятися різними способами і підходами.

Як було сказано вище електронний блокування зв'язаний із датчиками мехатронної системи та із виконавчими пристроями. Такий зв'язок передбачає передачу інформації від датчиків по проводах до електронного блока керування, А також передачу керувальних сигналів від електронного блока керування до виконавчих пристроїв.

Якщо розглянути цей процес з точки зору діагностики то можна дійти висновку що інформаційні лінії які функціонують у процесі нормальної роботи двигуна можуть бути використані для зчитування необхідної діагностичної інформації і передачі цієї інформації у діагностичну систему.

Діагностична система яка отримала певний інформаційний вектор параметрів повинна оцінити величину значень цих параметрів і на основі цього зробити висновок про технічний стан системи на даний момент часу а також висновок про необхідність виконання певних профілактичних або ремонтних робіт.

Отже виходячи із вище сказаного можна дійти висновку що для забезпечення функціонування будь-якої діагностичної системи перш за все необхідно сформувати діагностичну інформацію у вигляді множини певних параметрів які будуть зчитуватися з мехатронної системи і передаватися у діагностичну систему.

Більш прогресивним і ефективним способом обробки діагностичної інформації буде така обробка яка дасть можливість створити передумови автоматизації процесу діагностики. Для цього потрібно розробити структуру та діагностичну модель системи яка в автоматизованому режимі буде обробляти значення діагностичних параметрів і порівнювати їх з нормативними. На основі цього система повинна зі своєї бази даних знаходити можливі типові несправності характерні для даної мехатронної системи і давати рекомендації діагносту щодо можливих причин несправностей.

Отже діагностичну інформацію мехатронної системи можна подати у вигляді діагностичних сигналів які будуть зчитуватися з різних характерних точок діагностики автомобільного двигуна. Загалом всі діагностичні сигнали можна розділити на три великих групи. Перш за все це група сигналів які пов'язані із механічною частиною двигуна. До таких сигналів можна віднести ті які будуть характеризувати кривошипно-шатунний газорозподільний механізми, а також систему випуску відпрацьованих газів. Окрім цього Ще одною досить важливою групою діагностичних сигналів будуть сигнали від базового класичного електрообладнання автомобіля, тобто сигнали які будуть характеризувати технічний

стан автомобільного генератора акумуляторної батареї та системи електричного запуску.

Найбільш важливою частиною діагностичних сигналів буде множина сигналів які зчитуються з мікропроцесорної системи керування двигуном. Оскільки ця система забезпечує роботу всіх без винятку елементів двигуна, то на неї звертається особлива увага і розробляються особливі підходи щодо обробки діагностичних сигналів отриманих з окремих підсистем які входять до складу системи керування двигуном. Як було сказано раніше такими підсистемами є система подачі палива до циліндрів двигуна, система запалювання палива у бензиновому двигуні та різноманітні екологічні системи двигуна.



Рис.3.1 – Діагностичні сигнали мехатронної системи

Будь-яку мехатронну систему автомобіля можна розглядати як окремий об'єкт діагностики. Кожен об'єкт діагностики характеризується множиною діагностичних та структурних параметрів які можуть бути виміряні у процесі діагностування. Вхідними параметрами зрозуміло будуть діагностичні параметри з тої причини що вони визначаються без розбирання системи. Структурні параметри не можуть бути визначені без розбирання оскільки вони характеризують

зміну розмірів зазорів форми різноманітних деталей які можуть знаходитися у середині системи і доступ до них можливий тільки з частковим або повним розбиранням.

Формування залежностей між діагностичними і структурними параметрами по суті являє собою розробку діагностичної моделі метою якої є автоматизація процесу діагностики. На рис. 3.2 показана залежність між діагностичними і структурними параметрами.



Рисунок 3.2 – Залежність між діагностичними і структурними параметрами

Діагностування системи керування двигуном є типовим прикладом діагностування мехатронної автомобільної системи. Особливістю діагностування системи керування двигуном є те що двигун має певні робочі цикли які

повторюються. Оскільки двигун працює як чотирьохтактний, то кожний процес який у ньому відбувається носить характер такого який повторюється періодично. До таких систем то підсистем двигуна можна віднести в систему подачі та впорскування палива циліндри двигуна, систему запалювання робочої суміші у бензиновому двигуні, кривошипно-шатунний та газорозподільний механізми.

Виходячи з цього можна зробити висновок що будь-яку систему чи підсистему мехатронної системи можна досліджувати у двох режимах. Перш за все це режим при якому сигнали які поступають від мехатронної системи є постійними. Стосовно автомобільного двигуна це будуть сигнали які зчитані при постійній частоті обертання колінчастого валу. Другий режим передбачає те що частота обертання колінчастого валу може змінюватися. За таких умов сигнали які зчитуються підсистем двигуна будуть носити характер змінних в часі.

Таким чином сигнали отримані з систем двигуна які носять періодичний характер необхідно усереднити. З цією метою сигнал розбивається на окремі реалізації. Кожна окрема реалізація являє собою частину сигналу яка відповідає одному періоду роботи. При зміні частоті обертання ці періоди будуть різними.

Для визначення того чи сигнал періодично змінюється можна перевірити його умови стаціонарності. Для перевірки можна визначити абсолютну і відносну похибки інтервалу часу:

$$\Delta = |t_z^m - t_{z-1}^m|, \quad \varepsilon = \left| 100 \cdot \left(1 - \frac{t_z^m}{t_{z-1}^m} \right) \right|. \quad (3.1)$$

Сигнал вважається як стаціонарний якщо:

$$\Delta \leq \Delta_\delta, \quad \varepsilon \leq \varepsilon_\delta, \quad (3.2)$$

де $\Delta_\delta, \varepsilon_\delta$ - допустимі значення абсолютної і відносної похибки.

Протягом певного інтервалу часу $U_{sum}(t)$ зчитується якась множина реалізації яка відповідає певній кількості робочих циклів. При постійній частоті обертання колісного валу сигналу буде стаціонарним:

$$\lim_{sum \rightarrow p} U_{sum}(t) = const, \quad (3.3)$$

де p – кількість повних циклів двигуна.

Дві можливості усереднення якоїсь множини реалізації сигналу потрібно визначити час при якому починається кожна реалізація. Позначимо цей час t_{mz} . Якщо частота обертання колінчастого валу постійна:

$$t_{mz} = z \cdot \overline{T_0} + \overline{t_0^m} \cdot (m-1), \quad (3.4)$$

де $z = (1 \dots p)$ – номер повного циклу двигуна;

$\overline{T_0}$ – усереднена тривалість одного циклу двигуна, мС;

$\overline{t_0^m}$ – усереднена тривалість однієї реалізації в m циліндрі, мС.

Будь-який сигнал зчитаний при постійній чи змінній частоті обертання колінчастого валу може бути розподілений на окремі реалізації та усереднений відповідно до часової діаграми (рис. 3.3).

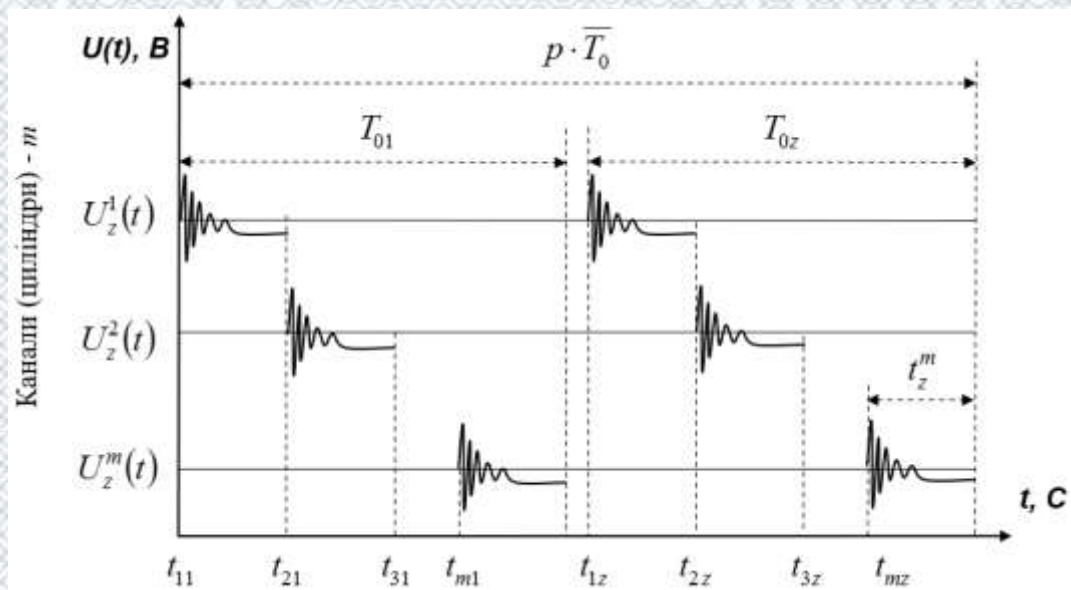


Рис. 3.3 – Діаграми розподілу сигналу на окремі реалізації

Повний цикл роботи двигуна T_{0z} визначається інтервалом часу $[t_{m(z-1)}, t_{mz}]$. Для визначення усередненого періоду роботи двигуна на один цикл при постійній частоті обертання колінчастого вала:

$$\overline{T_0} = \frac{1}{z} \sum_{i=1}^z T_{0i}. \quad (3.5)$$

Обробка зчитаного діагностичного сигналу виконується як послідовно паралельна на двох режимах:

а) частота обертання колінчастого вала двигуна є постійною. Умова стаціонарності процесу виконується – ($T_{01} \approx T_{02} \approx \dots \approx T_{0i} \approx \dots \approx T_{0z} \approx \overline{T_0}$):

$$U(t) = \begin{cases} U_z^1(t), \overline{T_0} \cdot (z-1) \leq t < \overline{T_0} \cdot (z-1) + \overline{t_0^1} \\ U_z^2(t), \overline{T_0} \cdot (z-1) + \overline{t_0^1} \leq t < \overline{T_0} \cdot (z-1) + \overline{t_0^1} + \overline{t_0^2} \\ \dots \\ U_z^m(t), \overline{T_0} \cdot (z-1) + \sum_{j=1}^{m-1} \overline{t_0^j} \leq t < \overline{T_0} \cdot (z-1) + \sum_{j=1}^m \overline{t_0^j} \end{cases}, \quad (3.6)$$

де z – довільна кількість періодів ($z \rightarrow \infty$ при необмеженому часі спостереження);

б) частота обертання колінчастого вала двигуна змінна. Умова стаціонарності процесу не виконується – ($T_{01} \neq T_{02} \neq \dots \neq T_{0i} \neq \dots \neq T_{0z} \neq \overline{T_0}$):

$$U(t) = \begin{cases} U_z^1(t), \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} \leq t < \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} + t_z^1 \\ U_z^2(t), \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} + t_z^1 \leq t < \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} + t_z^1 + t_z^2 \\ \dots \\ U_z^m(t), \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} + \sum_{j=1}^{m-1} t_z^j \leq t < \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} + \sum_{j=1}^m t_z^j \end{cases}. \quad (3.7)$$

Отже виходячи з вище сказаного можна зробити висновок що будь-який

діагностичний сигнал зчитаний з мехатронної системи необхідно привести до умов стаціонарності.

Якщо розглянути сигнал зчитаний з окремої системи автомобільного двигуна з окремими реалізаціями які періодично повторюються, то його можна показати у вигляді матриці для кожного окремого циліндра з розмірністю $m \times z$, в якій $z \rightarrow \infty$:

$$F(t) = \begin{pmatrix} U_1^1(t) & U_2^1(t) & \dots & U_z^1(t) \\ U_1^2(t) & U_2^2(t) & \dots & U_z^2(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ U_1^m(t) & U_2^m(t) & \dots & U_z^m(t) \end{pmatrix}. \quad (3.8)$$

З причини того що будь-який автомобільний двигун має певну кількість циліндрів обробку діагностичного сигналу необхідно проводити паралельно для кожного циліндра.



Рис. 3.4 – Послідовно-паралельна обробка вхідних даних

Після паралельного зчитування діагностичних сигналів з різних циліндрів двигуна ми отримуємо усереднені реалізації сигналів для кожного циліндра. Це перший етап зчитування діагностичної інформації. На другому етапі потрібно відфільтрувати чисельні сигнали враховуючи умови того що окремі реалізації

можуть носити характер аномальних. Попадання аномальних реалізацій може бути з різних причин. Якщо окрема реалізація сигналу досить сильно відрізняється від усіх інших при періодичній роботі двигуна, то така реалізація вважається аномальною і воно не приймається до подальших досліджень. Така реалізація відфільтровується

3.2 Розробка діагностичної моделі автоматизованого діагностування

Для можливості створення передумов автоматизованого діагностування мехатронних систем автомобіля стає потреба розробити математичну діагностичну модель відповідно до якої буде виконуватися реалізуватись процес діагностики.

Математична діагностична модель являє собою теоретичний опис залежностей між вхідними параметрами які поступають діагностичну систему та вихідними параметрами які повинен отримати діагноз в результаті проведення діагностичних процедур.

Функціональна схема математичної моделі показана на рисунку 3.5.

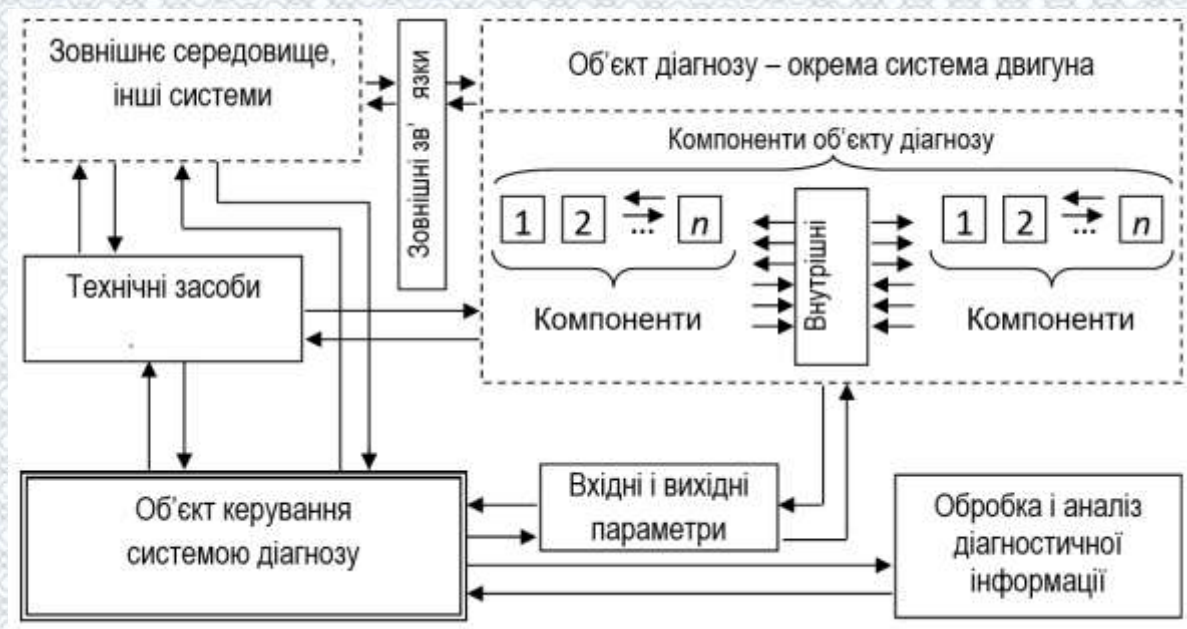


Рисунок 3.5 – Функціональна схема діагностичної системи

Діагностичні моделі для процесу діагностування мехатронних систем автомобіля можуть бути різних типів (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Типи діагностичних моделей

Перша велика група методів які можуть об'єднуватися у математичного модель є так звана група параметричного діагностування. Параметричні діагностування передбачає те що із системи яка діагностується послідовно зчитується якась певна кількість діагностичних параметрів які являють собою певний діагностичний вектор. Ці параметри послідовно обробляються в системі і на основі цього робиться висновок про те в якому технічному стані на даний час перебуває система.

Параметричні методи діагностики досить широко використовуються у діагностуванні різних систем і вони використовувалися тривалий період часу раніше. Це методи які не потребують складного діагностичного обладнання. Але параметричні методи діагностики мають свої певні недоліки.

Дуже вагомим недоліком є те що у сучасних мехатронних системах автомобіля досить велика кількість діагностичних параметрів які необхідно зчитувати і обробляти. Така суттєва кількість вхідної інформації може стати

перешкодою для можливості обробки цієї інформації діагностом. Для цього потрібно досить високу кваліфікацію діагностики буде виконувати діагностичні процедури. Тобто мається на увазі що підходить оснований на параметричних способах діагностики мають значний вплив людського фактору.

Другу велику групу методів на основі яких можна розробляти діагностичну математичну модель складають методи інтелектуальної обробки інформації.

Інтелектуальна обробка інформації на сьогоднішній день є досить перспективною в плані впровадження штучного інтелекту. Діагностичні моделі розроблені на основі інтелектуальної обробки інформації мають багато переваг над моделями які розроблені на основі параметричних методів діагностики.

Досить вагомою перевагою інтелектуальних діагностичних моделей є те що вони можуть створити передумови автоматизації процесу діагностики. Такі моделі майже виключають вплив людського фактору на постановку діагнозу.

Одним із видів інтелектуальних діагностичних моделей експертні системи. Це Системи які передбачають створення і накопичення великих обсягів інформації яка ґрунтується на знаннях експертів у сфері діагностики автомобілів. У більшості випадків такі бази знань носять форму запитань і відповідей. Така інформація є досить корисною під час проведення діагностичних процедур. Експертні знання дають можливість приймати певні рішення у різних ситуаціях і при вирішенні різних складних задач діагностики.

Одним видом діагностичних моделей є системи нечіткого логічного висновку. Такі системи створюються на основі обробки нечіткої інформації, на теорії нечітких множин. Нечітка логіка передбачає те що вхідна інформація у діагностичну систему може поступати не тільки у вигляді певних конкретних значень величин діагностичних параметрів, а і у вигляді словесного опису якихось процесів які відбуваються у мехатронній системі. Результатом роботи системи основаної на нечітких множинах є прийняття нечітких висновків які можуть служити основою для встановлення причин несправності та визначення необхідних обсягів діагностичних та сервісних процедур мехатронної системи.

Недоліком обох описаних інтелектуальних систем є те що як експертній

системі так і системи на основі нечітких множин не мають можливості самонавчання у процесі їх функціонування. Тобто мається на увазі що система буде функціонувати тільки у тому виді в якому вона була завантажена у базу даних і базу знань. З розвитком автомобільної техніки і мехатронних систем автомобіля бази даних і бази знань можуть ставати такими що не будуть відповідати сучасним вимогам. Тому такі системи потребують постійного удосконалення і розширення існуючих баз даних і баз знань.

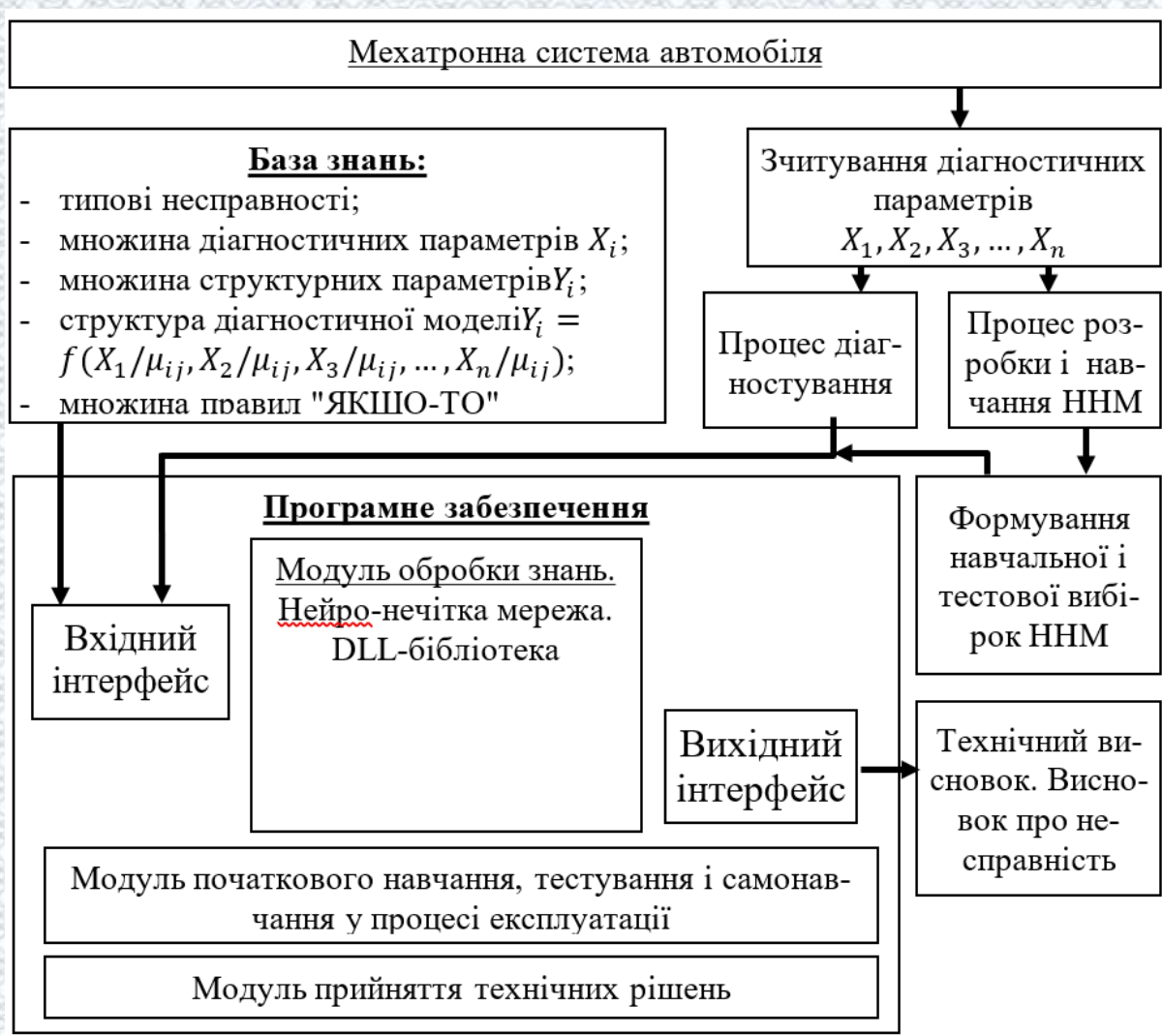


Рисунок 3.7 – Діагностична модель на основі нейро-нечіткої мережі

Ще одним типом математичних діагностичних моделей і моделі які базуються на штучних нейронних мережах. Одним з підвидів таких моделей є нейро-нечіткі мережі.

Діагностичні моделі на базі нейро-нечітких мереж мають переваги над іншими моделями так як вони об'єднують в собі сильні сторони нейронних мереж та систем які ґрунтуються нечіткій логіці. Нейронні мережі мають можливість само навчатися та адаптуватися до певних умов, а моделі з нечіткими множинами мають можливість враховувати інформацію яка поступає у діагностичну систему словесним описом.

Математична діагностична модель на основі Нейрони чіткої мережі може бути побудована у кілька етапів.

На першому етапі формується база знань нейро-нечіткої мережі також будується нечіткий автоматичний класифікатор. Це досить великий етап роботи. Він включає в себе формування множини параметрів системи які можна контролювати тобто множини вхідних параметрів, Формування множини вихідних параметрів які являють собою множину типових станів які може набувати система, Формування множини і переліку нечітких термінів для лінгвістичного оцінювання параметрів системи, формування множини правил.

На другому етапі будується безпосередньо сама структура нейро-нечіткої мережі яка включає в себе блок вхідної інформації блок обробки інформації та блок вихідної інформації.

Третім етапом є формування навчальної та тестової вибірки. Цей етап уже носить більш практичний характер і він передбачає збір інформації з мехатронної системи яка перебуває у різних технічних станах.

На четвертому етапі необхідно провести навчання системи на основі сформованої навчальної вибірки.

П'ятий етап є заключним і він передбачає тестування системи на основі тестової вибірки. Таке тестування являє собою порівняння результатів діагностики отриманих якимось іншим способом з результатами діагностики отриманих на основі розробленої діагностичної системи.

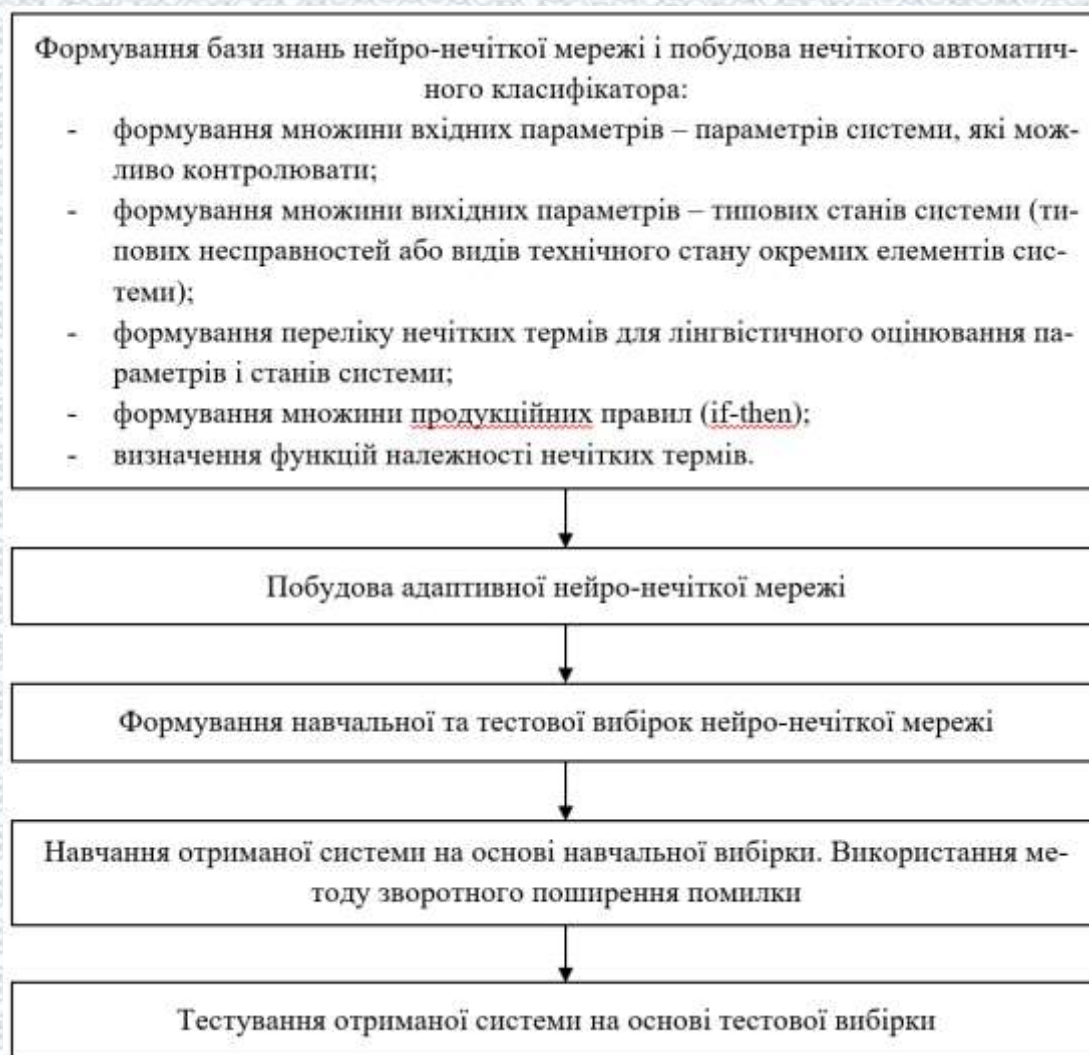


Рисунок 3.8 – Алгоритм побудови діагностичної моделі

3.3 Вирішення задачі класифікації у діагностичній моделі

Класифікацією називається процес віднесення об'єкта до одного з класів з урахуванням його властивостей.

Задача класифікації полягає у віднесенні об'єкта, заданого вектором інформативних ознак $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, до одного з наперед описаних класів $\{d_1, d_2, \dots, d_m\}$. Класифікація відповідає відображенню виду:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow y \in \{d_1, d_2, \dots, d_m\}. \quad (3.9)$$

Для класифікації необхідна нечітка база знань виду:

$$\begin{aligned}
 &\text{ЯКЩО } x_1 = a_{1,j1} \text{ I } x_2 = a_{2,j1} \text{ I } \dots \text{ I } x_n = a_{n,j1}, \text{ з вагою } w_{j1} \\
 &\text{АБО } x_1 = a_{1,j2} \text{ I } x_2 = a_{2,j2} \text{ I } \dots \text{ I } x_n = a_{n,j2}, \text{ з вагою } w_{j2} \\
 &\quad \dots, \\
 &\text{АБО } x_1 = a_{1,jk_j} \text{ I } x_2 = a_{2,jk_j} \text{ I } \dots \text{ I } x_n = a_{n,jk_j}, \text{ з вагою } w_{jk_j} \\
 &\text{ТО } y = d_j, j = \overline{1, m},
 \end{aligned} \tag{3.10}$$

де $a_{j,jp}$ - нечіткий терм, яким оцінюється змінна x_i у правилі з номером $jp, p = 1, k_j; k_j$ - кількість правил, що описують клас d_j .

Ступені належності об'єкта $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ класам d_j розраховують так:

$$\mu_{d_j}(X^*) = \max_{p=\overline{1, k_j}} w_{jp} \min_{i=\overline{1, n}} (\mu_{jp}(x_i^*)), \quad j = \overline{1, m}, \tag{3.11}$$

де $\mu_{jp}(x_i)$ - функція приналежності входу x_i нечіткому терму $a_{i,jp}$.

В якості вирішення вибирають клас з максимальним ступенем приналежності:

$$y^* = \arg \max_{\{d_1, d_2, \dots, d_m\}} (\mu_{d_1}(X^*), \mu_{d_2}(X^*), \dots, \mu_{d_m}(X^*)). \tag{3.12}$$

Нечітким класифікатором називається програмне забезпечення, яке моделює залежність $Y = f(X)$ за допомогою нечіткої логіки, де Y, X – вектори вихідних і вхідних змінних. Структура нечіткого класифікатора показана на рис. 3.9.

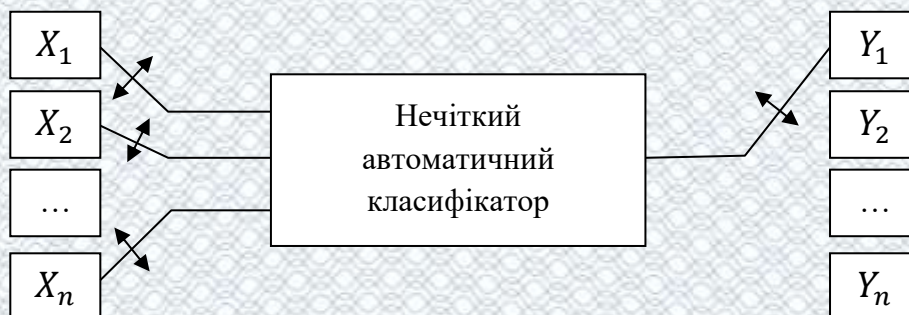


Рисунок 3.9 – Блок-схема системи нечіткого класифікатора

Елементи нечіткого логічного класифікатора виконують такі функції:

- фазифікатор – перетворює фіксований вектор входних змінних (вектор діагностичних параметрів) X у вектор нечітких множин $\tilde{X}$ за допомогою функцій належностей;
- база знань – зберігає інформацію про залежність $Y = f(X)$ у вигляді нечітких правил типу "ЯКЩО-ТО";
- блок нечіткого логічного висновку – прогнозує вектор нечітких значень вихідних змінних (діагнозів) Y , який відповідає вектору нечітких значень входних змінних (діагностичних параметрів) X ;
- дефазифікатор – перетворює вектор нечітких множин $\tilde{Y}$ у звичайний числовий вектор Y діагнозів

3.4 Модель постановки діагнозу мехатронної системи

Розробку моделі діагностування мехатронної системи автомобіля розглянемо на прикладі мікропроцесорної системи керування двигуном

Технічний стан мехатронної системи на прикладі мікропроцесорної системи керування двигуном може бути визначений на основі аналізу діагностичних і структурних параметрів експлуатації.

Зміна параметрів системи керування двигуном є невід'ємною частиною функціонування діагностичної системи. У процесі експлуатації ці параметри повинні враховуватися в залежності від того на якому етапі на даний час

експлуатується система.

Параметри отримані на різних етапах експлуатації поступають на вхід діагностичної системи і поступають у базу знань. На основі цього система має можливість самонавчатися і враховувати різні стани мехатронної системи які можуть виникати за різних умов експлуатації.

Система керування двигуном з мікропроцесорним керуванням є досить складним технічним об'єктом. Система являє собою сукупність декількох підсистем які повинні керуватися одним електронним блоком керування і виконувати свої функції залежно від функції інших систем.

Однією з найбільш важливих підсистем системи керування двигуном є підсистема подачі і впорскування палива у циліндри двигуна.

Паливну підсистему можна поділити на дві частини. Перша частина призначена для подачі палива від паливного бака до форсунок. Ця частина може дещо відрізнятися в залежності від конструкції автомобільного двигуна. Для бензинових двигунів з розподіленим впорскуванням бензину у впускний колектор система подачі палива являє собою бензонасос встановлений у паливному баку, який подає бензин через паливний фільтр до електромагнітних форсунок. Бензин акумулюється у паливній рампі під певним тиском, який регулюється регулятором тиску бензину. Надлишок бензину через зливний паливопровід повертається назад у паливний бак. Це найпростіший різновид системи подачі палива до електромагнітних форсунок.

Більш складним типом системи подачі палива є система яка передбачає безпосереднє впорскування бензину у камеру згоряння. У цьому випадку паливо повинно подаватися до форсунок під високим тиском. Тому в конструкцію в системи впроваджений паливний насос високого тиску який розташований між електробензонасосом низького тиску та паливною рампою. Бензин подається до форсунок під тиском 130...180 атм.

Найбільш складним типом системи подачі палива є дизельні системи, зокрема система яка має назву common Rail. Це система в якій тиск дизельного палива який подається до форсунок складає 1500 атм.

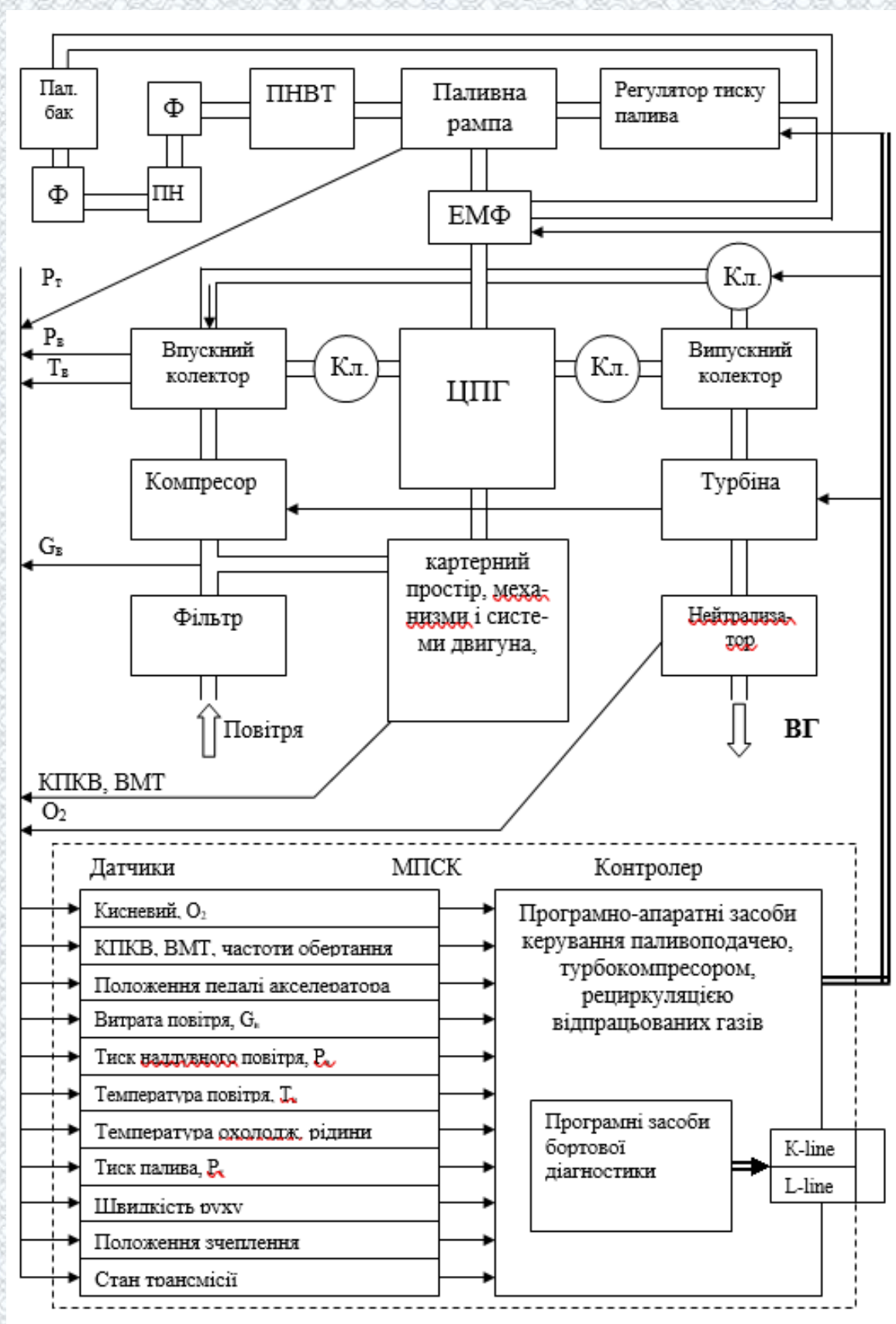


Рисунок 3.10 – Структурна схема системи керування двигуном

У будь-якому з перерахованих типів системи подачі палива необхідний елемент який буде впорскувати у циліндрі двигуна. Таким елементом є форсунки які керуються електронним блоком керування. У більшості випадків це електромагнітні форсунки.

Розглянемо більш детально процес керування впорскуванням палива електромагнітною форсункою для можливості створення діагностичної моделі яка буде в автоматизованому режимі діагностувати і визначати технічний стан цього елемента.

Електромагнітна форсунка керується сигналами від електронного блока керування. Основними величинами які визначає електронний блок керування є початок моменту впорскування та тривалість відкритого стану форсунки.

Для забезпечення ефективної роботи двигуна форсунка повинна виконувати основну свою функцію - це впорскувати паливо у необхідній кількості у визначений момент часу.

Кількість палива яке впорскується електромагнітною форсункою завжди змінюється у процесі роботи двигуна. Ця кількість залежить від досить багатьох факторів і може бути визначена за формулою

$$G = \mu f_{\phi} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_T \cdot P_T} \cdot \tau_{\text{вп}}, \quad (3.13)$$

де μf_{ϕ} – прохідний перетин отворів розпилювача, м²;

ρ_T – густина палива, кг/м³;

P_T – різниця тисків (перепад) на розпилювачі форсунки, Н/м²;

$\tau_{\text{вп}}$ – час відкритого стану, с.

Система керування двигуном може розглядатися як об'єкт діагностування який можна представити як закриту систему із вхідними і вихідними параметрами. Така закрита система має специфічну назву чорного ящика. (рис. 3.11).

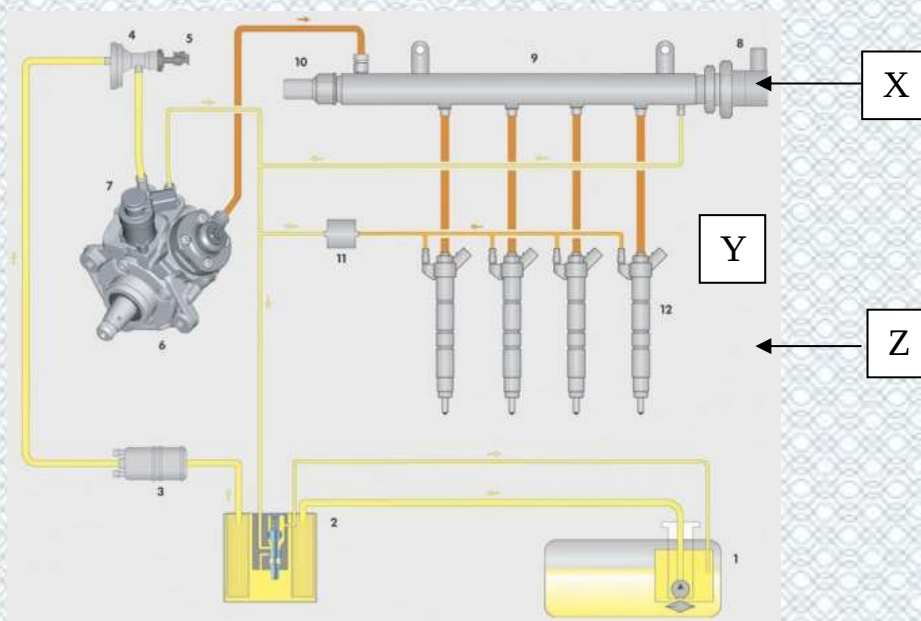


Рисунок 3.11 – Об'єкта діагностування у вигляді «чорного ящика»

Модель діагностичної системи для елементів який відображений як об'єкт чорного ящика може бути задана у вигляді залежностей між вхідними та вихідними параметрами:

$$Y = F\{Z, X\}, \quad (3.14)$$

де Y - кінцева множина структурних параметрів;

F - оператор, що перетворить множину Z і X у множину Y .

Z - кінцева множина зовнішніх параметрів;

X - кінцева множина діагностичних параметрів;

Під час діагностування системи керування двигуном на процедуру діагностування можуть впливати різні супутні фактори які не є основними для самої діагностики. Такими факторами для двигуна є температура двигуна та частота обертів колінчастого вала, а також температура навколишнього середовища.

Ці фактори звісно безпосередньо будуть впливати на результати

діагностування і назначення діагностичних параметрів. Але у процесі діагностування ці фактори можна стабілізувати і під час діагностики ними можна знехтувати. Виходячи з цього попередній вираз можна дещо спростити:

$$Y = F\{X\}. \quad (3.15)$$

Особливістю діагностування автомобільного двигуна є те що двигун має декілька циліндрів і під час діагностування необхідно враховувати діагностичні параметри для кожного окремого циліндра. Вираз (3.7) прийме вид:

$$Y_i = F\{X_i\}, \quad (3.16)$$

де Y_i – множина структурних параметрів для i -ого циліндра;

X_i – множина діагностичних параметрів для i -ого циліндра.

При розробці діагностичної моделі необхідна розробка і формулювання певних логічних функцій які являють собою словесні вирази типу якщо то. Такі вирази передбачають опис конкретних типових несправностей які виникають при певній комбінації діагностичних параметрів.

Логічними функціями системи подачі палива є параметри які характеризують роботу цієї системи. Значення цих структурних параметрів можуть характеризувати граничний стан системи:

$$Y = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4\}, \quad (3.17)$$

де Y_1 – продуктивність насоса подачі палива;

Y_2 – герметичність регулятора тиску палива;

Y_3 – похідний перетин отвору форсунки;

Y_4 – опір обмотки форсунки;

Для підсистеми подачі палива можна привести такий приклад: перепад тиску при виконанні методу проливання певної форсунки зменшений, тиск в паливній рампі відповідає нормі, струм споживання форсунки відповідає нормі, тривалість імпульсу відкритого стану форсунки стабільна. Це дає можливість зробити певні висновки щодо технічного стану: клапан регулятора тиску палива герметичний, опір обмотки форсунки відповідає нормі, продуктивність ПНВТ в нормі, прохідний перетин отвору форсунки зменшений, обмотка не замкнена на масу. Це характеризує ступінь забруднення форсунки.

Типовими параметрами електромагнітної форсунки є струм споживання який необхідний для відкриття форсунки а також величина прохідного перетину форсунки через який проходить паливо під час відкритого стану голки форсунки.

Через електромагнітну форсунку може проходити різний струм споживання в залежності від технічного стану обмотки форсунки. Якщо струм споживання рівний нулю то це означає що обмотка форсунки обірвана, через неї струм не проходить. Якщо струм споживання не відповідає технічним умовам і дещо збільшений це свідчить про те що у обмотках форсунки є міжвиткові замикання і опір форсунки зменшений.

Ще одним параметром є величина прохідного перетину яка може змінюватися в залежності від технічного стану форсунки. Якщо прохідний перетин форсунки зменшується то її необхідно промити. Збільшення прохідного перетину призводить до того що форсунка за певний визначений період часу упорскує більше палива аніж повинно бути. Така форсунка не підлягає відновленню її необхідно замінити.

На основі такого словесного опису створюється спеціалізовані правила які завантажуються у базу знань

3.5 Діагностична модель на базі нейро-нечіткої мережі

Для розробки практичного алгоритму діагностичної моделі необхідно створити базу діагностичних параметрів. Для кожного діагностичного параметра

необхідно визначити умови його зчитування та спосіб яким можна отримати цю інформацію безпосередньо з двигуна.

Перелік діагностичних і структурних параметрів показані в таблицях (табл. 3.1-3.3).

Таблиця 3.1 – Перелік діагностичних параметрів

Позначення	Назва параметра	Вид отриманої інформації
X_1	Тиск палива в паливній рампі	Осцилограма тиску палива
X_2	Напруга керування форсункою	Осцилограма напруги керування форсункою
X_3	Сила струму споживання форсунки	Осцилограма струму споживання форсунки

Таблиця 3.2 – Діагностичні параметри та їх отримання

Параметр	Діагностичних сенсор	Місце приєднання. Джерело інформації
X_1	Сенсор тиску палива	Паливна рампа
X_2	Сенсор контактний (універсальний щуп)	Провід керування форсункою (від форсунки до ЕБК)
X_3	Сенсор струму	Провід керування форсункою

Таблиця 3.3 – Структурні параметри та можливі несправності

Позначення	Назва параметра	Несправність
Y_1	ТС насоса подачі палива	Недостатня подача палива
Y_2	ТС регулятора тиску	Негерметичність регулятора
Y_3	Ступінь забруднення форсунки	Зменшення прохідного отвору форсунки
Y_4	ТС обмотки форсунки	Коротке замикання або замикання на масу обмотки

Після формування бази можливих діагностичних параметрів, структурних параметрів та бази можливих типових несправностей і взаємозв'язків між ними можна формувати саму модель на основі нейроничної мережі.



Рисунок 3.12 – Алгоритм діагностування мехатронної системи

Налаштування запропонованої діагностичної системи на основі нейро-нечіткої мережі виконувалась із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення MatLab і пакета Fuzzy Logic Toolbox. Це програмне забезпечення підтримує всі етапи розробки нечітких систем.

На першому етапі формується нейро-нечітка мережа. (рис. 3.13, 3.14) На другому етапі виконується її навчання (рис. 3.15). На третьому етапі виконуються процедура тестування яка є заключною (рис. 3.16).

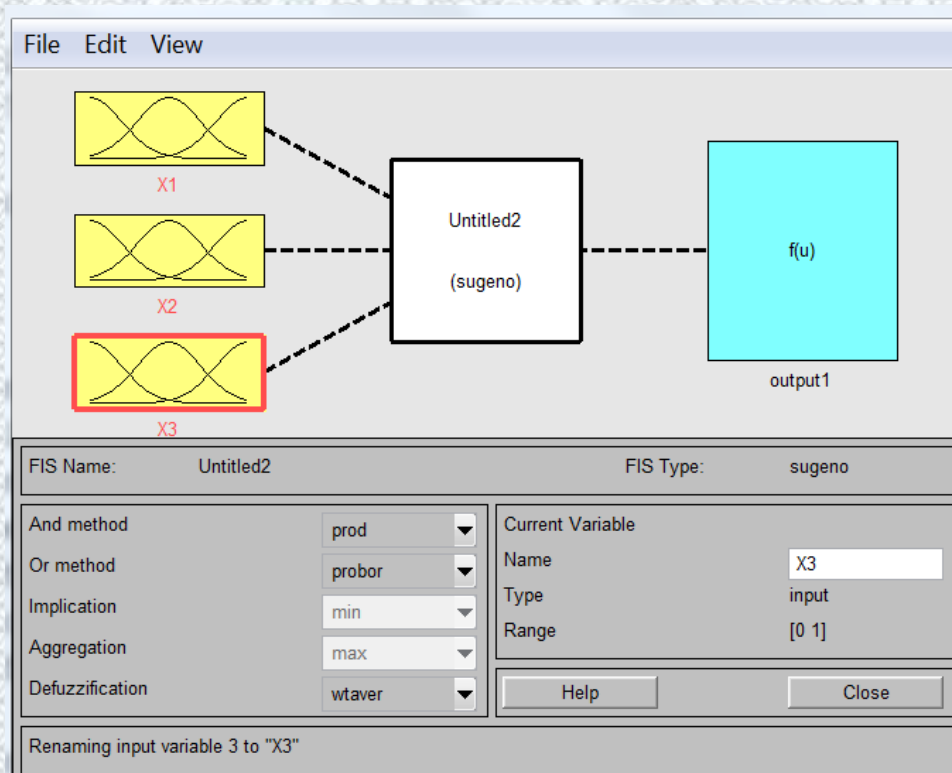


Рисунок 3.13 – Формування вхідних і вихідних параметрів нейро-нечіткої мережі

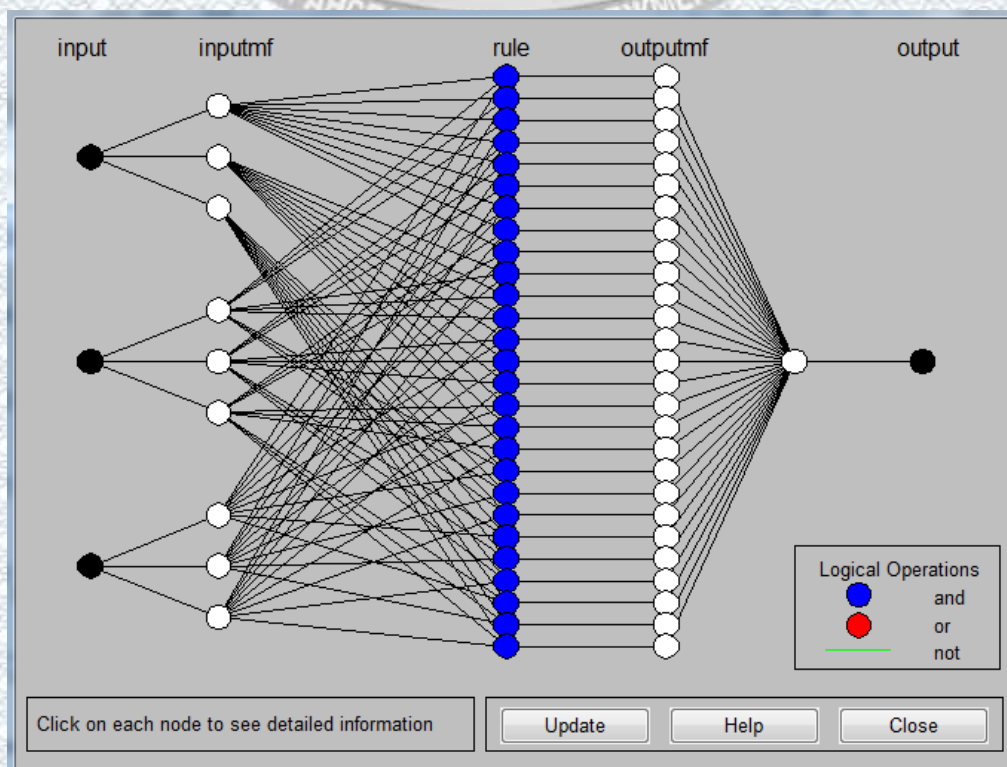


Рисунок 3.14 – Процедура формування нейро-нечіткої мережі

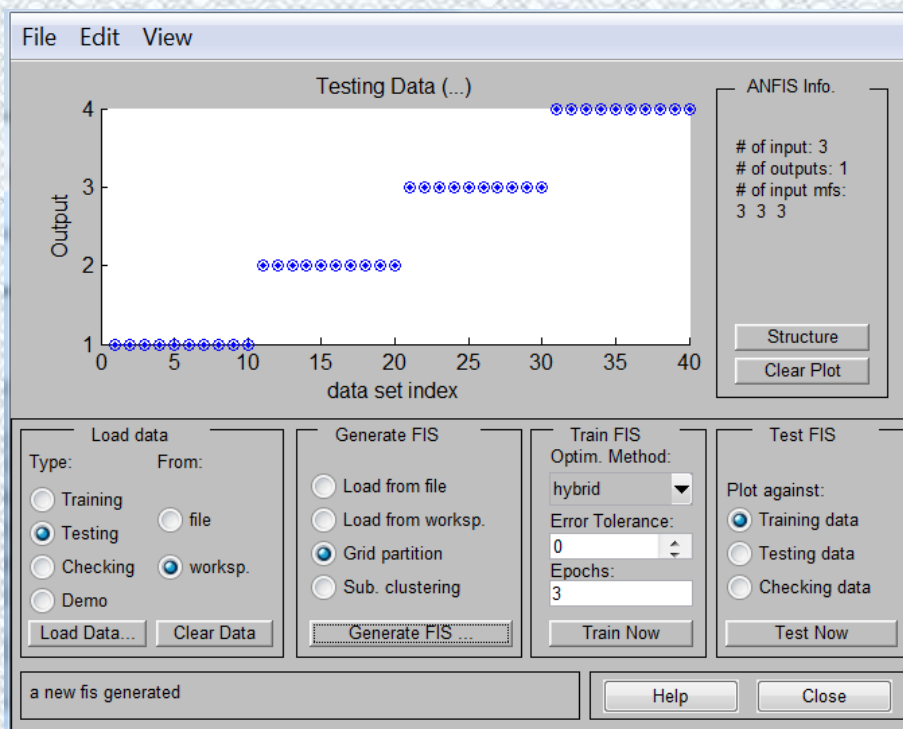


Рисунок 3.15 – Процедура навчання нейро-нечіткої мережі

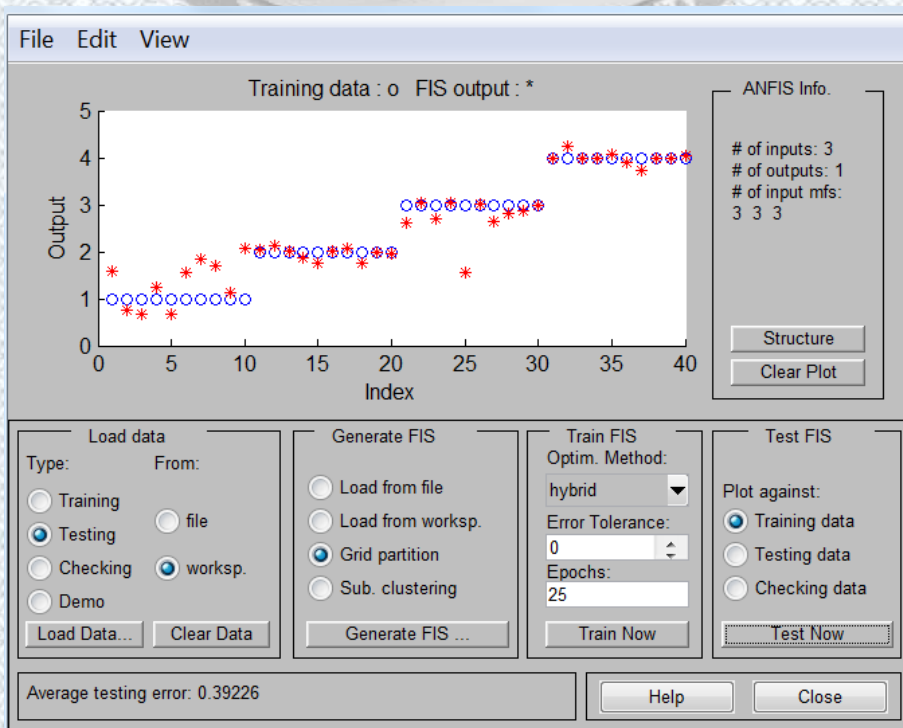


Рисунок 3.16 – Процедура тестування нейро-нечіткої мережі

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕНИХ РІШЕНЬ

4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень

Фактична або повна сума інвестиційних вкладень в методику діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі визначається в результаті проведення калькуляції основних статей витрат. Дана методика втілюється в технологію діагностування і впроваджується на СТО.

Трудомісткість науково-дослідної діяльності базується на наступній інформації: кількість макетів (набори даних вхідної інформації) для процесу моделювання; кількість різновидів форм вихідної інформації; ступінь новизни групи задач (задачі) - А – задачі, які передбачають використання принципово нових методів розробки, проведення науково-дослідних робіт.

Таблиця 4.1 – Вхідна інформація для визначення трудомісткості дослідницької діяльності

Найменування	Ступінь новизни	Складність алгоритму	Вид інформації	Кількість макетів вхідної інформації	Кількість макетів вихідної інформації	Формування баз знань
Параметр	Б	А	БД	З	5-6	Високого рівня
Нормативні дані визначені на основі вхідної інформації						
	36	$k_{\text{стан.}} - 0,7$	$N_{\text{час}} - 125$		$k_{\text{м}} - 1$	
			$k_{\text{скл}} - 1,08$			

Загальну трудомісткість можна визначити за формулою:

$$T_{\text{заг}} = N_{\text{час}} \cdot k_{\text{скл}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{станд}} \cdot k_{\text{станд ПП}}, [\text{людино дні}] \quad (4.1)$$

де $T_{\text{заг}}$ – загальна трудомісткість, людино-дні;

$N_{\text{час}}$ – норма часу, людино-дні;

$k_{\text{станд.ПП}}$ – коефіцієнт розробки стандартного ПП (норму часу слід коректувати за допомогою коефіцієнта використання стандартного математичного забезпечення, який становить 1,2 – 1,6).

$$T_{\text{заг}} = 125 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,4 = 122,5 \text{ (людино днів)}$$

Визначення необхідної кількості розробників.

Необхідна чисельність працівників, необхідних для розробки визначається згідно з формулою:



$$Ч = \frac{T_{\text{заг}}}{\Phi_{\text{р.ч.}} \cdot \frac{t_{\text{розр.}}}{12}}, [\text{осіб}] \quad (4.2)$$

де $Ч$ - необхідна чисельність розробників ПП, осіб;

$T_{\text{заг.}}$ – загальна трудомісткість, людино-дні;

$\Phi_{\text{р.ч.}}$ – річний фонд робочого часу (встановлюється трудовим законодавством на кожен рік, днів;

$t_{\text{розробн}}$ – запланований строк розробки, місяці.

$$Ч = \frac{122,5}{250 \cdot \frac{3}{12}} = 0,4 \approx 1 \text{ (особа)}.$$

Для визначення мінімальної тарифної ставки, тобто тарифної ставки першого розряду використовуємо наступну формулу:

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{3\Pi_{\text{мін}}}{\Phi_{\text{нм}}} \cdot K_2, [\text{грн}] \quad (4.3)$$

де $ЗП_{\min}$ – мінімальна заробітна плата (згідно чинного законодавства), грн.;

$\Phi_{\text{нм}}$ – номінальний місячний фонд робочого часу одного працівника, год.
(відповідно до Галузевої угоди);

K_z – галузевий коефіцієнт.

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{8000}{162} \cdot 1,25 = 61,72 \text{ (грн.)}$$

Для розрахунку тарифної ставки інших розрядів використовуємо тарифні коефіцієнти і наступну методику розрахунку:

$$T_{\text{ст}}^i = T_{\text{ст}}^1 \cdot K_m^i, [\text{грн}] \quad (4.4)$$

де K_m^i - тарифний коефіцієнт і-го розряду.

Розрахуємо тарифну ставку для працівників 5-го розряду.

$$T_{\text{ст}}^5 = 61,72 \cdot 1,96 = 120,98 \text{ (грн);}$$

Складаємо штатний розклад виробничих робітників відповідно до визначеної потреби у працівниках.

Таблиця 4.2 - Штатний розклад розробників зайнятих в науково-дослідницькій діяльності

Посада	Тарифний розряд	Кількість працівників, чол.	Тарифна ставка, грн.	Середньо годинна тарифна ставка, грн.
Інженер-механік	5	1	120,98	120,98
Штатна чисельність працівників		1	-	120,98

Розрахунок фонду основної і додаткової заробітної плати.

До фонду основної заробітної плати включають заробітну плату розраховану в межах встановлених норм по тарифу.

$$ЗП_{осн} = T_{с.год} \cdot \Phi_{вр} \cdot P_{ш}, [\text{грн}] \quad (4.5)$$

$$ЗП_{осн} = 120,98 \cdot 336 \cdot 1 = 40651,85 \text{ (грн)}.$$

Фонд додаткової заробітної плати включає в себе різні види доплат- за професійну майстерність – 20%, за інтенсивність – 12% від основної заробітної плати дослідників та суму нарахованої премії, тощо. Розміри цих доплат встановлюються відповідними законодавчо-нормативними актами, а розмір премії - діючим на підприємстві Колективним договором. Проводимо розрахунки і формуємо фонд додаткової заробітної плати.

$$ЗП_{дод} = 8130,37 + 4878,22 + 6097,77 = 19106,36 \text{ (грн)}.$$

Плановий фонд оплати праці складається з фонду основної заробітної плати та фонду додаткової заробітної плати:

$$\Phi ОП = ЗП_{осн} + ЗП_{дод}, [\text{грн}] \quad (4.11)$$

$$\Phi ОП = 40651,85 + 19106,36 = 59758,21 \text{ (грн)}.$$

Розрахунок єдиного соціального внеску.

Єдиний соціальний внесок розраховується за формулою

$$B_{ЄСВ} = \frac{BB_{ЄСВ}}{100} \cdot \Phi ОП, [\text{грн}] \quad (4.12)$$

де BV_{ECB} -відсоток відрахувань єдиного соціального внеску,%.

$$B_{ECB} = \frac{22}{100} \cdot 59758,21 = 13146,8 \text{ (грн)}.$$

4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Суму амортизаційних відрахувань для груп обладнання основних засобів розраховується в залежності від норм амортизації визначених в Податковому кодексі України та терміну використання в дослідницьких цілях (у місяцях)

$$A_A = \frac{15687 \cdot 20}{100} \cdot \frac{3}{12} = 784,35 \text{ (грн)}$$

Витрати на силову електроенергію під час проектувальних заходів

$$B_c = 4,32 \cdot 0,57 \cdot 336 \cdot 0,8 = 661,89 \text{ (грн)}$$

Розрахуємо загальновиробничі витрати, які приймаються від 5 до 15% від основної заробітної плати дослідників зайнятих у даному інвестиційному проєкті.

На основі проведених розрахунків складаємо кошторис інвестиційних витрат за наступною формою.

Таблиця 4.3 – Кошторис інвестиційних витрат методики діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі

Статті витрат	Умовне позначення	Сума, грн.	Структура, %
1	2	3	4
Заробітна плата основна	$ЗП_{осн}$	40651,85	53,21

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4
Заробітна плата додаткова	$ЗП_{\text{дод}}$	19106,36	25,01
Нарахування на заробітну плату єдиного соціального внеску	$B_{\text{ЄСВ}}$	13146,8	17,21
Амортизаційні відрахування	A_A	784,35	1,02
Витрати на електроенергію	B_c	661,89	0,80
Загальновиробничі витрати	$B_{\text{зг}}$	2032,59	2,66
Разом		76382,99	100

Розрахунок експлуатаційних витрат включає в себе формування бази знань для ННМ та підтримка діючої моделі у працездатному стані протягом всього періоду експлуатації. Розрахуємо заробітну плату персоналу пов'язаного з формуванням бази знань

$$З_{\text{обс}} = 12 \cdot M \cdot \beta [\text{грн/рік}], \quad (4.8)$$

де 12 – число місяців;

M – місячний посадовий оклад інженерно – технічного працівника, грн.
 β – частка часу, який витрачає працівник на обслуговування та оновлення бази знань, в загальному часі своєї роботи - 10-18%

$$З_{\text{обс}} = 12 \cdot 8000 \cdot 0,12 = 11520(\text{грн/рік}).$$

Додаткову заробітну плату складає 10% від оплати праці інженерно-технічного працівника – 1152,0 грн.

Розраховуємо нарахування на заробітну плату - $H_{\text{ЄСВ}}$

$$H_{\text{ЄСВ}} = (11520 + 1152) \cdot 0,22 = 2787,84(\text{грн}).$$

Витрати на електроенергію (при живленні із електромережі)

$$B_c = 4,32 \cdot 0,4 \cdot 1800 \cdot 0,96 \cdot 0,12 = 358,31 \text{ (грн)}$$

Розрахуємо амортизаційні відрахування

$$A = \frac{76382,99 \cdot 20 \cdot 12}{100} = 1833,19 \text{ (грн).}$$

Витрати на поточний ремонт комп'ютерної техніки можна розрахувати за формулою:

$$P = [(0,04 \div 0,1) \cdot Ц + З_d + З_{обс}] \cdot \beta \text{ [грн]}, \quad (4.13)$$

де Ц – балансова вартість персонального комп'ютера, грн.;

$$P = 0,1 \cdot 15687 + (11520 + 1152) \cdot 0,12 = 1708,8 \text{ (грн).}$$

Розрахуємо інші витрати як 5-10% від загальної суми усіх попередніх витрат

$$I_b = (11520 + 1152 + 2787,84 + 358,31 + 1833,19 + 1708,8) \cdot 0,07 = 1355,20 \text{ (грн.)}$$

Сума витрат попередніми статтями дає величину витрат для забезпечення працездатності інвестиційного проекту та формування бази знань

Таблиця 4.5 – Кошторис витрат пов'язаних з формування бази знань та забезпечення процесу експлуатації

Статті витрат	Умовні позначення	Сума грн.	Структура, %
Заробітна плата обслуговуючого персоналу	$З_{обс}$	11520,0	54,00

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
Додаткова заробітна плата	Z_d	1152,0	5,40
Нарахування на заробітну плату	$H_{\text{св}}$	2787,84	13,07
Амортизаційні відрахування для програмного продукту	A	1833,19	11,54
Витрати на поточний ремонт комп'ютерної техніки	P	1708,8	8,27
Витрати на електроенергію	B_c	358,31	1,08
Інші витрати	I_b	1355,20	6,64
Разом	E_2	20715,34	100

Розраховуємо умовний обсяг робіт з використанням інвестиційного проекту методики діагностування двигуна на основі нейронечіткої мережі Q за формулами

$$Q_1 = \frac{F \cdot 60 \cdot \beta}{t_1} [\text{ум. од.}] , \quad (4.16)$$

$$Q_2 = \frac{F \cdot 60 \cdot \beta}{t_2} [\text{ум. од.}] , \quad (4.17)$$

де Q_1, Q_2 – умовний обсяг робіт при застосування існуючого та інноваційного підходу, умовних одиниць.

t_1 та t_2 – час виконання конкретної функції або роботи при застосуванні відповідно існуючого та нового підходу, хв.

$$Q_1 = \frac{1800 \cdot 60 \cdot 0,12}{16} = 810 \text{ (ум. од.)};$$

$$Q_2 = \frac{1800 \cdot 60 \cdot 0,12}{3} = 4320 \text{ (ум. од.)}.$$

4.3 Розрахунок економічної ефективності

Річний економічний ефект від впровадження інвестиційного проекту з методики діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі

$$\Delta E = \left(\frac{E_1}{Q_1} - \frac{E_2}{Q_2} \right) \cdot Q_2 [\text{грн./рік}], \quad (4.18)$$

де E_1 – експлуатаційні витрати при використанні діючого підходу, грн./рік.

E_2 – експлуатаційні витрати при використанні інвестиційного проекту на основі нейро-нечіткої мережі, грн./рік.

$$\Delta E = \left(\frac{15560,75}{810} - \frac{20715,34}{4320} \right) \cdot 4320 = 62686,67 (\text{грн./рік}).$$

Термін окупності інноваційного проекту

$$T_0 = \frac{B}{\Delta E} [\text{років}], \quad (4.19)$$

де B – загальна сума капіталовкладень.

ΔE – річний економічний ефект використання інноваційної методики, грн.

$$T_0 = \frac{76382,99}{62686,67} = 1,2 \text{ (року)}.$$

Виходячи із проведених розрахунків можна узагальнити, що методика діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі є ефективною так, як термін окупності інноваційного підходу складає 1,2 року < 3 років (нормативне значення) і базується на нових цифрових підходах до діагностування.

ВИСНОВКИ

1. Проведений у першому розділі аналіз виробничої діяльності станції технічного обслуговування показує що питання підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобілів є досить актуальним і потребує удосконалення.
2. Технологічний розрахунок станції технічного обслуговування та визначення річної трудомісткості діагностичних робіт дали можливість організувати робочі місця у зоні діагностики та розподілити обсяг робіт між ними і виконавцями. Такі організаційні заходи підвищили ефективність виконання діагностичних робіт та зменшили час на їх виконання.
3. Запропонований науковий підхід щодо розробки діагностичної моделі діагностування мехатронних систем автомобіля створює передумови для можливості автоматизації процесу діагностування.
4. Розроблені практичні алгоритми на основі моделі з нейронечіткою мережею дають можливість практичної реалізації та впровадження запропонованої методики під час діагностування автомобілів

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрусенко С. І. Організація фірмового обслуговування : навчальний посібник [для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство"] / ІСДО; Український транспортний ун-т. / Андрусенко С. І. – К. : ІЗМН, 1996. – 215 с.
2. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І. ; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
3. Андрусенко С.І. Технології підвищення ефективності виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту: [Навчальний посібник] / Андрусенко С.І., Бугайчук О.С. – К.: «Медін-форм», 2017. – 212 с.
4. Волков В.П. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Волков [та інш.]; – Харків: ХНАДУ, 2018. – 300 с.
5. Кукурудзяк Ю. Ю. Розробка та реалізація методу автоматизованого діагностування системи запалювання автомобільного двигуна на основі порівняння спектрів сигналів : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Ю. Ю. Кукурудзяк. – Харків, 2005. – 205 с.
6. Назар Ф. А. Обґрунтування та реалізація методів автоматизованого діагностування бензинових двигунів на основі аналізу параметрів в їх системах: автореф. дис. на здобуття вчен. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.03 / Ф. А. Назар ; Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т". – Х., 2003. – 20 с.
7. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).
8. Редзюк А. М. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; монографія за заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «Державтотранс-НДІпроект», 2005. – 400 с.

9. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2008.- 341 с.
10. Оперативний контроль технічного стану транспортних засобів : монографія / І.В. Грицук, В.П. Волков, І. В. Худяков, Т.В. Волкова, В.П. Кужель— Харків – Херсон – Вінниця: Едельвейс і К, 2022. – 197 с. ISBN 978-617-7417-00-1.
11. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. – Львів, Львівська політехніка, 2017. – 324 с.
12. Малай Д.О., Гриб І.О., Дронь Р.Р. Особливості діагностування автомобілів в умовах станції технічного обслуговування // Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи", [Електронний ресурс] – Вінниця: ВНТУ, 2024. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024>
13. Волков В.П. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортового діагностичного комплексу. / Волков В.П., Матейчик В.П., Комов П.Б., Грицук І.В., Комов А.П., Волков Ю.В. // Науковий журнал Управління проектами, системний аналіз і логістика – Київ.: НТУ, 2014. – Випуск 13. С.126 – 138.
14. Волков В. П. Методи визначення й оцінювання показників оптимального температурного стану двигуна внутрішнього згорання і транспортного засобу в умовах експлуатації / В. П. Волков, І. В. Грицук // Автомобильный транспорт. - 2015. - Вып. 37. - С. 13-21.
15. Мінчев, М. В. Методи діагностики технічного стану двигунів внутрішнього згорання з використанням цифрових двійників. Наукові праці НТУ "ХПІ", 4(3), 2023. - 123–130.
16. Розум, Р., Буряк, М., Попович, П. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів. Збірник наукових праць Луцького НТУ, 14(2), 2021 – С. 67–74.
17. Кукурудзяк, Ю. Ю. Система моніторингу технічного стану автомобільного двигуна. Вісник Вінницького національного технічного університету, 3,

2018 – С. 29–34. Кукурудзяк, Ю. Ю. Діагностування системи керування двигуном на основі аналізу інформації бортової діагностики. Вісник Вінницького національного технічного університету, 2, 2015 - С. 123–128

18. Штовба С. Д. Логічне виведення за ієрархічними гібридними нечіткими базами знань. Матеріали II Міжнародної науковотехнічної конференції "Обчислювальний інтелект", Черкаси, Україна, 14–17 травня 2013 р.

19. Ng, K. Y., Frisk, E., Krysander, M. A Realistic Simulation Testbed of A Turbocharged Spark-Ignited Engine System: A Platform for the Evaluation of Fault Diagnosis Algorithms and Strategies. arXiv Preprint, arXiv:2020 - 2002.03201.

20. Шокарев, О. М., & Болтянська, Н. І. Засоби діагностики сучасних автомобільних двигунів. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. 2020

21. Наконечний, А. І. Методи та засоби діагностування роботи двигуна автомобіля за оцінкою його віброакустичних характеристик. Науковий вісник НУ "Львівська політехніка", 907, 2018 - С. 38–43

22. Neto, M. A. S., Vincenzi, A. M. R., & Nakagawa, E. Y. (2017). Systematic Literature Review on Automotive Diagnostics. 2017 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA), 2017 - С. 117–126.

23. Gong, C. S. A. How to Implement Automotive Fault Diagnosis Using Artificial Intelligence Scheme. Micromachines, 13(9), 2022

24. Al-Ghushami, M. A., Hossain, M. A., & Hossain, M. A. Deep Learning Towards Intelligent Vehicle Fault Diagnosis. 2020 IEEE International Conference on Informatics, IoT, and Enabling Technologies (ICIOT), 2020 – С. 224–229.

25. Murphy, C., Xie, C., & Aviyente, S. Automotive Fault Detection and Prediction Using Machine Learning: A Case Study on Engine Misfire. International Journal of Vehicle Design, 87(4), 2021 – С. 323–342.

26. Kumar, R., Sharma, S., & Singh, A. K. Application of Machine Learning in Predictive Maintenance of Automotive Engines. Journal of Automotive Research and Applications, 4(3), 2018 С. 76–83.

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

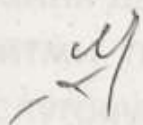
**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ НА СТАНЦІЇ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ «БОШ СЕРВІС АВТОХЕЛФ» МІСТО
ВІННИЦЯ УДОСКОНАЛЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ
МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ**

Ілюстративна частина
до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

**Підвищення ефективності діагностичних робіт на станції
технічного обслуговування «Бош Сервіс Автохелф» місто
Вінниця удосконаленням технології діагностування
мехатронних систем автомобіля**



Керівник роботи
к.т.н., доц. Ю.Ю. Кукурудзяк



Розробив студент гр. 2АТ-23м
Д.О. Малай

Мета роботи – Підвищення ефективності діагностичних робіт на станції технічного обслуговування удосконаленням технології діагностування мехатронних систем автомобіля

Основні задачі роботи:

1. Проаналізувати виробничу діяльність станції технічного обслуговування та зони діагностування автомобілів зокрема.
2. Виконати аналіз доступних інформаційних ресурсів та проаналізувати існуючі методи і способи діагностування мехатронних систем автомобіля.
3. Виконати технологічний розрахунок станції технічного обслуговування автомобілів із визначенням річної трудомісткості діагностичних робіт та розподілу робіт між робочими місцями.
4. Обґрунтувати науковий підхід для розробки математичної діагностичної моделі діагностування мехатронної системи автомобіля на прикладі мікропроцесорної системи керування двигуном.
5. Розробити алгоритми для можливості практичної реалізації діагностування мехатронної системи автомобіля.

Об'єкт дослідження – процес діагностування мехатронної системи автомобіля на прикладі мікропро-цесорної системи керування двигуном

Предмет дослідження – методи і алгоритми підвищення функціонування зони діагностики в умовах ста-нції технічного обслуговування

Наукова новизна отриманих результатів

1. Обґрунтовано і запропоновано науковий підхід щодо діагностування мехатронної системи автомобіля на прикладі мікропроцесорної системи керування двигуном.
2. Отримали подальший розвиток методи та способи діагностування системи керування двигуном із застосуванням комп'ютерного діагностичного обладнання.

Практичне значення одержаних результатів

Розроблено практичний алгоритм та діагностичну модель діагностування мехатронної системи автомобіля на прикладі мікропроцесорної системи керування двигуном.

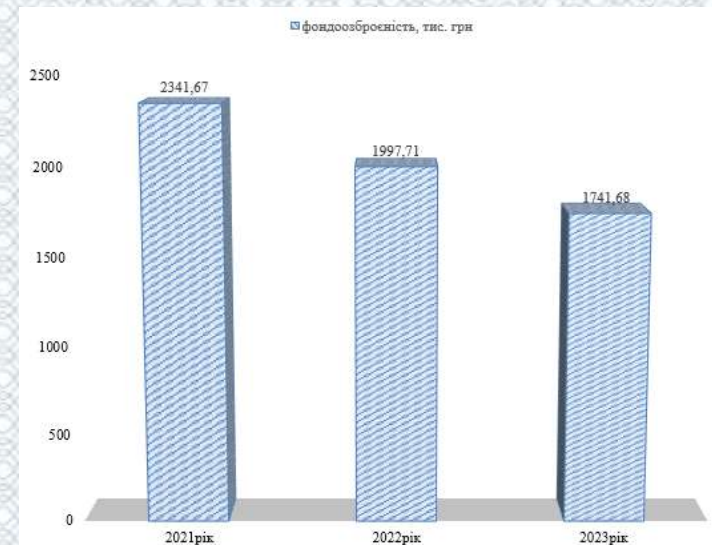
Аналіз виробничої діяльності СТО«Бош Сервіс Автохелф»

Найменування показника	2021 р.	2022р.	2023р.
Чисельність працівників, осіб	18	23	21
Чисельність виробничого персоналу, осіб	12	14	16
Частка виробничих працівників у загальній чисельності персоналу, %	66,6	60,8	76,19
Собівартість послуг, грн	1580	1621	1720
Фонд оплати праці, тис. грн.	3045,6	4846,5	5468,4
Середньомісячна заробітна плата, грн	14100	17560	21700

Структура попиту споживачів автосервісних послуг



Динаміка рівня фондоозброєння на одного виробничого працівника



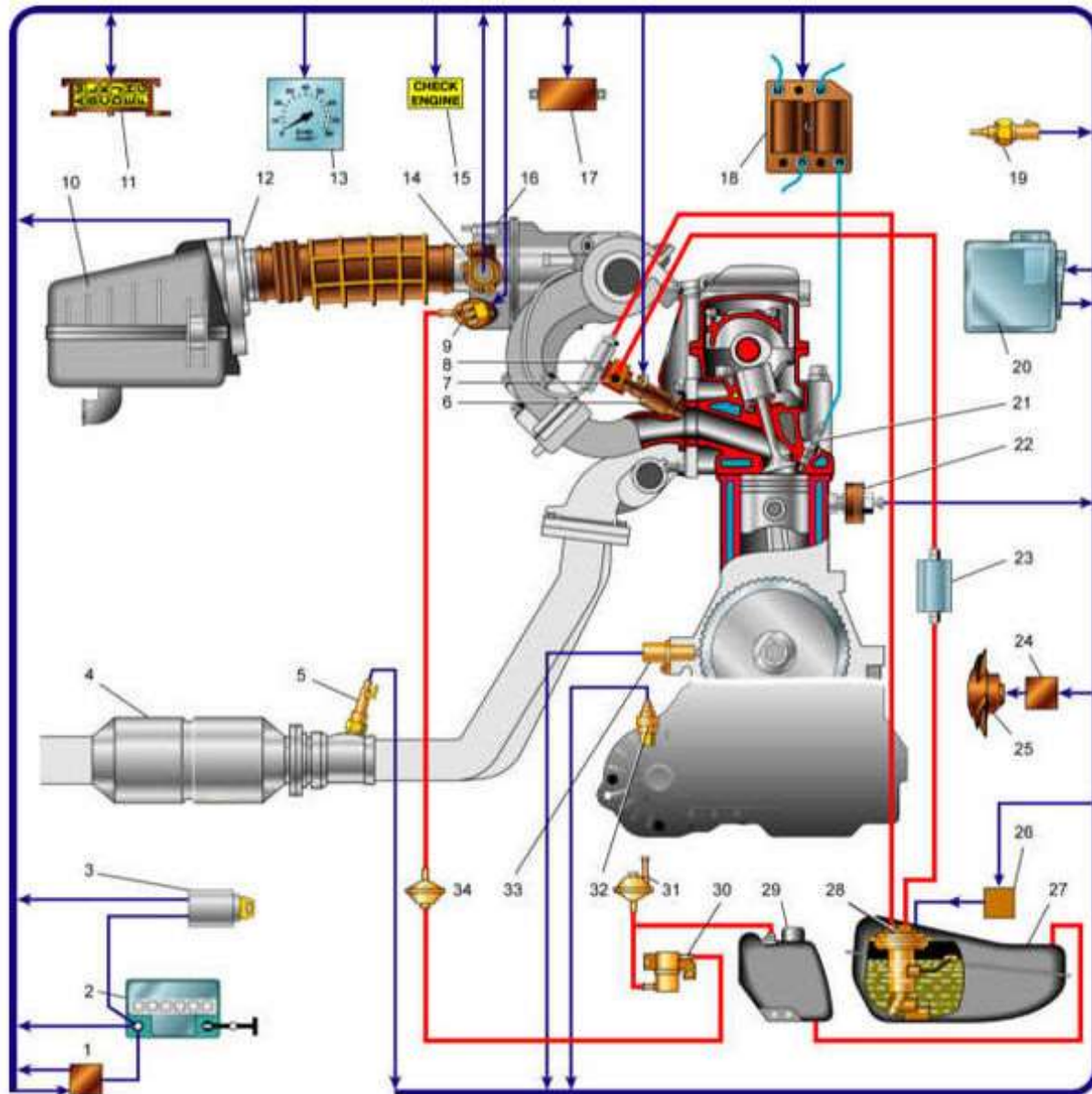
Вихідні дані технологічного розрахунку СТО

Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{\text{ТО і ПР}}^p$	заїздів	2140
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{\text{ТО і ПР}}^p$	заїздів в рік	2
Частота заїздів одного автомобіля для виконання антикорозійної обробки	$n_{\text{а-к}}^p$	заїздів в рік	1
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{\text{авт}}$	авт.	1070
в тому числі:			
- автомобілів І групи:	$A_{\text{авт}}^I$	авт.(%)	376
- автомобілів ІІ групи:	$A_{\text{авт}}^{II}$	авт.(%)	718
- автомобілів ІІІ групи:	$A_{\text{авт}}^{III}$	авт.(%)	616
Середньорічний пробіг автомобілів	$L_{\text{с-р}}$	км	12500
Спосіб миття автомобілів	-	-	Ручний
Кліматичний район	ПКЗ	-	Помірно-теплий
Кількість робочих днів СТО	$D_{\text{р}}$	дні	305
Тривалість зміни	$t_{\text{зм}}$	год.	7
Кількість робочих змін	c		1

Результати технологічного розрахунку СТО

Вид робіт	Розподіл за видами робіт, люд.-год		Розподіл за місцем виконання								
			Постові роботи					Дільничні роботи			
			Трудо-місткість, люд.-год		Чисельність робітників, <u>чол.</u>		К-сть постів	Трудо-місткість, люд.-год		Чисельність робітників, <u>чол.</u>	
	%	$T_{ТО і ПР}^I$	%	$T_{ТО і ПР}^I$	$P_{я}$	$P_{ш}$	$X_{ТО і ПР}^I$	%	$T_{ТО і ПР}^I$	$P_{я}$	$P_{ш}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Роботи ТО і ПР автомобілів:											
контрольно-діагностичні	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	—	—	—	—
технічне обслуговування в повному обсязі	15	6519,27	100	6519,27	3,16	3,48	1,85	—	—	—	—
мастильні	3	1303,85	100	1303,85	0,63	0,70	0,37	—	—	—	—
регулювання кутів керованих коліс	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	—	—	—	—
ремонт і регулювання гальм	3	1303,85	100	1303,85	0,63	0,70	0,37	—	—	—	—
електротехнічні	4	1738,47	80	1390,78	0,67	0,74	0,39	20	347,69	0,17	0,19
роботи за системою живлення	4	1738,47	70	1216,93	0,59	0,67	0,34	30	521,54	0,25	0,29
аккумуляторні	2	869,24	10	86,92	0,04	0,05	0,02	90	782,31	0,38	0,43
шинні	2	869,24	30	260,77	0,13	0,14	0,07	70	608,47	0,29	0,33
ремонт вузлів, систем і агрегатів	8	3476,94	50	1738,47	0,84	0,93	0,49	50	1738,47	0,84	0,93
кузовні й арматурні	25	10865,4	75	8149,09	3,95	4,47	3,08	25	2716,36	1,32	1,49
фарбувальні	16	6953,89	100	6953,89	3,37	3,81	2,63				
оббивні	3	1303,85	50	651,93	0,32	0,35	0,25	50	651,93	0,32	0,35
слюсарно-механічні	7	3042,33						100	3042,33	1,47	1,62
Разом робіт ТО і ПР	100	43461,7	76	33052,6	16,0	17,8	10,8	23	10409,1	5,05	5,62
Прибирання і миття автомобілів			100	708,00	0,34	0,37	0,20				
Приймання і видачі автомобілів			100	1062,00	0,51	0,57	0,60				
Передпродажної підготовки			100	840,00	0,41	0,45	0,40				
Антикорозійної обробки автомобілів			100	5130,00	2,49	2,74	2,42				
Всього робіт СТО				42562,6	20,6	22,9	14,9		10409,1	5,05	5,62

Мехатронна система. Системи керування двигуном



- 1 - реле запалювання; 2 - акумуляторна батарея; 3 - вимикач запалювання; 4 - нейтралізатор; 5 - датчик концентрації кисню; 6 - форсунка; 7 - паливна рампа; 8 - регулятор тиску палива; 9 - регулятор холостого ходу; 10 - повітряний фільтр; 11 - колодка діагностики; 12 - датчик масової витрати повітря; 13 - тахометр; 14 - датчик положення дросельної заслінки; 15 - контрольна лампа «CHECK ENGINE»; 16 - дросельний вузол; 17 - блок управління іммобілайзером; 18 - модуль запалювання; 19 - датчик температури охолоджуючої рідини; 20 - контролер; 21 - свічка запалювання; 22 - датчик детонації; 23 - паливний фільтр; 24 - реле включення вентилятора; 25 - електроventильатор системи охолодження; 26 - реле включення електробензонасоса; 27 - паливний бак; 28 - електробензонасос з датчиком рівня палива; 29 - сепаратор парів бензину; 30 - гравітаційний клапан; 31 - запобіжний клапан; 32 - датчик швидкості; 33 - датчик положення колінчастого вала; 34 - двоходовий клапан.

КЛАСИЧНІ СПОСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ

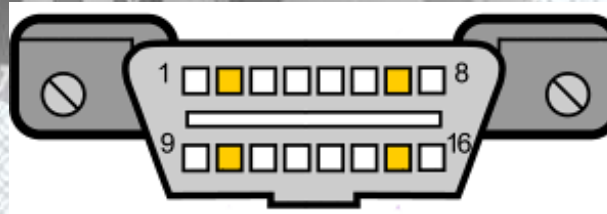


Бортова
діагностика

Застосування
мультиметра

Застосування
мотор-тестера

Діагностування за допомогою сканера OBD способом аналізу інформації системи On Board Diagnostic

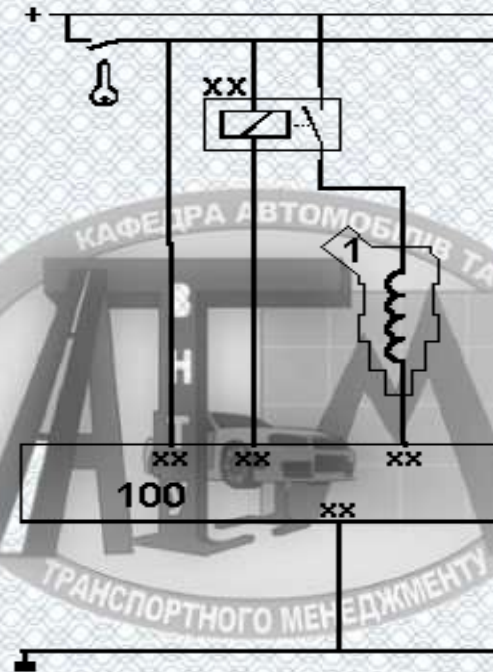


- Зчитування та перегляд кодів несправностей
- Зчитування поточних параметрів роботи
- Отримання збережених параметрів роботи на момент виникнення несправностей (заморожений кадр)
- Управління виконавчими механізмами

Діагностування із застосуванням комбінованого мультиметра

Опір
форсунки

Напруга
живлення



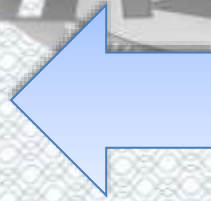
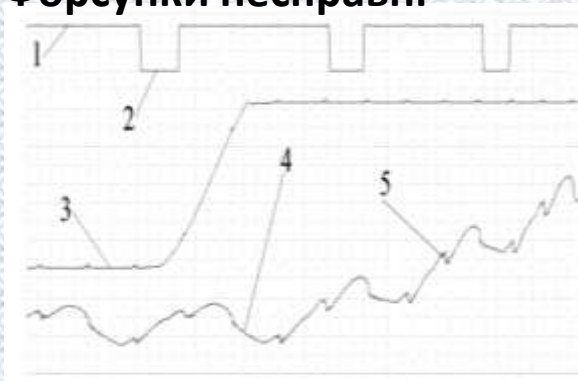
Опір характеризує
цілісність обмотки
форсунки та
відсутність короткого
замикання

Напруга живлення
характеризує цілісність кола
живлення та справність
реле керування
форсунками

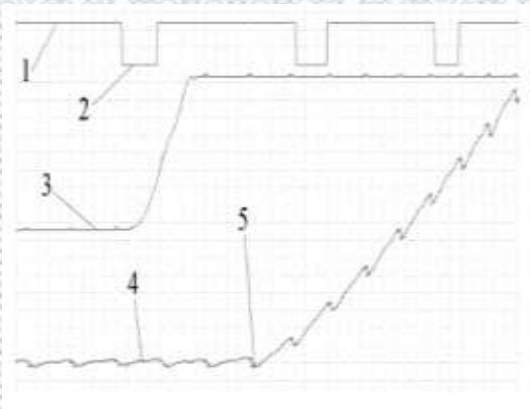


Діагностування за допомогою комп'ютерного діагностичного стенду способом аналізу осцилограм

Форсунки несправні

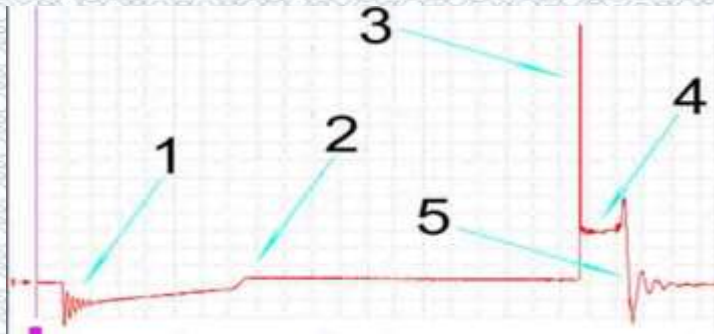


Форсунки справні

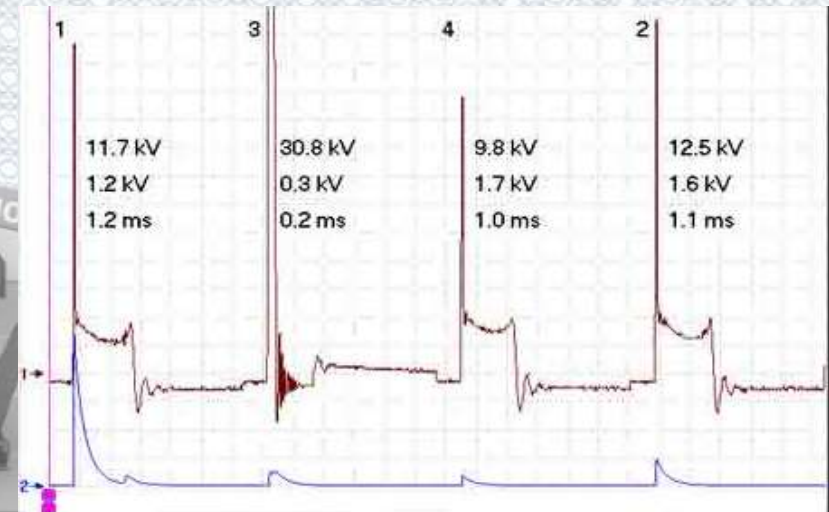


1 - сигнал датчика положення розподільного валу; 2 - імпульс синхронізації; 3 - напруга на датчику положення педалі газу; 4 - сигнал штатного датчика тиску палива в акумуляторі; 5 - провали тиску, викликані несправністю форсунок

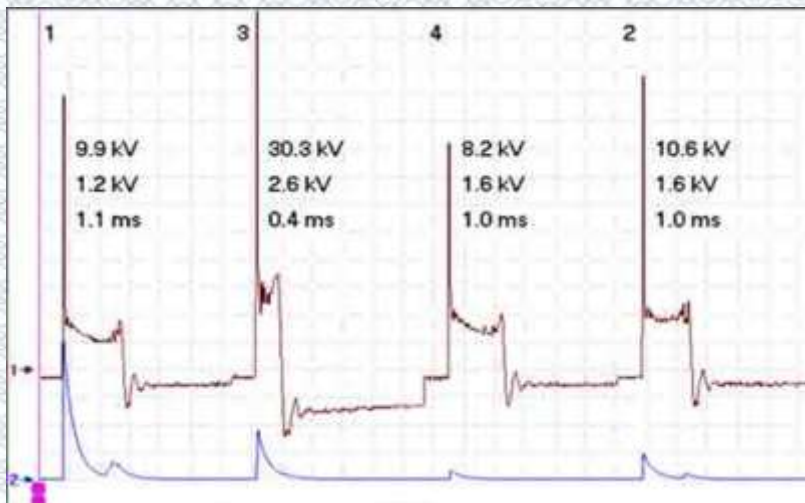
ПАРАМЕТРИ ВТОРИННОЇ НАПРУГИ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ



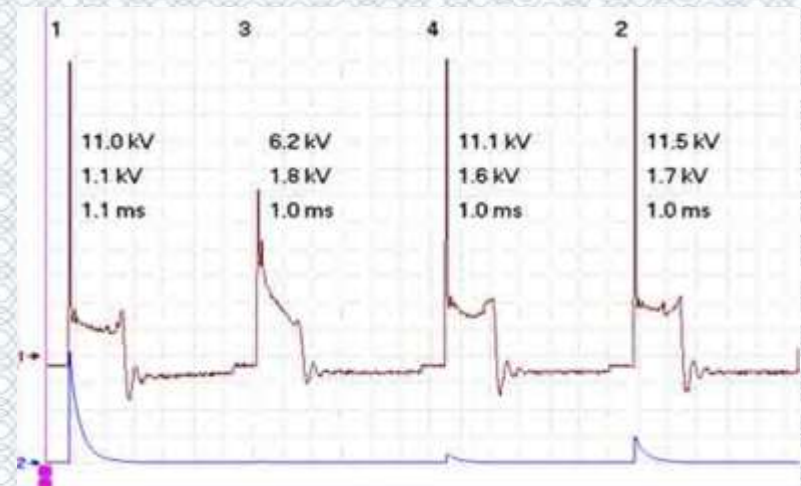
- 1 – початок накопичення енергії (замикання первинного кола);
- 2 – перехід комутатора в режим стабілізації струму;
- 3 – пробій іскрового проміжку (розмикання первинного кола);
- 4 – ділянка горіння іскри;
- 5 – ділянка розсіювання залишкової енергії (затухаючі коливання)



Обрыв ПВН 3-го цилиндра

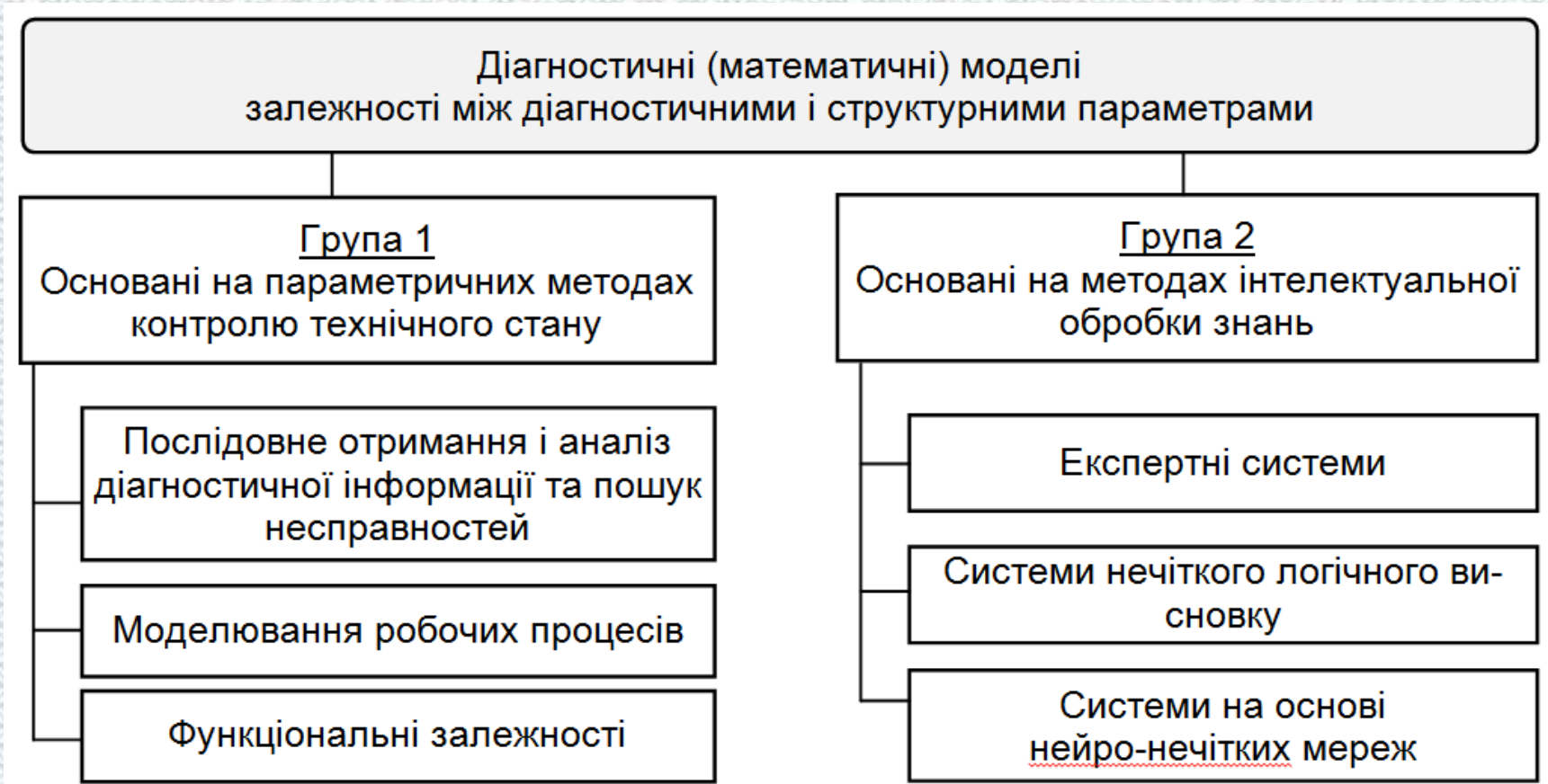


Збільшений іскровий зазор в свічі 3-го цилиндра



Забруднення свічки 3-го цилиндра

ДІАГНОСТИЧНІ (МАТЕМАТИЧНІ) МОДЕЛІ



Група 1 не дає однозначних залежностей або це залежності з великою похибкою

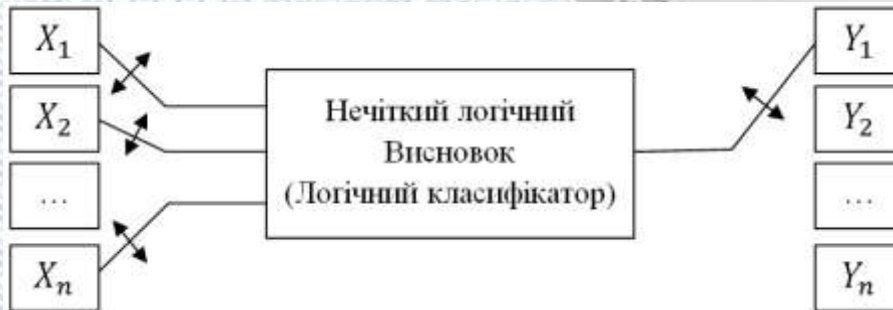
Група 2 може описувати залежність структурних і діагностичних параметрів

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА

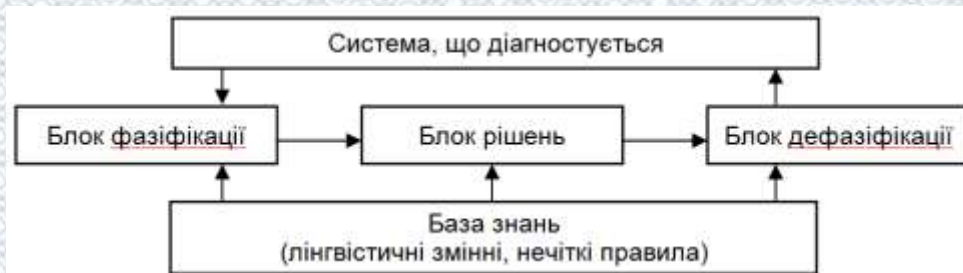


Потребує постійного поновлення знань кваліфікованих експертів

СИСТЕМА НЕЧІТКОГО ЛОГІЧНОГО ВИСНОВКУ



Не має можливості самонавчатись у процесі експлуатації.
Проблеми автоматизації технічного висновку



АВТОМАТИЗОВАНА ДІАГНОСТИЧНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ



СТРУКТУРА ДІАГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ



ФОРМУВАННЯ МНОЖИН ВХІДНИХ І ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ

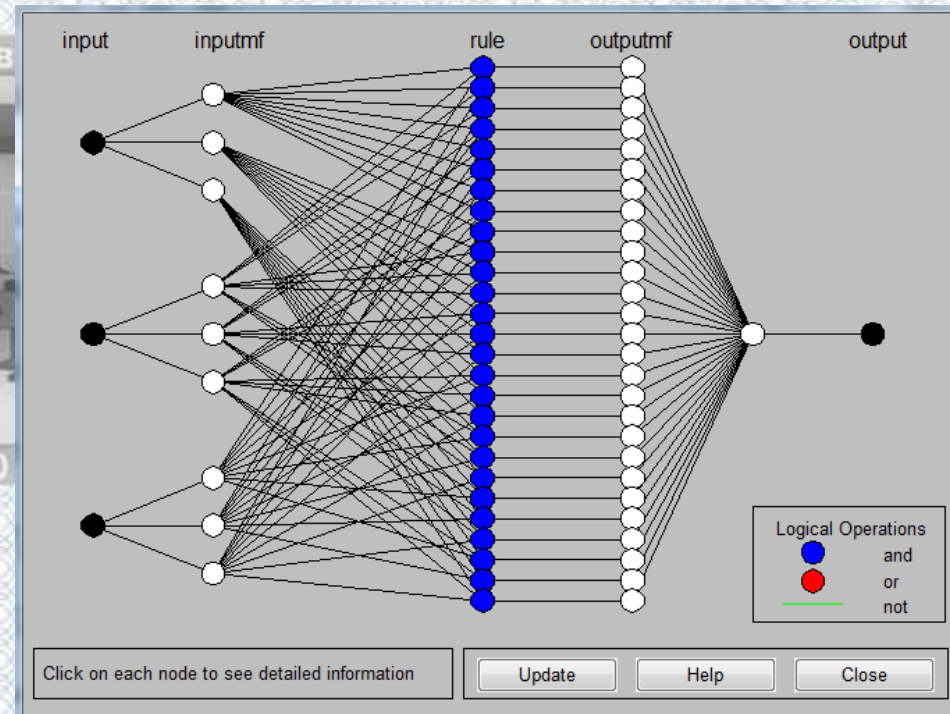
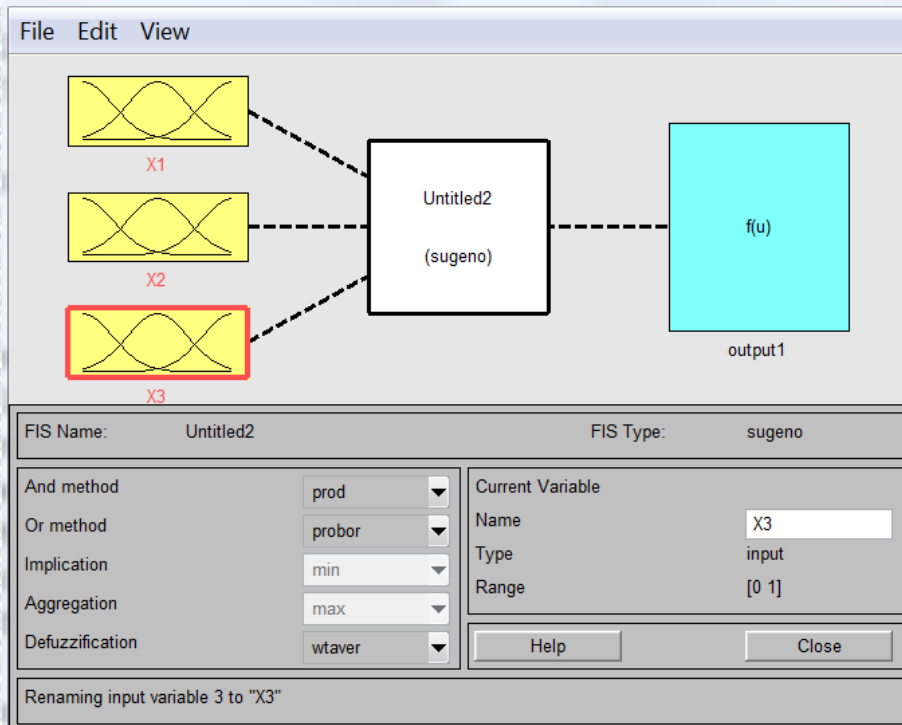
Вхідні параметри. Діагностичні

Позначення	Назва параметра	Вид отриманої інформації
X_1	Тиск палива в паливній рампі	Осцилограма тиску палива
X_2	Напруга керування форсункою	Осцилограма напруги керування форсункою
X_3	Сила струму споживання форсунки	Осцилограма струму споживання форсунки

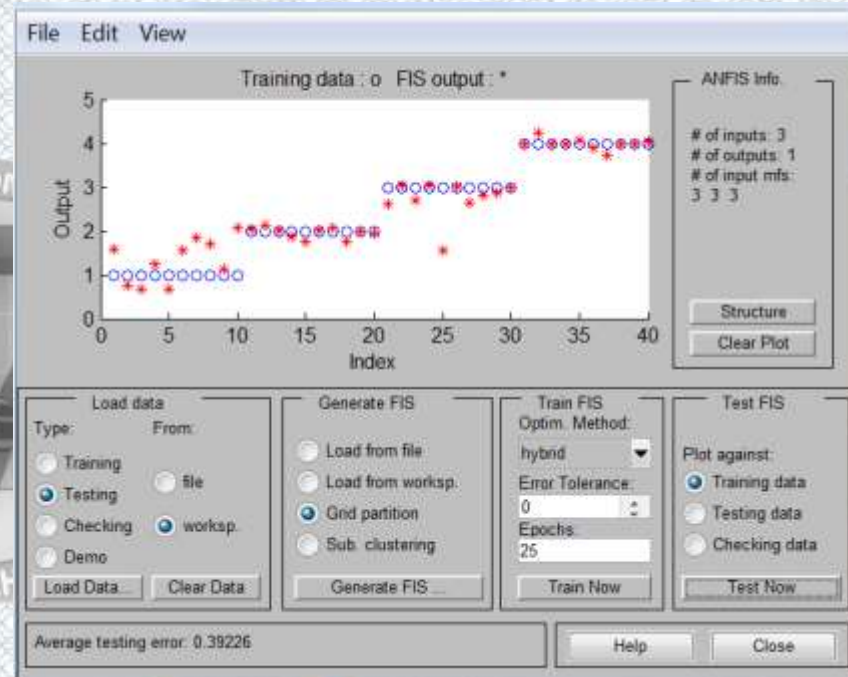
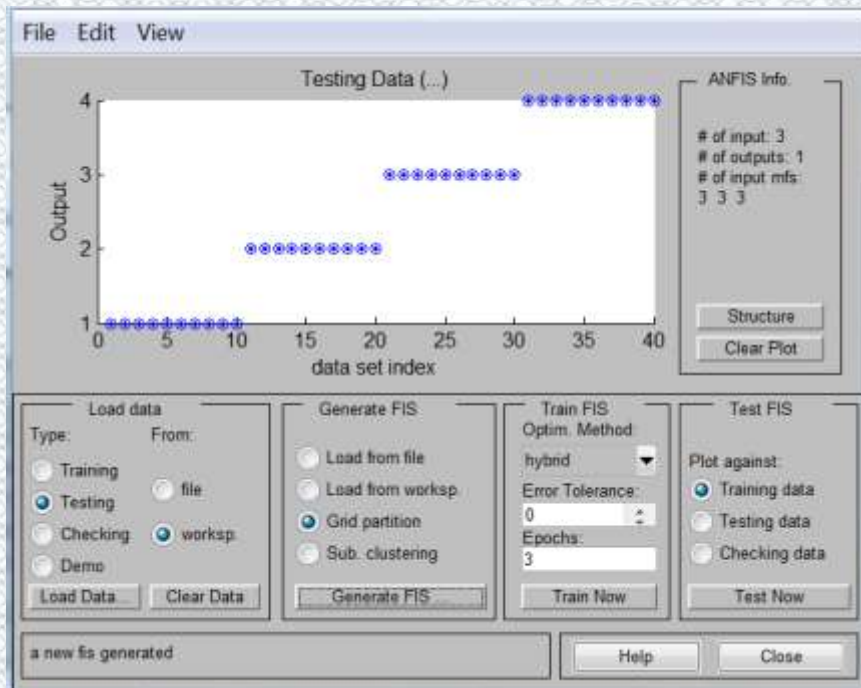
Вихідні параметри. Структурні

Позначення	Назва параметра	Несправність
Y_1	ТС насоса подачі палива	Недостатня подача палива
Y_2	ТС регулятора тиску	Негерметичність регулятора
Y_3	Ступінь забруднення форсунки	Зменшення прохідного отвору форсунки
Y_4	ТС обмотки форсунки	Коротке замикання або замикання на масу обмотки

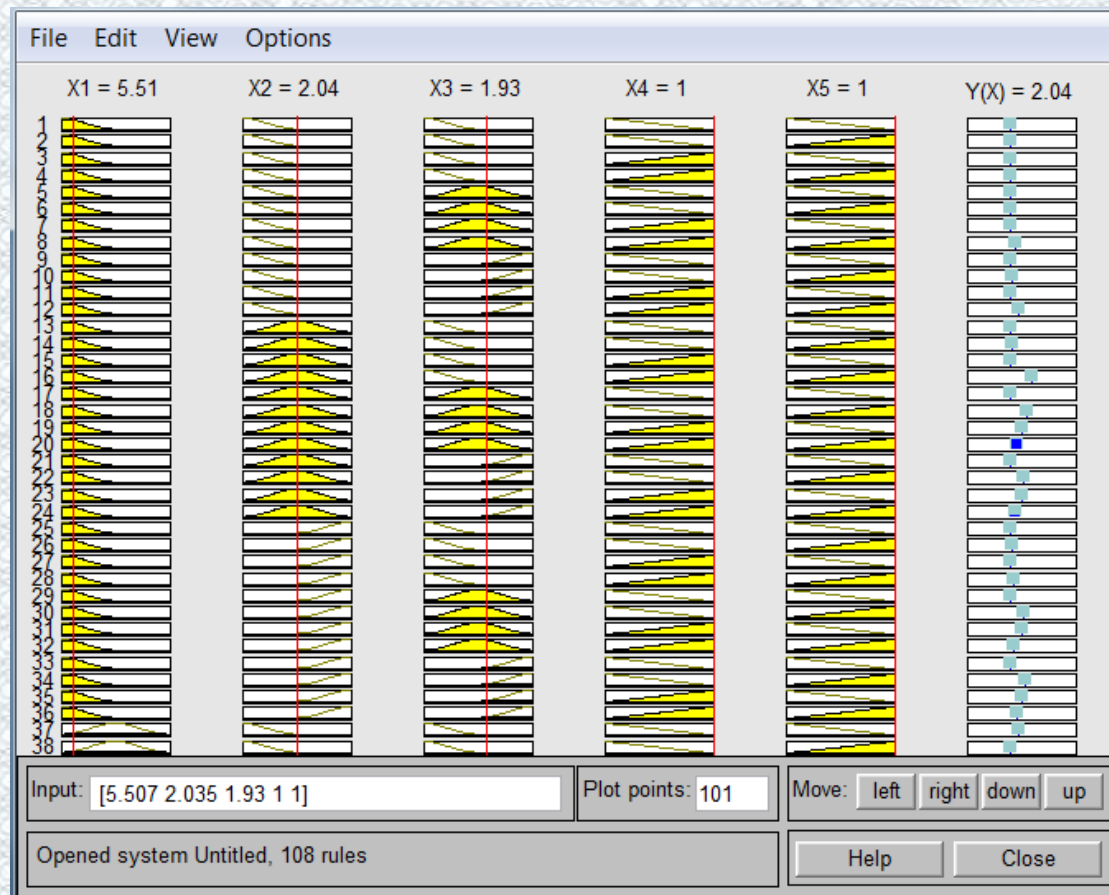
ФОРМУВАННЯ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ



НАВЧАННЯ І ТЕСТУВАННЯ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ



РЕЗУЛЬТАТ РОБОТИ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖИ



При певній комбінації вхідних параметрів X –
Діагностична модель в автоматизованому режимі
визначає ймовірність вихідного параметра Y
який характеризує технічний стан мехатронної системи

БЛОК-СХЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА

Вибір сенсорів та зчитування діагностичної інформації:

- Сенсор тиску палива – осцилограма тиску палива в паливній рампі;
- Сенсор контактний – осцилограма напруги керування форсункою;
- Сенсор струму – осцилограма струму споживання форсунки



База знань і база даних:

Діагностичні параметри:

- X_1 – тиск палива в паливній рампі;
- X_2 – напруга керування форсунки;
- X_3 – струм споживання форсунки;

Діагностична модель:

$$M = \begin{cases} Y_1 = f(X_1/\mu_{11}, X_2/\mu_{12}, X_3/\mu_{13}) \\ Y_2 = f(X_1/\mu_{21}, X_2/\mu_{22}, X_3/\mu_{23}) \\ Y_3 = f(X_1/\mu_{31}, X_2/\mu_{32}, X_3/\mu_{33}) \\ Y_4 = f(X_1/\mu_{41}, X_2/\mu_{42}, X_3/\mu_{43}) \end{cases}$$

μ_{ij} – функції належності

Структурні параметри (зміна):

- Y_1 – продуктивність насоса подачі палива;
- Y_2 – герметичність регулятора тиску палива;
- Y_3 – похідний перетин отвору форсунки;
- Y_4 – опір обмотки форсунки;



Модуль обробки знань (DLL)

Нейро-чітка мережа

Визначення ймовірності появи

Y_1, Y_2, Y_3, Y_4



Висновок про технічний стан.

Визначення несправності

Y_1, Y_2, Y_3, Y_4

ВИСНОВКИ

1. Проведений у першому розділі аналіз виробничої діяльності станції технічного обслуговування показує що питання підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобілів є досить актуальним і потребує удосконалення.
2. Технологічний розрахунок станції технічного обслуговування та визначення річної трудомісткості діагностичних робіт дали можливість організувати робочі місця у зоні діагностики та розподілити обсяг робіт між ними і виконавцями. Такі організаційні заходи підвищили ефективність виконання діагностичних робіт та зменшили час на їх виконання.
3. Запропонований науковий підхід щодо розробки діагностичної моделі діагностування мехатронних систем автомобіля створює передумови для можливості автоматизації процесу діагностування.
4. Розроблені практичні алгоритми на основі моделі з нейронечіткою мережею дають можливість практичної реалізації та впровадження запропонованої методики під час діагностування автомобілів

Додаток Б

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення ефективності діагностичних робіт на станції технічного обслуговування «Боні Сервіс Автохелф» місто Вінниця удосконаленням технології діагностування мехатронних систем автомобіля

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

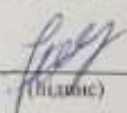
Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 95 % Схожість 5 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

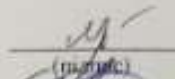
- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку 
(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Turnitin щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Малай Д.О.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Кукурудзяк І.О.
(прізвище, ініціали)