

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА


на тему:

«Підвищення ефективності функціонування зони діагностики на
комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат
комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування
системи керування двигуном Common Rail»


Виконав: студент 2-го курсу, групи 1АТ-22м
спеціальності 274 – Автомобільний
транспорт

 Стецюра Д.С.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

 Кукурудзяк Ю.Ю.
« 05 » 12 2023 р.


Опонент: к.т.н., доцент каф. ГМ

 Шенфельд В.Й.
« 18 » 12 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

 « 11 » 12 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 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.

«12» 09 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Стещюрі Дмитру Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності функціонування зони діагностики на комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування системи керування двигуном Common Rail

керівник роботи Кукурудзяк Юрій Юрійович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року № 247.

2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2023 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 системи керування двигуном автомобілів в умовах автотранспортного підприємства. Похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%

4. Зміст текстової частини:

1 Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності функціонування зони діагностики.

2 Визначення параметрів функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту.

3 Технічні рішення щодо підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном Common Rail.







4 Економічна ефективність впроваджених рішень.

5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1-3	Тема, мета та завдання дослідження.
4-5	Система керування двигуном Common Rail
6-8	Способи діагностики Common Rail
9-10	Модель діагностичної системи
11-12	Автоматизована діагностична система на основі нейро-нечіткої мережі
13-16	Формування і навчання нейро-нечіткої мережі
17	Алгоритм діагностування
18	Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Кукурудзяк Ю.Ю., доцент кафедри АТМ	 07.11	 27.11
Визначення ефективності запропонованих рішень	Огневий В.О., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання « 19 » вересня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	19.09-02.10.2023	вик
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	19.09-02.10.2023	вик
3	Обґрунтування методів досліджень	19.09-02.10.2023	вик
4	Розв'язання поставлених задач	03.10-20.11.2023	вик
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	21.11-29.11.2023	вик
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	07.11-27.11.2023	вик
7	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	07.11-27.11.2023	вик
8	Нормоконтроль МКР	30.11-04.12.2023	вик
9	Попередній захист МКР	05.12-07.12.2023	вик
10	Рецензування МКР	08.12-11.12.2023	вик
11	Захист МКР	12.12-22.12.2023	

Студент


(підпис)

Стецюра Д.С.

Керівник роботи


(підпис)

Кукурудзяк Ю.Ю.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113

Стецюра Д. С. Підвищення ефективності функціонування зони діагностики на комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування системи керування двигуном Common Rail. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт, освітня програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2023. 84 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 19 назв; рис.: 16; табл. 25.

В магістерській кваліфікаційній роботі пророблено питання підвищення ефективності функціонування зони діагностики на комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування системи керування двигуном Common Rail. В роботі розглянуті такі основні питання: 1 Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності функціонування зони діагностики. 2 Визначення параметрів функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту. 3 Технічні рішення щодо підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном Common Rail. 4 Економічна ефективність впроваджених рішень. 5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

Графічна частина складається з 19 слайдів.

Ключові слова: діагностування, діагностична модель, інтелектуальні системи, система керування Common Rail.

ABSTRACT

UDC 629.113

Stetsyura D. S. Increasing the efficiency of the diagnostics zone at the utility enterprise of the Vinnytsia City Council "Combinate of Municipal Enterprises" by improving the technology of diagnostics of the Common Rail engine control system. Master's qualification work on specialty 274 - Road transport, educational program - Road transport. Vinnytsia: VNTU, 2023. 84 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 19 titles; Fig.: 16; table 25.

In the master's qualification work, the issue of increasing the efficiency of the diagnostics zone at the utility company of the Vinnytsia City Council "Combinate of Municipal Enterprises" by improving the technology of diagnostics of the Common Rail engine control system was worked out. The following main questions are considered in the work: 1 Scientific and technical justification of increasing the efficiency of the functioning of the diagnostic zone. 2 Determination of the parameters of the operation of the maintenance and current repair area. 3 Technical solutions for increasing the efficiency of diagnostics of the Common Rail engine management system. 4 Economic efficiency of implemented solutions. 5 Occupational health and safety in emergency situations.

The graphic part consists of 19 slides.

Key words: diagnostics, diagnostic model, intelligent systems, Common Rail control system.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	6
НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ДІАГНОСТИКИ	6
1.1 Аналіз діяльності підприємства Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств»	6
1.2 Аналіз стану виробничо-технічної бази підприємства	9
1.3 Аналіз методів і способів діагностування системи керування двигуном Common Rail	15
1.4 Основні висновки і задачі проектування	18
РОЗДІЛ 2	20
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ	20
2.1 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту.....	20
2.2 Розрахунок чисельності робітників.....	25
2.3 Розрахунок кількості постів ТО і ПР	27
2.4 Розподіл робіт ТО і ПР за видами та місцем виконання.....	28
2.5 Організація виробничих підрозділів підприємства	32
2.6 Організація робочих місць в зоні діагностики	34
РОЗДІЛ 3	37
ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ COMMON RAIL	37
3.1 Інформаційна база моделі діагностичної системи.....	37
3.2 Розробка структури діагностичної моделі.....	43
3.3 Задачі класифікації у діагностичній моделі	47
3.4 Модель постановки діагнозу системи Common Rail	50
3.5 Діагностична модель на базі нейро-нечіткої мережі.....	56

РОЗДІЛ 4	62
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕНИХ РІШЕНЬ	62
4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень	62
4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань	66
4.3 Розрахунок економічної ефективності.....	70
РОЗДІЛ 5	71
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	71
5.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	72
5.2 Технічні рішення щодо безпеки під час проведення підвищення ефективності	77
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	78
ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	82
ДОДАТКИ	84



ВСТУП

Актуальність теми.

Система керування дизельним двигуном сучасного автомобіля включає в себе ряд компонентів та технологій, які спроектовані для оптимізації роботи двигуна з точністю, ефективністю і екологічністю. Сучасні дизельні двигуни оснащені електронним блоком управління (ECU), який відповідає за регулювання різних параметрів роботи двигуна. Дизельні двигуни використовують системи впорскування високого тиску, такі як Common Rail або Unit Injector. Це дозволяє точно контролювати час впорскування, кількість палива та тиск. Для підвищення ефективності і потужності двигуна використовують турбонаддув. Сучасні системи турбонаддува також можуть бути електронно керовані. Для відповідності стандартам викидів, дизельні двигуни обладнані системами відновлення вихлопних газів (EGR), каталізаторами для обробки оксидів азоту (NOx), а також фільтрами частинок (DPF). Система включає в себе датчики для вимірювання тиску та температури палива, тиску та температури наддува, температури двигуна, концентрації кисню в вихлопних газах і т.д. Сучасні дизельні двигуни можуть включати електронну систему керування генератором для оптимізації заряджання акумулятора. Ці компоненти працюють в комплексі, дозволяючи оптимізувати роботу дизельного двигуна, забезпечуючи оптимальну ефективність, менший рівень викидів та вищий рівень комфорту для користувача.

Система Common Rail є однією з сучасних технологій впорскування палива для дизельних двигунів, і вона використовується для забезпечення точного та ефективного вприскування пального. Діагностування Common Rail вимагає спеціальних знань та обладнання. Для проведення повноцінного діагностування системи Common Rail рекомендується використовувати спеціальні діагностичні пристрої та програмне забезпечення, які дозволяють зчитувати дані з електронних блоків управління та проводити різноманітні тести на роботу компонентів системи.

Підвищення ефективності діагностування автомобіля є важливим

аспектом у сучасному автосервісі. Завдяки швидкому та точному виявленню проблем, автосервіс може зекономити час, покращити обслуговування клієнтів і знизити витрати. Використання сучасних діагностичних інструментів та технологій, таких як сканери, осциллографи, діагностичні стенди, дозволяє швидше та точніше виявляти проблеми в системах автомобіля. Розвиток систем автоматизованого діагностування, які можуть проводити тестування та аналіз без значного втручання оператора, покращує ефективність та точність процесу. Деякі діагностичні системи дозволяють віддалено моніторити стан автомобіля. Це може допомогти операторам автосервісу отримувати попередження про можливі проблеми та планувати обслуговування заздалегідь.

Щоб удосконалити організацію проведення робіт з діагностування автомобілів в автосервісі, важливо враховувати різні підходи та стратегії. В даній магістерській кваліфікаційній роботі розглядається підхід щодо удосконалення діагностування системи подачі дизельного палива високого тиску Common Rail. Тема є актуальною, тому що вона вирішує задачі покращення якості обслуговування клієнтів на станції технічного обслуговування автомобілів.

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

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

Мета і завдання дослідження. Підвищити ефективність функціонування зони діагностики станції технічного обслуговування автомобілів шляхом впровадження нових підходів щодо діагностування системи Common Rail.

Для досягнення поставленої мети треба вирішити задачі:

1. Виконати аналіз інформаційних джерел та науково-технічне обґрунтування необхідності підвищення ефективності функціонування зони діагностики.
2. Проаналізувати існуючі методи та способи діагностування систем керування двигуном та систем подачі палива високого тиску дизельних двигунів.
3. На основі технологічного розрахунку станції технічного обслуговування розробити заходи щодо покращення організації проведення робіт в зоні діагностики та удосконалення організації робочих місць..

4. Обґрунтувати та запропонувати підхід щодо діагностування системи подачі палива дизельного двигуна базуючись на методах інтелектуальної обробки інформації.

5. Розробити практичні алгоритми діагностування системи подачі палива дизельного двигуна.

Об'єкт дослідження – процес функціонування зони діагностики станції технічного обслуговування та процес діагностування системи подачі палива дизельного двигуна.

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 підвищення ефективності функціонування зони діагностики шляхом впровадження нового підходу до діагностування системи керування двигуном Common Rail.

2. Отримали подальший розвиток методи та способи діагностування системи керування двигуном із застосування мотор-тестера.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено практичний алгоритм та діагностичну модель визначення технічного стану системи керування двигуном Common Rail.

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, 2023.

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [13].

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ДІАГНОСТИКИ

1.1 Аналіз діяльності підприємства Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств»

КП «Комбінат комунальних підприємств» є юридичною особою і створене 20 травня 1944 року і є комунальним підприємством Вінницької міської ради. Підприємство є правонаступником комунального підприємства «Вінницька спеціалізована ритуальна служба», установи «Вінницька міська рятувально-водолазна служба» та «міська лазня», шляхом приєднання рішенням Вінницької міської ради від 30.11.2012р. №1033. Власником виступає Вінницька міська територіальна громада в особі Вінницької міської ради, функції управління комунальним підприємством виконує Департамент комунального господарства та благоустрою Вінницької міської ради.

Предметом діяльності КП «Комбінат комунальних підприємств» є виконання спеціалізованих робіт:

- з поховання померлих та надання ритуальних послуг;
- надання комунальних послуг населенню;
- забезпечення належного санітарного стану;
- здійснення операцій з благоустрою;
- здійснення операцій, пов'язаних з рятуванням життя і охороною здоров'я на водних середовищах;
- проведення водолазних робіт та інших робіт пов'язаних з благоустроєм та санітарним станом міста.

Підприємство зареєстроване за юридичною адресою – Україна, 21036, Вінницька область, Вінницький район, м. вінниця, вул. Медвідь А, будинок 2 та є окремою господарською одиницею, що функціонує на підставі Статуту, здійснюючи виробничо-комерційну діяльність з метою отримання позитивних

фінансових результатів.

Майно підприємства сформоване у вигляді основних та оборотних активів, інших цінностей, що відображаються у відповідних фінансових документах комунального підприємства.

До джерел формування майна комунального підприємства відносяться:

- матеріальні внески та грошові кошти передані у вигляді внеску до Статутного капіталу;
- доходи отримані від надання послуг та інших видів діяльності підприємства передбачені установчими документами;
- капітальні та поточні трансфери від з бюджету Вінницької територіальної громади;
- придбаного майна підприємством та інших джерел не заборонених законодавством України.

З метою провадження господарської діяльності, яка визначена статутом Підприємства та регламентується законодавчо-нормативною базою України сформовано статутний фонд, що складає 28017758,00 грн.

Основу функціонування підприємства окрім фінансових ресурсів складає персонал, що налічує понад 120 осіб на сьогоднішній день.

Аналізуючи показники наведені в таблиці 1.1 можна відмітити наступну тенденцію, що чистий дохід від реалізації послуг у звітному періоді в порівнянні з базовим періодом зріс на 32930 тис. грн., або в 5 разів, а у порівнянні з попереднім періодом на 33017 тис. грн., що у відносному вираженні складає 537,74%. Величина значної динаміки виручки від реалізації послуг обумовлена зростанням попиту на послуги підприємства та розширенням об'єктів для обслуговування.

Динаміка собівартості продукції також показує тенденцію до зростання і у 2022 році в порівнянні з 2020 роком ріст склав 29867 тис. грн., або 583%, а у порівнянні з 2021 роком на 31492 тис. грн. Факторами, що вплинули на відповідну динаміку є зростання закупівельних цін на сировину, зростання обсягів надання послуг. В цілому ріст собівартості за досліджуваний період обумовлений

в першу чергу зростанням обсягів надання послуг пов'язаних з військовим станом.

Таблиця 1.1 – Оцінка узагальнюючих показників функціонування КП «Комбінат комунальних послуг» за період 2020-2022рр.

Найменування показника	2020р.	2021р.	2022р.	Відхилення 2022р. від 2020р.		Відхилення 2022р. від 2021р.	
				абс. (+;-)	відн,%	абс. (+;-)	відн,%
Чистий дохід від реалізації продукції, тис. грн.	6227	6140	39157	32930	628,83	33017	637,74
Собівартість реалізованої продукції, тис. грн	5120	3495	34987	29867	683,34	31492	1001,06
Валовий прибуток, тис. грн.	1107	2644	4170	3063	376,69	1526	157,72
Інші операційні доходи, тис. грн.	3262	1066	4713	1451	144,48	3647	442,12
Адміністративні витрати, тис. грн.	2356	2429	4953	2597	210,23	2524	203,91
Інші операційні витрати, тис. грн.	87	37	1674	1587	1924,14	1637	4524,32
Чистий фінансовий результат, тис. грн.	97	368	609	512	627,84	241	165,49

Валовий прибуток у 2022 році зріс на 29867 тис. грн. у порівнянні з 2020 роком, або 276,69%, а у порівнянні з 2021 роком на 1526 тис. грн., або 57,72%, що свідчить про позитивну тенденцію в операційній діяльності підприємства. Візуальний контент показників наведено на рисунку 1.1.

Інші операційні доходи у звітному періоді в порівнянні з базисним періодом зросли на 1451 тис. грн., або 44,48%, а у порівнянні з 2021 роком на 3647 тис. грн., що складає 342,12%, що свідчить про ефективність прийняття управлінських рішень пов'язаних з операційною діяльністю підприємства.

Щодо витратної політики підприємства, то у 2022 році в порівнянні з 2020 роком зростання склало 2597 тис. грн., або 110,23%, а у порівнянні з 2021 роком 2524 тис. грн., що складає 103,91%.

Інші операційні витрати зросли у звітному періоді в порівнянні з 2020

роком на 1587 тис. грн., а у порівнянні з 2021 роком на 1637 тис. грн.

Чистий фінансовий результат за період дослідження показує позитивну тенденцію, яка складає у 2022 році в порівнянні з 2021 роком 512 тис. грн., а у відносному вираженні 527,84%, у порівнянні з 2021 роком 241 тис. грн., або 65,49%, що є позитивним моментом в діяльності підприємства.



Рисунок 1.1 - Динаміка зміни чистого доходу, собівартості та валового прибутку за 2020-2022рр.

1.2 Аналіз стану виробничо-технічної бази підприємства

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.

Кожен з цих напрямків надає можливість отримати глибоке розуміння того, як елементи виробничо-технічної бази взаємодіють та впливають на загальну ефективність підприємства. Результати такої оцінки можуть служити основою для подальших стратегічних рішень та покращень в діяльності автотранспортного підприємства.

Ефективність виробництва, використання ресурсів та робочого часу. Розрахунки проводяться на основі доступних даних про виробництво, робочий час, кількість працівників і інші важливі параметри. Загалом, ці розрахунки допомагають виявити можливості для покращення виробничої потужності та оптимізації виробничих процесів на підприємстві.

Фондооснащеність (або оснащеність фондами) підприємства вказує на наявність і стан матеріальних активів, які використовуються 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.

Фондооснащеність ВТБ розраховується за формулою:

$$\Phi_o = \frac{\Phi_{\text{ВТБ}}}{A_{\text{об}}}, \quad (1.1)$$

де $\Phi_{\text{ВТБ}}$ – вартість ВТБ, грн.;

$A_{\text{об}}$ – облікова кількість автомобілів, одиниць.

$$\Phi_o = \frac{30350,4}{26} = 1167,32 \text{ (тис. грн.)}.$$

Забезпеченість виробничими площами для ТО і ПР:

$$S = \frac{S_{\text{ф.п.п.}}}{N_{\text{зм}}}, \quad (1.2)$$

де $S_{\text{ф.п.п.}}$ – фактична площа приміщень для ТО і ПР, м²;

$N_{\text{зм}}$ – змінна програма ТО і ПР, одиниць.

$$S = \frac{216}{2} = 108(\text{м}^2).$$

Виробничі приміщення автотранспортного підприємства повинні бути відповідно пристосовані для виконання робіт з обслуговування і ремонту автомобілів. Це допомагає забезпечити ефективність і безпеку виробничих процесів та гарантує високу якість послуг.

Виробничі приміщення повинні мати логічне розташування робочих зон, щоб забезпечити ефективний рух автомобілів та зручний доступ до робочих місць. Забезпечення наявності всіх необхідних інструментів, спеціального обладнання та технічних засобів для виконання робіт. Забезпечення відповідної організації простору для мінімізації ризиків та забезпечення безпеки працівників. Наявність зон для зберігання необхідних запасних частин та матеріалів.

Придатність будівель і споруд розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{B_3}{B_{\text{п}}}, \quad (1.3)$$

де B_3 – залишкова вартість, тис. грн.;

$B_{\text{п}}$ – первісна вартість, тис. грн.

$$n = \frac{14875}{46852} = 0,32.$$

Стан технологічного устаткування підприємства може бути оцінений за допомогою концепції виробничих фондів, яка включає активну та пасивну частини. Структура виробничих фондів відображає взаємодію між активами та пасивами підприємства, допомагає оцінити ефективність використання

технологічного устаткування та ресурсів. Збалансована структура виробничих фондів є важливою для стабільного та ефективного функціонування підприємства.

$$C_a = \Phi_{\text{ВТБ}}^a / \Phi_{\text{ВТБ}}, \quad (1.4)$$

$$C_{\text{п}} = \Phi_{\text{ВТБ}}^{\text{п}} / \Phi_{\text{ВТБ}}, \quad (1.5)$$

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

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

$$C_a = (12054,4/30350,4) \cdot 100\% = 39,72\%;$$

$$C_{\text{п}} = (18296/30350,4) \cdot 100\% = 60,28\%;$$

Фондооснащеність ремонтних робітників:

$$\Phi_{\text{ор}} = \frac{\Phi_{\text{ВТБ}}}{K_{\text{рр}}}, \quad (1.6)$$

де $K_{\text{рр}}$ – середньооблікова кількість ремонтних робітників, чол.

$$\Phi_{\text{ор}} = \frac{30350,4}{6} = 5058,4 \text{ (тис. грн.)}.$$

Механооснащеність ремонтних робітників:

$$\Phi_{\text{м}} = \frac{\Phi_{\text{ВТБ}}^a}{K_{\text{рр}}}, \quad (1.7)$$

$$\Phi_{\text{м}} = \frac{12054,4}{6} = 2009,06 \text{ (грн.)}.$$

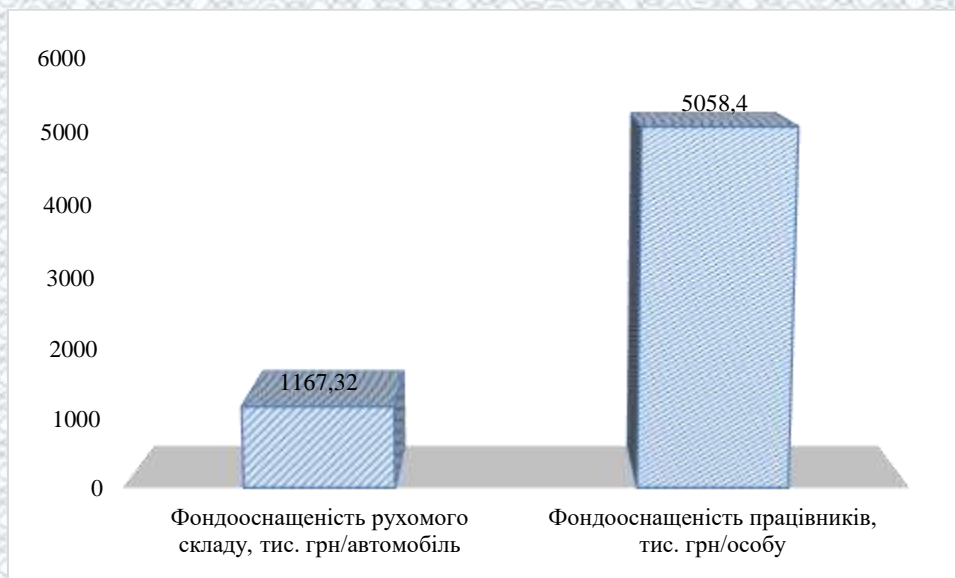


Рисунок 1.2 – Рівень ефективності обладнання, що припадає на одну людину і одиниць РС

Розрахуємо основні показники використання обладнання.

Коефіцієнт змінності устаткування є статистичним показником, який використовується для визначення ступеня різноманітності або розсіювання значень від середнього значення. Коефіцієнт змінності устаткування може вказати на рівень нестабільності чи ризику, пов'язаного з функціонуванням технічного обладнання на підприємстві. Коефіцієнт змінності устаткування визначається як:

$$K_z = G_{BO} / G_{KO}, \quad (1.8)$$

де G_{BO} – кількість обладнання, що відпрацювало зміну, одиниць;

G_{KO} – кількість встановленого обладнання, одиниць.

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

Коефіцієнт використання устаткування (або коефіцієнт використання ресурсів) вказує на те, у якому обсязі технічне обладнання або ресурси використовуються у виробничому процесі. Цей показник може бути корисним для оцінки

ефективності використання виробничих активів та планування їхнього оптимального використання. Коефіцієнт використання устаткування визначається як:

$$K_B = T_{\Phi} / T_D, \quad (1.9)$$

де T_{Φ} – фактичний час роботи устаткування, год.;

T_D – дійсний фонд часу роботи устаткування, год.

$$K_B = 8 / 12 = 0,67.$$



Рисунок 1.3 – Фактичний рівень використання виробничого обладнання КП «Комбінат комунальних послуг»

Аналіз стану ВТБ КП «Комбінат комунальних послуг» показує, що:

- укомплектування зон і діляниць ТО і ПР устаткуванням недостатнє. Багато обладнання фізично спрацьоване або морально застаріле;
- фондооснащеність має недостатній рівень;
- частина робіт ТО і ПР виконується без необхідного технологічного обладнання та приладів.

1.3 Аналіз методів і способів діагностування системи керування двигуном Common Rail

Система Common Rail (рис. 1.4) є інноваційною технологією в області вприскування пального в дизельних двигунах. Ця система вперше була представлена компанією Bosch і стала стандартом в сучасних дизельних двигунах.

У традиційних дизельних системах тиск пального формується безпосередньо в насос-форсункових блоках. В системі Common Rail пальне під високим тиском (зазвичай більше 1000 бар) постачається в спеціальному "Common Rail" (спільному трубопроводі), який з'єднує всі форсунки.

Основні компонентами системи є:

- трубопровід (Common Rail), де утворюється високий тиск для подальшого подачі пального до форсунок.
- насос високого тиску, який формує високий тиск у Common Rail.
- форсунки, які розпилюють пальне у камеру згоряння, контролюючи час і кількість вприскування.

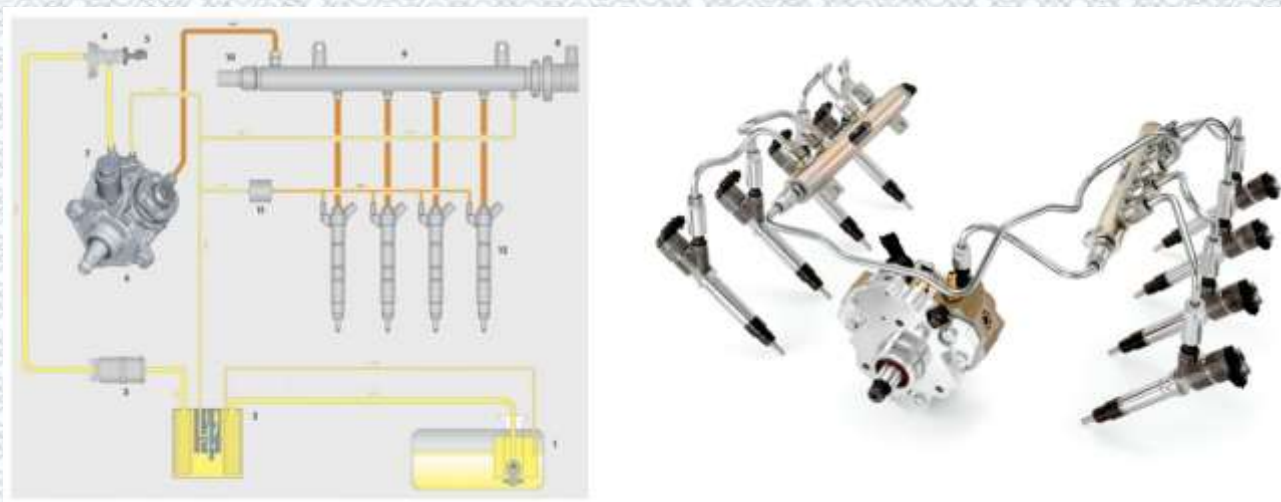
Переваги системи Common Rail:

- вища ефективність і економія пального. Точне дозування і керування процесом вприскування дозволяють знижувати витрати пального та забезпечувати більш повне згоряння.
- зниження рівня шкідливих викидів. Завдяки високому тиску пальне розпилюється на дуже маленькі краплінки, що сприяє повному згорянню і зниженню викидів.

Деякі системи Common Rail використовують множинні вприскування пального для забезпечення кращої ефективності та зниження рівня оксидів азоту (NOx). Використання сучасних систем електронного керування для точного контролю процесу вприскування.

Система Common Rail визначається своєю ефективністю, дозволяючи автомобільним двигунам працювати більш чисто, ефективно і знижувати витрати пального. Вона є важливим компонентом для досягнення сучасних екологічних

та економічних стандартів для дизельних двигунів.



1 - підкачувальний паливний насос; 2 - паливний фільтр з клапаном попереднього підігріву; 3 - додатковий паливний насос; 4 - сітчастий фільтр; 5 - датчик температури палива; 6 - насос високого тиску (ПНВТ); 7 - клапан дозування палива; 8 - регулятор тиску палива; 9 - акумулятор тиску (паливна рампа); 10 - датчик тиску палива; 11 - редукційний клапан; 12 - форсунки.

Рисунок 1.4 – Системи керування двигуном Common Rail

Впровадження таких передових технологій потребує відповідних підходів щодо їх діагностування та встановлення причин виникнення несправностей.

Використання спеціальних діагностичних пристроїв та програмного забезпечення є ключовим для проведення повноцінного діагностування системи Common Rail. Сканери діагностики дозволяють зчитувати дані з електронного блоку управління (ECU) та аналізувати їх. Вони можуть надавати інформацію про параметри роботи двигуна, тиск у системі, температури та інші важливі параметри. Для реалістичного тестування компонентів системи Common Rail можуть використовуватися діагностичні стенди, що імітують роботу двигуна та системи впорскування. Існує програмне забезпечення, яке спеціально розроблене для діагностування систем Common Rail. Воно може надавати розширену

інформацію та функціональність для проведення тестів, аналізу параметрів та виявлення несправностей. Для перевірки параметрів, таких як тиск та температура палива, можуть використовуватися спеціалізовані датчики та вимірювальні прилади. Осцилографи можуть бути використані для аналізу форми сигналів, наприклад, сигналів від датчиків або форсунок. Тести форсунок та насосів, спеціальні тести можуть бути використані для перевірки роботи форсунок та насосів, включаючи тести на герметичність, витрату палива та час впорскування. Важливо також виконувати візуальний огляд елементів системи на предмет слідів витоків, корозії або механічних пошкоджень.

Комбінування цих методів дозволяє не лише виявляти можливі несправності в системі Common Rail, але й визначати їхні причини та вирішувати проблеми. Застосування спеціалізованих інструментів і технологій значно полегшує і прискорює процес діагностики.

Для аналізу діагностичних параметрів системи Common Rail використовуються спеціалізовані діагностичні інструменти та обладнання. Діагностика системи Common Rail дозволяє виявляти потенційні проблеми та вирішувати їх для забезпечення найвищої ефективності та надійності дизельних двигунів.

Аналіз діагностичних параметрів системи Common Rail дає досить гарні результати, якщо послідовно визначати значення цих параметрів. Але при цьому виникає досить гостра проблема кількості параметрів, які треба визначити. Із збільшенням кількості параметрів значно зростає час діагностування. Також досить важливим є складність отримання діагностичної інформації.

Іншим підходом до діагностування системи Common Rail є застосування методів, які дають можливість автоматизованого встановлення причин несправності.

Одним із таких підходів є застосування методів інтелектуальної діагностики, які ґрунтуються на інтелектуальній обробці інформації. Впровадження методів інтелектуальної діагностики у систему Common Rail є перспективним напрямком для автомобільних технологій. Ці методи ґрунтуються на використанні інтелектуальних систем, які здатні аналізувати дані, розпізнавати відхилення від

норми та надавати інформацію для прийняття рішень. Використання алгоритмів машинного навчання для аналізу великої кількості даних, зібраних від системи Common Rail. Тренування моделей на основі здобутих даних для розпізнавання нормальної та аномальної роботи системи. Розробка систем штучного інтелекту, які можуть аналізувати динамічні параметри системи Common Rail та надавати рекомендації для управління параметрами в реальному часі. Розробка експертних систем, які можуть враховувати експертні знання та досвід в області діагностики системи Common Rail. Використання технік візуалізації даних для наглядного аналізу параметрів системи та виявлення аномалій. Розробка систем, які автоматично виявляють аномалії та видають попередження або рекомендації для виправлення.

Інтелектуальна діагностика може значно полегшити процес виявлення та усунення несправностей в системі Common Rail, забезпечуючи більш швидке та ефективне обслуговування. Ці підходи також можуть допомагати в уникненні несподіваних витрат та підвищенні надійності автомобільних двигунів.

Порівняння різних методів і способів діагностики системи Common Rail дає можливість зробити висновок про доцільність застосування підходів, які забезпечують автоматизацію процесу діагностування та максимальне зменшення впливу людського фактору.

1.4 Основні висновки і задачі проектування

Метою даної роботи є підвищити ефективність функціонування зони діагностики станції технічного обслуговування автомобілів шляхом впровадження нових підходів щодо діагностування системи Common Rail.

Для досягнення поставленої мети треба вирішити задачі:

1. Виконати аналіз інформаційних джерел та науково-технічне обґрунтування необхідності підвищення ефективності функціонування зони діагностики.
2. Проаналізувати існуючі методи та способи діагностування систем керування двигуном та систем подачі палива високого тиску дизельних двигунів.

3. На основі технологічного розрахунку станції технічного обслуговування розробити заходи щодо покращення організації проведення робіт в зоні діагностики та удосконалення організації робочих місць..

4. Обґрунтувати та запропонувати підхід щодо діагностування системи подачі палива дизельного двигуна базуючись на методах інтелектуальної обробки інформації.

5. Розробити практичні алгоритми діагностування системи подачі палива дизельного двигуна.



РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ

2.1 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту

2.1.1 Вибір і коригування нормативів ТО і ремонту

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для технологічного розрахунку

Параметр	Ум. поз.	Од. вим.	Основна модель розрахункової групи ДТЗ		
			MAN CLA	MAZ-5340	SPRINTER
1	2	3	4	5	6
Показники експлуатації ДТЗ					
Облікова кількість ДТЗ	$A_{об}$	од.	4	11	9
Середньодобовий пробіг	$l_{сд}$	км	182	174	168
Кількість робочих днів автомобілів у році	D_p	дні	365	365	365
Категорія умов експлуатації	КУЕ	—	II - друга	III - третя	III - третя
Вид зберігання ДТЗ	—	—	Відкритий	Відкритий	Відкритий
Спосіб миття ДТЗ	—	—	Ручний	Ручний	Ручний
Кліматичний район	—	—	Помірно теплий		
Режими роботи зон ТО і ПР АТП					
Кількість робочих днів	$D_{р.з}$	дні	303		
Тривалість робочої зміни	$\tau_{зм}$	год	7		
К-сть змін	с	—	1		

Нормативи технічного обслуговування і ремонту рухомого складу встановлені діючими нормативними документами, такими як "Положення про ТО і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту", "ОНТП-01-91" та рекомендаціями заводів-виробників. Вони включають в себе:

- періодичність ТО-1: $L_{ТО-1}^H$, [км];
- періодичність ТО-2: $L_{ТО-2}^H$, [км];
- ресурс ДТЗ до списання або пробіг до КР: $L_{сп}^H$ або $L_{КР}^H$, [км];
- тривалість простою в ТО і ПР: $D_{ТО і ПР}^H$, [дні/1000 км];

- дні простою в КР: $D_{\text{КР}}^{\text{H}}$, [дні];
- трудомісткість ЩО: $t_{\text{ЩО}}^{\text{H}}$, [люд. – год];
- трудомісткість ТО-1: $t_{\text{ТО-1}}^{\text{H}}$, [люд. – год];
- трудомісткість ТО-2: $t_{\text{ТО-2}}^{\text{H}}$, [люд. – год];
- трудомісткість ПР: $t_{\text{ПР}}^{\text{H}}$, [люд. – год/1000км].

Приведені нормативи ТО і Р відносяться до, так званих, Маз-5340них умов експлуатації. При роботі в інших, відмінних від Маз-5340них, умовах експлуатації нормативи ТО і ремонту коригуються: Коригування здійснюється за допомогою коефіцієнтів $K_1 - K_5$ за формулами:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{ТО-1}} &= \text{Round} \left(\frac{L_{\text{ТО-1}}^{\text{K}}}{l_{\text{сд}}} \right) \cdot l_{\text{сд}}; & L_{\text{ТО-1}}^{\text{K}} &= L_{\text{ТО-1}}^{\text{H}} \cdot K_1 \cdot K_3; \\
 L_{\text{ТО-2}} &= \text{Round} \left(\frac{L_{\text{ТО-2}}^{\text{K}}}{L_{\text{ТО-1}}} \right) \cdot L_{\text{ТО-1}}; & L_{\text{ТО-2}}^{\text{K}} &= L_{\text{ТО-2}}^{\text{H}} \cdot K_1 \cdot K_3; \\
 L_{\text{КР}} &= \text{Round} \left(\frac{L_{\text{КР}}^{\text{K}}}{L_{\text{ТО-2}}} \right) \cdot L_{\text{ТО-2}}; & L_{\text{КР}}^{\text{K}} &= L_{\text{КР}}^{\text{H}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \\
 t_{\text{ЩО}} &= t_{\text{ЩО}}^{\text{H}} \cdot K_2 \cdot K_{\text{M}}; \\
 t_{\text{ТО-1}} &= t_{\text{ТО-1}}^{\text{H}} \cdot K_2 \cdot K_4; \\
 t_{\text{ТО-2}} &= t_{\text{ТО-2}}^{\text{H}} \cdot K_2 \cdot K_4; \\
 t_{\text{ПР}} &= t_{\text{ПР}}^{\text{H}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5,
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

де X^{H} – нормативні значення періодичності та трудомісткості робіт;

X^{K} – скориговані по “К” значення періодичності робіт;

$\text{Round}(x)$ – округлені до найближчого цілого значення відповідно: кількість днів між сусідніми ТО-1, кількість періодів ТО-1 в періоді ТО-2, кількість періодів ТО-2 до списання або КР.

2.1.2 Визначення річного пробігу автомобілів

Річний пробіг визначається по кожній розрахунковій групі. Вихідними величинами для визначення річного пробігу є середньодобовий пробіг та коефіцієнт випуску автомобілів, який визначається через коефіцієнт технічної готовності.

Коефіцієнт технічної готовності α_T визначає долю технічно справних автомобілів в загальній обліковій кількості рухомого складу на підприємстві. Він залежить від тривалості простою автомобілів під час проведення технічного обслуговування і ремонту.

Для автомобілів, яким не передбачається капітальний ремонт на АРП, коефіцієнт технічної готовності визначається за формулою:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + l_{c-d} \cdot \frac{D_{ТО і ПР}}{1000}} \quad (2.2)$$

де l_{c-d} – середньодобовий пробіг, км;

$D_{ТО і ПР}$ – скоригований час простою в ТО і ПР, дні/1000 км.

Коефіцієнт випуску α_B визначає долю автомобілів, що виїжджають на лінію, в загальній обліковій кількості рухомого складу на підприємстві. Він залежить від кількості днів роботи автомобілів та коефіцієнта технічної готовності і знаходиться за формулою:

$$\alpha_B = \frac{D_p}{D_k} \cdot \alpha_T, \quad (2.3)$$

де D_p – кількість робочих днів автомобілів, дні;

D_k – кількість календарних днів в році, дні.

Загальний річний пробіг всіх автомобілів однієї технологічно сумісної групи:

$$L_p = A_{об} \cdot l_{с-д} \cdot D_k \cdot \alpha_v, \quad (2.4)$$

де $A_{об}$ – число автомобілів однієї технологічно сумісної групи.

Коефіцієнти технічної готовності та випуску для цілого підприємства визначаються як середньозважені величини коефіцієнтів кожної групи автомобілів.

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти технічної готовності і випуску та річний пробіг

Розрахункова група ДТЗ	Коефіцієнт технічної готовності	Коефіцієнт випуску	Річний пробіг, км
	α_T	α_B	L_p
MAN CLA	0,962	0,962	184027,71
MAZ-5340	0,970	0,970	663636,36
SPRINTER	0,961	0,961	336216,50
Всього	0,966	0,966	1183880,58

2.1.3 Розрахунок виробничої програми в кількісних показниках

Річна програма технічного обслуговування і діагностування автомобілів являє собою кількість обслуговувань даного виду за рік і визначається для кожної розрахункової групи ДТЗ за формулами:

$$\begin{aligned} \text{кількість списань: } N_{сп}^p &= \frac{L_p}{L_{сп}}; \\ \text{кількість ТО – 2: } N_{ТО-2}^p &= \frac{L_p}{L_{ТО-2}} - N_{сп}^p; \\ \text{кількість ТО – 1: } N_{ТО-1}^p &= \frac{L_p}{L_{ТО-1}} - N_{сп}^p - N_{ТО-2}^p, \end{aligned} \quad (2.5)$$

Добова програма залежить від кількості робочих днів зон ТО і ПР:

$$\begin{aligned} \text{кількість ТО} - 2: \quad N_{\text{ТО-2}}^{\text{Д}} &= \frac{N_{\text{ТО-2}}^{\text{Р}}}{D_{\text{р.з}}}; \\ \text{кількість ТО} - 1: \quad N_{\text{ТО-1}}^{\text{Д}} &= \frac{N_{\text{ТО-1}}^{\text{Р}}}{D_{\text{р.з}}}. \end{aligned} \quad (2.6)$$

Таблиця 2.3 – Річна і добова програма

Параметр	Умов. позн.	ЩО	ТО-1	ТО-2	СО	К-сть списань
1	2	3	4	5	6	7
MAN CLA:						
Річна програма	$N_i^{\text{Р}}$	1405	31,02	9,97	8,00	0,37
Добова програма	$N_i^{\text{Д}}$	4	0,10	0,03	-	-
MA3-5340:						
Річна програма	$N_i^{\text{Р}}$	3509	124,43	39,59	30,00	1,89
Добова програма	$N_i^{\text{Д}}$	15	0,41	0,13	-	-
SPRINTER:						
Річна програма	$N_i^{\text{Р}}$	2454	63,52	20,42	14,00	0,76
Добова програма	$N_i^{\text{Д}}$	7	0,21	0,07	-	-
Всього по АТП:						
Річна програма	$N_i^{\text{Р}}$	9168	218,96	69,98	52,00	3,01
Добова програма	$N_i^{\text{Д}}$	26	0,72	0,23		

2.1.4 Визначення річної трудомісткості робіт

Річний обсяг (трудомісткість) робіт ТО і ПР в людино·годинах визначається на основі річної виробничої програми в кількісних показниках і скоректованої трудомісткості одиниці обслуговування.

Трудомісткість супутнього ПР при ТО-1, ТО-2 і СО. Технологія виконання регламентних робіт технічного обслуговування передбачає одночасне виконання робіт супутнього ПР. Ці величини розраховуються за формулами:

$$\begin{aligned} T_{\text{ТО-1}}^{\text{ПР}} &= N_{\text{ТО-1}}^{\text{Р}} \cdot t_{\text{ТО-1}} \cdot K_{\text{ТО}}^{\text{ПР}}; \\ T_{\text{ТО-2}}^{\text{ПР}} &= N_{\text{ТО-2}}^{\text{Р}} \cdot t_{\text{ТО-2}} \cdot K_{\text{ТО}}^{\text{ПР}}; \\ T_{\text{СО}} &= N_{\text{СО}}^{\text{Р}} \cdot t_{\text{ТО-2}} \cdot K_{\text{СО}}, \end{aligned} \quad (2.7)$$

де $K_{ТО}^{ПР}$ – коефіцієнт, враховуючий долю робіт супутнього ПР при виконанні робіт ТО;

$K_{СО}$ – коефіцієнт, що враховує частку робіт сезонного обслуговування в трудомісткості ТО-2.

Річний обсяг робіт ТО-1 і ТО-2, ПР визначається за формулами:

$$\begin{aligned} T_{ТО-1} &= N_{ТО-1}^P \cdot t_{ТО-1} + T_{ТО-1}^{ПР}; \\ T_{ТО-2} &= N_{ТО-2}^P \cdot t_{ТО-2} + T_{ТО-2}^{ПР} + T_{СО}; \\ T_{ПР} &= \frac{L_p}{1000} \cdot t_{ПР} - T_{ТО-1}^{ПР} - T_{ТО-2}^{ПР}, \end{aligned} \quad (2.8)$$

де $T_{ТО-1}^{ПР}$, $T_{ТО-2}^{ПР}$ – трудомісткість супутнього поточного ремонту в обсязі робіт відповідно ТО-1 і ТО-2, люд·год.

Розрахунок річного обсягу робіт ТО і ПР виконаний програмним способом.

Таблиця 2.4 – Загальна трудомісткість робіт ТО і ПР

Розрахункова група ДТЗ	ЩО	ТО-1	ТО-2	ПР	Загальна ТО і ПР
	$T_{ЩО}$	$T_{ТО-1}$	$T_{ТО-2}$	$T_{ПР}$	
1	2	3	4	5	6
MAN CLA	986,68	425,46	621,42	924,74	2776,78
MAZ-5340	2329,82	1365,51	1961,13	2859,38	8470,91
SPRINTER	1474,32	871,29	1250,44	1834,95	5368,52
Всього	4790,82	2662,27	3832,98	5619,06	16616,21

2.2 Розрахунок чисельності робітників

Розрізняють явочну чисельність виконавців робіт $P_{я}$, потрібну для виконання добової виробничої програми, і штатну чисельність $P_{шт}$, 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:

$$P_{\text{я}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{р.м.}}}; \quad P_{\text{шт}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{в.р.}}}, \quad (2.9)$$

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:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = D_{\text{р.з.}} \cdot \tau_{\text{зм}} - D_{\text{пс}}, \quad (2.10)$$

- при 6-ти денному робочому тижні:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = D_{\text{р.з.}} \cdot \tau_{\text{зм}} - D_{\text{пс}} - 2 \cdot D_{\text{пв}},$$

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

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

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

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

$$\Phi_{в.р.} = \Phi_{р.м.} - (D_{від}^{осн} + D_{від}^{дод} + D_{пов}) \cdot t_{зм}, \quad (2.11)$$

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

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

Розрахунок чисельності робітників виконаний програмним способом.

2.3 Розрахунок кількості постів ТО і ПР

Розрахункова мінімальна кількість постів ТО-1, ТО-2 і постових робіт ПР залежить від річної трудомісткості цих робіт і визначається за формулою:

$$X_i = \frac{T_i \cdot K_p}{D_{р.з} \cdot c \cdot \tau_{зм} \cdot P_{п} \cdot \eta_{п}}, \quad (2.12)$$

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

K_p – коефіцієнт резервування постів для компенсації нерівномірного їх завантаження;

c – число змін протягом доби;

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

$P_{п}$ – число робітників, що одночасно працюють на посту, чол.;

$\eta_{п}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста

Розрахунок кількості постів виконаний програмним способом.

2.4 Розподіл робіт ТО і ПР за видами та місцем виконання

Річний обсяг робіт ТО і ПР автомобілів розподіляється за видами робіт та місцем їх виконання. Розподіл виконується згідно з ОНТП-01-91 у відсотковому відношенні:

$$T_{в.р} = T_{ТО і ПР} \cdot \frac{C_{в.р}}{100}, \quad (2.13)$$

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

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

$C_{в.р}$ – частка (%) окремого виду робіт від річної трудомісткості робіт ТО і

ПР

Для кожного виду робіт визначається необхідна чисельність виробничих робітників $P_{я}$ та кількістю робочих постів X .

Розподіл робіт ТО і ПР за видами та місцем виконання виконаний програмним способом.

Таблиця 2.5 – Розрахункові показники робіт ТО-1 і ТО-2

Вид робіт	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		Кількість постів
	%	$T_{ТО}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$	$X_{ТО}^i$
1	2	3	4	5	6
MAN CLA					
ТО-1:					
діагностика загальна (Д-1)	8	34,04	0,02	0,02	0,01
кріпильні, регулювальні, мастильні та ін.	92	391,42	0,20	0,22	0,13
Разом ТО-1	100	425,46	0,21	0,23	0,14
ТО-2:					
діагностика поглиблена (Д-2)	7	43,50	0,02	0,02	0,02
кріпильні, регулювальні, мастильні та ін.	93	577,92	0,29	0,32	0,16
Разом ТО-2	100	621,42	0,31	0,34	0,17
Всього робіт ТО		1046,88	0,52	0,58	0,32

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
МАЗ-5340					
ТО-1:					
діагностика загальна (Д-1)	8	109,24	0,05	0,06	0,04
кріпильні, регулювальні, мастильні та ін.	92	1256,27	0,63	0,69	0,42
Разом ТО-1	100	1365,51	0,68	0,75	0,46
ТО-2:					
діагностика поглиблена (Д-2)	7	137,28	0,07	0,08	0,05
кріпильні, регулювальні, мастильні та ін.	93	1823,85	0,91	1,00	0,61
Разом ТО-2	100	1961,13	0,98	1,08	0,66
Всього робіт ТО		3326,64	1,66	1,83	1,13
SPRINTER					
ТО-1:					
діагностика загальна (Д-1)	8	69,70	0,03	0,04	0,03
кріпильні, регулювальні, мастильні та ін.	92	801,59	0,40	0,44	0,27
Разом ТО-1	100	871,29	0,43	0,48	0,30
ТО-2:					
діагностика поглиблена (Д-2)	7	87,53	0,04	0,05	0,03
кріпильні, регулювальні, мастильні та ін.	93	1162,90	0,58	0,64	0,31
Разом ТО-2	100	1250,44	0,62	0,69	0,35
Всього робіт ТО		2121,73	1,06	1,17	0,64
Всього по АТП					
ТО-1:					
діагностика загальна (Д-1)		512,98	0,21	0,22	0,18
кріпильні, регулювальні, мастильні та ін.		2449,29	1,22	1,35	0,82
Разом ТО-1		2662,27	1,33	1,46	0,90
ТО-2:					
діагностика поглиблена (Д-2)		668,31	0,23	0,25	0,20
кріпильні, регулювальні, мастильні та ін.		3564,68	1,78	1,96	1,08
Разом ТО-2		3832,98	1,91	2,11	1,18
Всього робіт ТО		6495,25	3,24	3,57	2,08

Таблиця 2.6 – Розрахункові показники постових робіт ПР

Вид робіт	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		Кількість постів
	%	$T_{\text{ПР}}^i$	$P_{\text{я}}$	$P_{\text{ш}}$	
1	2	3	4	5	6
MAN CLA					
Постові роботи:					
діагностика загальна (Д-1)	1	9,25	0,00	0,01	0,00
діагностика поглиблена (Д-2)	1	9,25	0,00	0,01	0,00
регулювальні і розбірно-складальні	27	249,68	0,12	0,14	0,14
зварювальні роботи	5	46,24	0,02	0,03	0,02
жерстяницькі роботи	2	18,49	0,01	0,01	0,01
фарбувальні роботи	8	73,98	0,04	0,04	0,03
деревобробні роботи					
Разом постових	44	406,89	0,20	0,23	0,21

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6
МАЗ-5340					
Постові роботи:					
діагностика загальна (Д-1)	1	28,59	0,01	0,02	0,01
діагностика поглиблена (Д-2)	1	28,59	0,01	0,02	0,01
регулювальні і розбірно-складальні роботи	27	772,03	0,38	0,42	0,67
зварювальні роботи	5	142,97	0,07	0,08	0,06
жерстяницькі роботи	2	57,19	0,03	0,03	0,03
фарбувальні роботи	8	228,75	0,11	0,13	0,11
деревобробні роботи					
Разом постових	44	1258,13	0,63	0,70	0,89
SPRINTER					
Постові роботи:					
діагностика загальна (Д-1)	1	18,35	0,01	0,01	0,01
діагностика поглиблена (Д-2)	1	18,35	0,01	0,01	0,01
регулювальні і розбірно-складальні роботи	27	495,44	0,25	0,27	0,29
зварювальні роботи	5	91,75	0,05	0,05	0,04
жерстяницькі роботи	2	36,70	0,02	0,02	0,02
фарбувальні роботи	8	146,80	0,07	0,08	0,07
деревобробні роботи					
Разом постових	44	807,38	0,40	0,45	0,43
Всього по АТП					
Постові роботи:					
діагностика загальна (Д-1)		156,19	0,1	0,1	0,09
діагностика поглиблена (Д-2)		156,19	0,1	0,1	0,09
регулювальні і розбірно-складальні роботи		1517,15	0,76	0,83	1,10
зварювальні роботи		280,95	0,14	0,16	0,13
жерстяницькі роботи		112,38	0,06	0,06	0,05
фарбувальні роботи		449,52	0,22	0,25	0,21
деревобробні роботи					
Разом постових		2472,39	1,23	1,37	1,53

Таблиця 2.7 – Розрахункові показники дільничних робіт ПР

Вид робіт	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.	
	%	$T_{\text{ПР}}^i$	$P_{\text{я}}$	$P_{\text{ш}}$
1	2	3	4	5
MAN CLA				
Дільничні роботи:				
агрегатні роботи	17	157,21	0,08	0,09
слюсарно-механічні роботи	8	73,98	0,04	0,04
електротехнічні роботи	7	64,73	0,03	0,04
акумуляторні роботи	2	18,49	0,01	0,01
ремонт приладів системи живлення	4	36,99	0,02	0,02
шиномонтажні роботи	2	18,49	0,01	0,01
роботи вулканізації (ремонт камер)	1	9,25	0,00	0,01
ковальсько-ресорні роботи	3	27,74	0,01	0,02

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5
мідницькі роботи	2	18,49	0,01	0,01
зварювальні роботи	2	18,49	0,01	0,01
жерстяницькі роботи	2	18,49	0,01	0,01
арматурні роботи	3	27,74	0,01	0,02
оббивні роботи	3	27,74	0,01	0,02
таксиметричні роботи				
Разом дільничних МАЗ-5340	56	517,85	0,26	0,29
Дільничні роботи:				
агрегатні роботи	17	486,09	0,24	0,27
слюсарно-механічні роботи	8	228,75	0,11	0,13
електротехнічні роботи	7	200,16	0,10	0,11
аккумуляторні роботи	2	57,19	0,03	0,03
ремонт приладів системи живлення	4	114,38	0,06	0,06
шиномонтажні роботи	2	57,19	0,03	0,03
роботи вулканізації (ремонт камер)	1	28,59	0,01	0,02
ковальсько-ресорні роботи	3	85,78	0,04	0,05
мідницькі роботи	2	57,19	0,03	0,03
зварювальні роботи	2	57,19	0,03	0,03
жерстяницькі роботи	2	57,19	0,03	0,03
арматурні роботи	3	85,78	0,04	0,05
оббивні роботи	3	85,78	0,04	0,05
таксиметричні роботи				
Разом дільничних SPRINTER	56	1601,25	0,80	0,89
Дільничні роботи:				
агрегатні роботи	17	311,94	0,16	0,17
слюсарно-механічні роботи	8	146,80	0,07	0,08
електротехнічні роботи	7	128,45	0,06	0,07
аккумуляторні роботи	2	36,70	0,02	0,02
ремонт приладів системи живлення	4	73,40	0,04	0,04
шиномонтажні роботи	2	36,70	0,02	0,02
роботи вулканізації (ремонт камер)	1	18,35	0,01	0,01
ковальсько-ресорні роботи	3	55,05	0,03	0,03
мідницькі роботи	2	36,70	0,02	0,02
зварювальні роботи	2	36,70	0,02	0,02
жерстяницькі роботи	2	36,70	0,02	0,02
арматурні роботи	3	55,05	0,03	0,03
оббивні роботи	3	55,05	0,03	0,03
таксиметричні роботи				
Разом дільничних	56	1027,57	0,51	0,57
В с ь о г о п о А Т П				
Дільничні роботи:				
агрегатні роботи		955,24	0,48	0,53
слюсарно-механічні роботи		449,52	0,22	0,25
електротехнічні роботи		393,33	0,20	0,22

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5
аккумуляторні роботи		112,38	0,06	0,06
ремонт приладів системи живлення		224,76	0,11	0,13
шиномонтажні роботи		112,38	0,06	0,06
роботи вулканізації (ремонт камер)		56,19	0,03	0,03
ковальсько-ресорні роботи		168,57	0,08	0,09
мідницькі роботи		112,38	0,06	0,06
зварювальні роботи		112,38	0,06	0,06
жерстяницькі роботи		112,38	0,06	0,06
арматурні роботи		168,57	0,08	0,09
оббивні роботи		168,57	0,08	0,09
таксиметричні роботи				
Разом дільничних		3146,67	1,57	1,74

2.5 Організація виробничих підрозділів підприємства

Виробничі підрозділи - це окремі приміщення підприємства в яких виконуються схожі за технологією виконання роботи. Проведений розподіл робіт ТО і ПР за місцем виконання та видами дає можливість сформувати Виробничі підрозділи підприємства. Процедура фарбування здійснюється в такому порядку.

На підприємстві необхідно сформувати два види виробничих підрозділів. Перший вид стосується виконання постових робіт обслуговування та поточного ремонту. Постові роботи виконуються безпосередньо біля автомобіля, тому для їх виконання необхідні приміщення з робочими постами. Дільничні роботи передбачають поточний ремонт агрегатів та вузлів які зняті з автомобіля. У приміщеннях для дільничних робіт не потрібно робочих постів. У таких приміщеннях розташовується тільки виробниче технологічне обладнання.

На першому етапі необхідно згрупувати роботи схожі за технологією виконання. Це виконується з метою того щоб в одному приміщенні можна було виконувати роботи із застосуванням одного і того ж технологічного обладнання.

Результати розподілу робіт обслуговування і поточного ремонту приведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Виробничі підрозділи підприємства

Виробничий підрозділ	Перелік робіт	К-сть пос-тів	Трудо-міст-кість, люд.-год	Чисель-ність робітників, чол.	
		X_i	T_i	$P_{я}$	$P_{ш}$
Зона ЩО	Прибирання і миття	2	2965,52	2	2
КТП	Контрольно-оглядові роботи	1	1825,3	1	1
Зона ТО і ПР	діагностика загальна (Д-1) діагностика поглиблена (Д-2) кріпильні, регулювальні та ін. ТО-1 кріпильні, регулювальні та ін. ТО-2 регулювальні і розбірно-складальні ПР зварювальні роботи ПР жерстяницькі роботи ПР фарбувальні роботи ПР	4	8967,64	5	5
Агрегатно-механічна	агрегатні слюсарно-механічні електротехнічні	-	1798,10	1	1
Зварювально-жерстяницька	ковальсько-ресорні мідницькі зварювальні жерстяницькі арматурні оббивні	-	842,86	1	1
Шинна	шиномонтажні вулканізаційні	-	168,57		
Паливної апаратури	ремонт приладів системи живлення	-	224,76		

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

На підприємстві не має окремого приміщення для зони діагностики. Вона об'єднана із зоною ТО і ПР.

У кожному виробничому підрозділі підприємства формуються робочі місця для виконання відповідних робіт на кожному з них. Одне робоче місце являє собою окреме місце чи частину приміщення для виконання робіт із застосуванням приблизно однакового обладнання.

Процес організації робочих місць у виробничих підрозділах заключається в розподілі всіх робіт які повинні виконуватися у цьому приміщенні між робочими місцями та виконавцями. Такий розподіл можна виконати у наступному порядку.

Перш за все необхідно визначитися які роботи будуть виконуватися у даному виробничому підрозділі, а які недоцільно виконувати. Знаючи перелік робіт необхідно попередньо визначити яке технологічне обладнання потрібне для їх виконання. Підбір технологічного обладнання є досить важливим етапом проектування. Номенклатура та кількість технологічного обладнання залежить від технології робіт які будуть виконуватися на робочих місцях а також від систем та агрегатів автомобілів які необхідно обслуговувати або ремонтувати.

Підбір технологічного обладнання та організації робочих місць повинні виконуватися паралельно. Для кожного робочого місця спершу визначається які роботи необхідно виконувати на даному робочому місці та яким технологічним обладнанням. Одне робоче місце повинно забезпечуватися технологічним обладнанням до якого буде зручний доступ під час виконання робіт. Це обладнання повинно забезпечити всі роботи які планується виконувати на даному робочому

місці.

Під час формування робочих місць також необхідно враховувати загальну трудомісткість робіт які планується виконувати. Це враховується з метою того щоб у одному виробничому підрозділі трудомісткість робіт на кожному робочому місці була приблизно однаковою. Робітники які будуть працювати на робочих місцях закріплюються або за одним робочим місцем або за декількома робочими місцями. Трудомісткість виконання робіт для кожного робітника також повинна бути приблизно однаковою протягом одної робочої зміни.

Технологічне обладнання робочих місць може бути стаціонарне пересувне або переносне. Стаціонарне обладнання закріплюється тільки за одним робочим місцем і робітники які будуть виконувати роботи на цьому робочому місці. Пересувне або переносне технологічне обладнання може бути закріплене як за одним робочим місцем так і за двома і більше робочими місцями. Це пояснюється тим що дороговартісне обладнання недоцільно дублювати для кожного робочого місця на якому передбачено виконання робіт із застосуванням даного обладнання.

Також важливим є застосування різних комплектів інструментів для виконання робіт технічного обслуговування і поточного ремонту. У більшості випадків комплекти інструментів повинні бути на кожному робочому місці. Але якщо застосовується дороговартісні пересувні візки з повним набором необхідних ключів та інструментів то такі комплекти можуть також закріплюватися за декількома робочими місцями. В такому випадку візок перетягується до місця виконання роботи за необхідністю.

Підібране технологічне обладнання формується в загальну відомість технологічного обладнання (табл. 2.9) яка передбачає весь перелік стаціонарного пересувного та переносного обладнання а також приладів пристроїв та інструментів. У відповідності з відомістю технологічного обладнання виконується технологічне планування виробничого підрозділу яке передбачає розташування всього обладнання у приміщенні виробничого підрозділу з дотриманням необхідних норм та відстаней між обладнанням та дотриманням санітарних норм.

Таблиця 2.9 – Відомість технологічного обладнання

Обладнання, прилади, пристрої, інструмент	Модель, тип	К- сть, шт.	Габари- тні розміри, мм	Площа, м ²		Поту- ж- ність, кВт
				Оди- ниці	За- га- льна	
1	2	3	4	5	6	7
Основне технологічне обладнання та прилади						
1. Установка для вибору відпрацьованих мастил	3027WS Flexvimес	1	600 x 420	0,25	0,25	0,75
2. Мотор-тестер для двигунів	FSA-720	1	650 x 450	0,29	0,29	0,35
3. Стенд для регулювання автомобільних фар	412 FD	1	1800 x 320	0,57	0,57	–
4. Стенд для регулювання кутів встановлення керованих коліс	SPR-320	1	630 x 480	0,3	0,3	0,3
Організаційна оснастка та допоміжне обладнання						
1. Резервуар для відпрацьованого мастила	C-208	1	500 x 500	0,25	0,25	–
2. Верстак слюсарний	В/в	1	1200x80 0	0,96	0,96	–
3. Ларь для відходів	В/в	1	400 x 400	0,16	0,16	–
4. Бак для заправки гальмівною рідиною	326	1	265 x 295	0,08	0,08	-
5. Ларь для обтирочних матеріалів	В/в	1	400 x 400	0,16	0,16	–
6. Пересувний візок для інструментів	В/в	1	400 x 600	0,24	0,24	–
7. Щит настінний для інструментів	В/в	1	80 x 1300	0,1	0,1	–
8. Підставка в оглядовій канаві	В/в	1	600 x 2000	–	–	
Пристрої та інструменти						
1. Маслороздавальний пристрій	3391 Flexvimес	1				
2. Прилад для перевірки електрообладнання	Э - 214	1				
3. Стетоскоп електронний	КЄО	1				
Всього					3,36	

РОЗДІЛ 3

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ COMMON RAIL

3.1 Інформаційна база моделі діагностичної системи

Сучасний рівень розвитку технічних систем і технологій впливає на різні галузі, включаючи автомобільний транспорт. В галузі діагностики автомобілів з'являються нові підходи і методи завдяки вдосконаленню сенсорів, комп'ютерної обробки даних, штучного інтелекту та інших інноваційних технологій.

Визначення методики діагностики системи керування дизельним двигуном Common Rail часто базується на аналізі залежностей між структурними параметрами об'єкта діагностики та діагностичними параметрами, які характеризують його стан. Дизельні двигуни Common Rail використовують систему безпосереднього впорскування пального під високим тиском.

Методика діагностики системи керування дизельним двигуном Common Rail базується на визначенні залежностей між структурними параметрами об'єкта діагностики і діагностичними параметрами, що описують його стан.

Для діагностики системи керування дизельним двигуном Common Rail можна використовувати різні методи фізичного зчитування діагностичних параметрів, статистичної обробки діагностичної інформації та математичного моделювання робочого процесу об'єкта діагностування.

Ці методи можуть бути використані в поєднанні для створення комплексної системи діагностики, яка дозволяє точно та надійно виявляти несправності та прогнозувати стан системи керування дизельним двигуном Common Rail.

Розглядаючи систему керування дизельним двигуном Common Rail як об'єкт діагностування, важливо використовувати різноманітні методи та підходи для ефективної ідентифікації та вирішення можливих проблем. На рис. 3.1 показана залежність між діагностичними і структурними параметрами.



Рисунок 3.1 – Залежність між діагностичними і структурними параметрами

Системи параметричного діагностування спрямовані на розробку методів та засобів отримання діагностичної інформації, автоматизований контроль діагностичних параметрів та пошук несправностей в об'єкті діагностування. Цей підхід дозволяє виявляти відхилення в роботі системи та реагувати на них.

Визначення ключових параметрів, які вказують на стан системи. Ці параметри можуть включати тиск, температуру, час вприскування, частоту обертання і т.д. Моніторинг тиску пального у системі Common Rail може допомогти виявляти несправності форсунок та інших елементів. Вимірювання температури пального дозволяє виявляти аномалії в роботі системи охолодження та вплив на ефективність вприскування. Моніторинг часу вприскування та часу затримки може допомогти виявити проблеми з форсунками та регулювальними клапанами.

Хоча параметричне діагностування має свої переваги, такі як здатність виявляти відхилення від нормального режиму роботи, воно також має свої недоліки.

Параметричне діагностування може бути чутливим до зовнішніх факторів, таких як зміни в умовах оточуючого середовища або погодних умов, що може призводити до неправильних результатів.

У складних системах, де є багато діагностичних параметрів, управління та аналіз може стати вельми складним завданням. Велика кількість параметрів може призводити до збільшення обсягу даних та зниження ефективності.

Параметричні моделі часто вимагають точної калібрування та конфігурації для конкретної системи. Це може виявитися трудомістким завданням та вимагати спеціальних знань.

Збільшення кількості діагностичних параметрів може призвести до значного обсягу даних, що потребує ефективного зберігання, обробки та аналізу.

Іноді точність та надійність діагностичних датчиків може бути обмеженою, особливо в умовах експлуатації на транспортних засобах або в екстремальних умовах.

Використання складних математичних моделей та алгоритмів може впливати на швидкість діагностування, особливо у реальному часі, що може бути критичним у деяких застосуваннях, таких як автомобільна техніка

Технічний стан системи керування дизельним двигуном Common Rail визначається значеннями структурних і діагностичних параметрів, які змінюються в процесі експлуатації. Ці параметри служать індикаторами працездатності системи та можуть виявляти можливі несправності або знос елементів.

Зміна технічного стану двигуна може бути визначена за допомогою спостереження за змінами показників і параметрів робочого процесу. Ці показники можуть бути виміряні та аналізовані для виявлення можливих несправностей, зносу чи інших аномалій. Їх важливо моніторити в процесі експлуатації для раннього виявлення можливих проблем і підтримки оптимального технічного стану двигуна Common Rail. Аналіз та спостереження за цими параметрами може

використовуватися для планування технічного обслуговування та уникнення несправностей.

Велика частина цінної інформації про стан двигуна може бути отримана безпосередньо з параметрів, які безпосередньо формують робочий процес. Оскільки ці параметри мають прямий вплив на ефективність та правильність роботи двигуна.

На рис. 3.2 показана схема системи керування дизельним двигуном з акумуляторною паливною системою високого тиску, з електромеханічними форсунками для впорскування палива в циліндри дизеля. Система впорскування Common Rail (акумуляторна паливна система високого тиску) з електромеханічними форсунками є поширеним варіантом для дизельних двигунів. Ця система забезпечує точне та гнучке впорскування пального в циліндри, що дозволяє оптимізувати ефективність та викиди.

Управління випередженням (фазою) і тривалістю впорскування при використанні системи Common Rail здійснюється за допомогою зміни фази і тривалості електричного імпульсу, який подається мікроконтролером. Це дозволяє точно контролювати момент початку і тривалість впорскування пального.

Система отримує дані від різноманітних датчиків, таких як датчики тиску, датчики обертання, температурні датчики і т.д. Мікроконтролер обробляє дані від датчиків та використовує цю інформацію для визначення оптимального моменту впорскування та тривалості. Сигнали від мікроконтролера подаються на клапани форсунок, відкриваючи їх для впорскування пального у циліндри. Тиск у Common Rail підтримується на необхідному рівні для забезпечення точного впорскування. Мікроконтролер може регулювати фазу впорскування, визначаючи точний момент початку впорскування. Також він контролює тривалість впорскування, регулюючи час, протягом якого відкриті клапани форсунок. Система може використовувати зворотний зв'язок від сенсорів для корекції параметрів в реальному часі, що дозволяє адаптувати роботу системи до змінних умов.

Цей процес дозволяє оптимізувати роботу двигуна для різних умов експлуатації, таких як швидкість, навантаження, температура тощо.

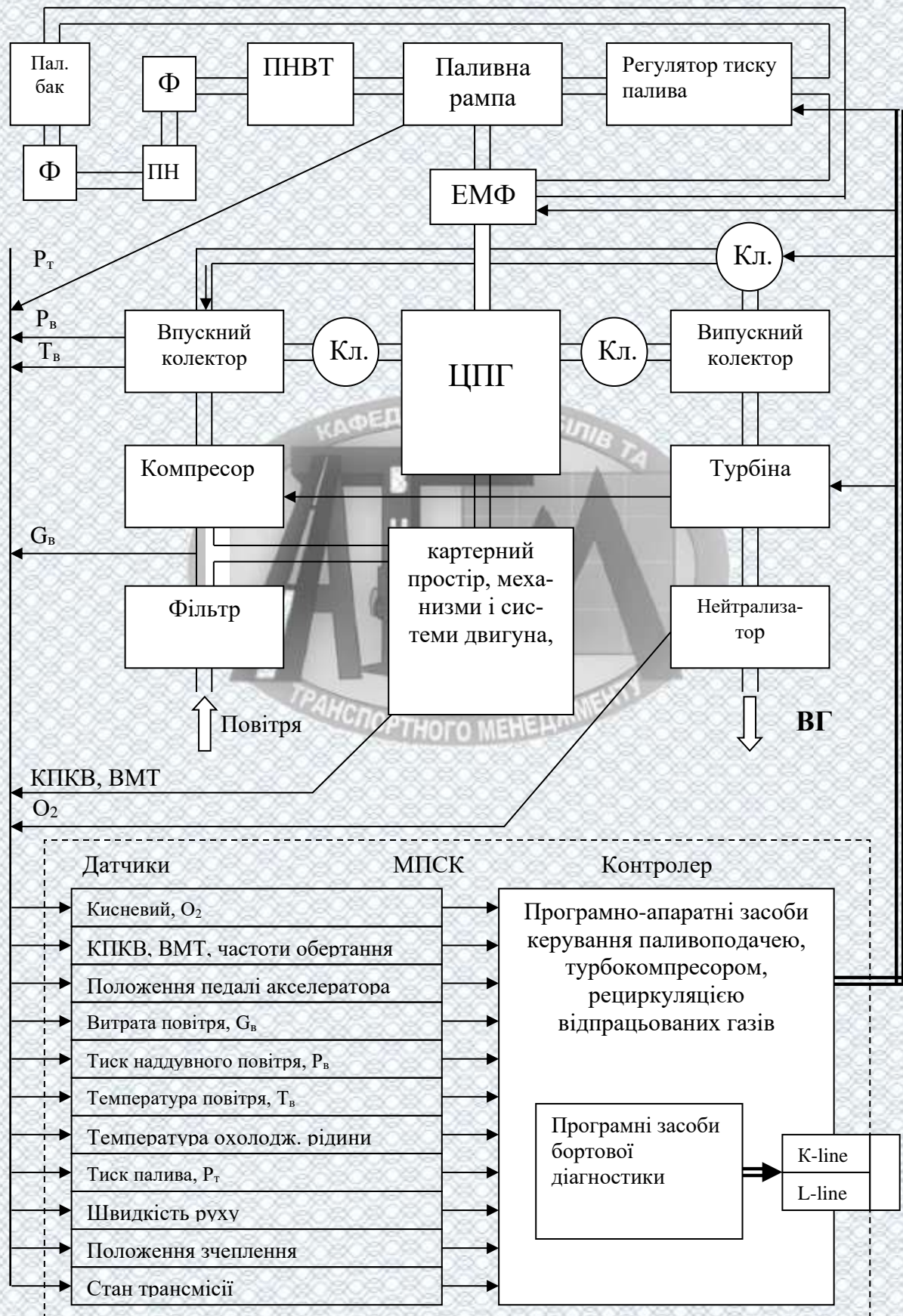


Рисунок 3.2 – Структурна схема системи керування дизеля

В системі Common Rail тиск впорскування встановлюється за допомогою безперервного регулювання тиску в акумуляторі, також відомому як паливна рампа. Процес регулювання тиску зазвичай здійснюється за допомогою регулятора тиску в Common Rail, який відповідає за збереження заданого тиску палива в системі.

В системі присутній датчик тиску, який вимірює поточний тиск в Common Rail. Мікроконтролер отримує дані від датчика тиску та визначає, чи необхідно регулювати тиск. Якщо потрібно змінити тиск, мікроконтролер віддає команду на регулювання приводу регулятора тиску. Регулятор тиску змінює продуктивність насоса пального (ПНВТ) або інші параметри для досягнення необхідного тиску в Common Rail. Тиск у Common Rail утримується на стабільному рівні завдяки акумулятору (паливній рампі), де певна кількість палива зберігається під високим тиском. Сигнали від мікроконтролера також використовуються для відкривання форсунок на необхідну тривалість і момент впорскування.

Цей процес дозволяє динамічно адаптувати тиск в Common Rail в залежності від різних умов роботи двигуна та забезпечити оптимальні умови для впорскування пального.

Кількість палива, яка впорскується одною форсункою за один робочий цикл, залежить від кількох факторів, включаючи конструкцію форсунки, тривалість впорскування та регулювання тиску в системі Common Rail. Визначення точної кількості палива може варіюватися в залежності від конкретного двигуна та його характеристик.

$$G = \mu f_{\phi} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_T \cdot P_T} \cdot \tau_{\text{вп}}, \quad (3.1)$$

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.

3.2 Розробка структури діагностичної моделі

Для діагностичної системи можуть бути вибрані різні типи діагностичних моделей (рис. 3.3).

Моделі, що базуються на параметричних методах контролю технічного стану, використовують параметричні характеристики об'єкта для визначення його стану або виявлення потенційних проблем. Ці методи включають в себе аналіз параметрів, які можна виміряти чи спостерігати, і використовувати їх для оцінки технічного стану.

Ці методи можуть варіювати в залежності від конкретної галузі застосування і характеристик об'єкта діагностики. Параметричні методи надають можливість розробляти математичні моделі, які відображають залежності між параметрами і технічним станом, що дозволяє виявляти аномалії та проводити прогнозування зносу чи відмови.



Рисунок 3.3 – Типи діагностичних моделей

Моделі, основані на методах інтелектуальної обробки знань, можуть бути використані для розробки ефективних систем діагностики системи керування

дизельним двигуном Common Rail. Такі методи використовують штучний інтелект (ШІ), включаючи методи машинного навчання та експертні системи, для аналізу та інтерпретації великих обсягів даних.

Ці методи дозволяють створювати системи діагностики, які можуть самостійно вчитися на основі нових даних, адаптуватися до змін у системі та надавати точні та надійні результати діагностики. Вони також можуть виявляти складні паттерни та аномалії, що можуть бути важко виявити за допомогою традиційних методів.

Експертні системи є одним із типів інтелектуальних систем, які використовуються для прийняття рішень в конкретній галузі, використовуючи знання, які зазвичай представлені експертами в даній області. База Знань це основний компонент експертної системи, який містить інформацію та знання експертів в певній області. Знання представлене у вигляді фактів, правил, процедур та висновків. Експертні системи можуть вивчати зразки та правила з доступних даних. Це може включати в себе використання методів машинного навчання для автоматичного визначення правил на основі вхідних даних. Експертні системи часто мають інтерфейс у вигляді системи запитань та відповідей, де користувач може отримувати рекомендації або вирішення проблем, задаючи системі питання. Експертні системи часто використовуються як системи підтримки прийняття рішень, допомагаючи користувачам аналізувати інформацію та приймати виважені рішення. Експертні системи забезпечують можливість використання накопиченого експертного знання для вирішення складних завдань, сприяючи швидкому та ефективному прийняттю рішень у різних областях, включаючи автомобільну техніку.

Системи нечіткого логічного висновку (нечіткі логічні системи) є методологією для моделювання та обробки нечіткої інформації. Вони базуються на теорії нечітких множин. Основна ідея нечіткої логіки полягає в тому, що прийняття рішень та висновки може бути неабсолютним, а нечітким, оскільки інформація, яку ми отримуємо, часто містить неоднозначності та невизначеності. У звичайній булевій логіці об'єкти можуть бути або істинними, або хибними. У нечіткій

логіці об'єкти можуть мати ступені належності до певної групи чи категорії. Нечітка множина це множина, у якій для кожного елемента призначений ступінь належності до цієї множини, який може приймати значення від 0 до 1. Нечіткі правила це логічні правила, в яких використовуються нечіткі терміни та оператори для визначення відносин між вхідними та вихідними змінними. Механізми нечіткого виведення - це алгоритми, які використовують нечіткі правила для прийняття нечітких висновків. Програми на основі нечіткої логіки часто використовуються для управління системами, де важко або неможливо визначити точні правила. Такі системи успішно застосовуються в автоматизованих процесах, таких як керування промисловими процесами та ін.

Штучні нейронні мережі (ШНМ) — це складна система алгоритмів, яка моделює структуру та функціональність нейронних мереж у людському мозку для розв'язання завдань машинного навчання та штучного інтелекту. Основна ідея полягає в тому, щоб створити комп'ютерні моделі, які можуть використовувати здатність "вчення" з даних, аналогічно тому, як люди вчаться на основі досвіду.

Щодо діагностування автомобільного двигуна та його систем можна зробити висновки щодо доцільності застосування:

- експертна система потребує високої кваліфікації користувача, значних матеріальних витрат і часу, високої кваліфікації експерта. Експертна система погано адаптована до вирішення питань технічної діагностики;

- системи з нечіткою логікою не можуть автоматично здобувати знання. Виникає проблема автоматизації діагностування;

- штучні нейронні мережі можуть навчатись та автоматично узагальнювати знання, але цей процес може бути досить тривалим і складним.

Нейро-нечіткі мережі поєднують в собі основні принципи нейронних мереж і нечіткої логіки для розв'язання задач, які включають в себе нечітку, невідому інформацію. Цей підхід дозволяє використовувати силу нечіткої логіки для моделювання нечіткої інформації та спрощує введення експертного знання в систему.

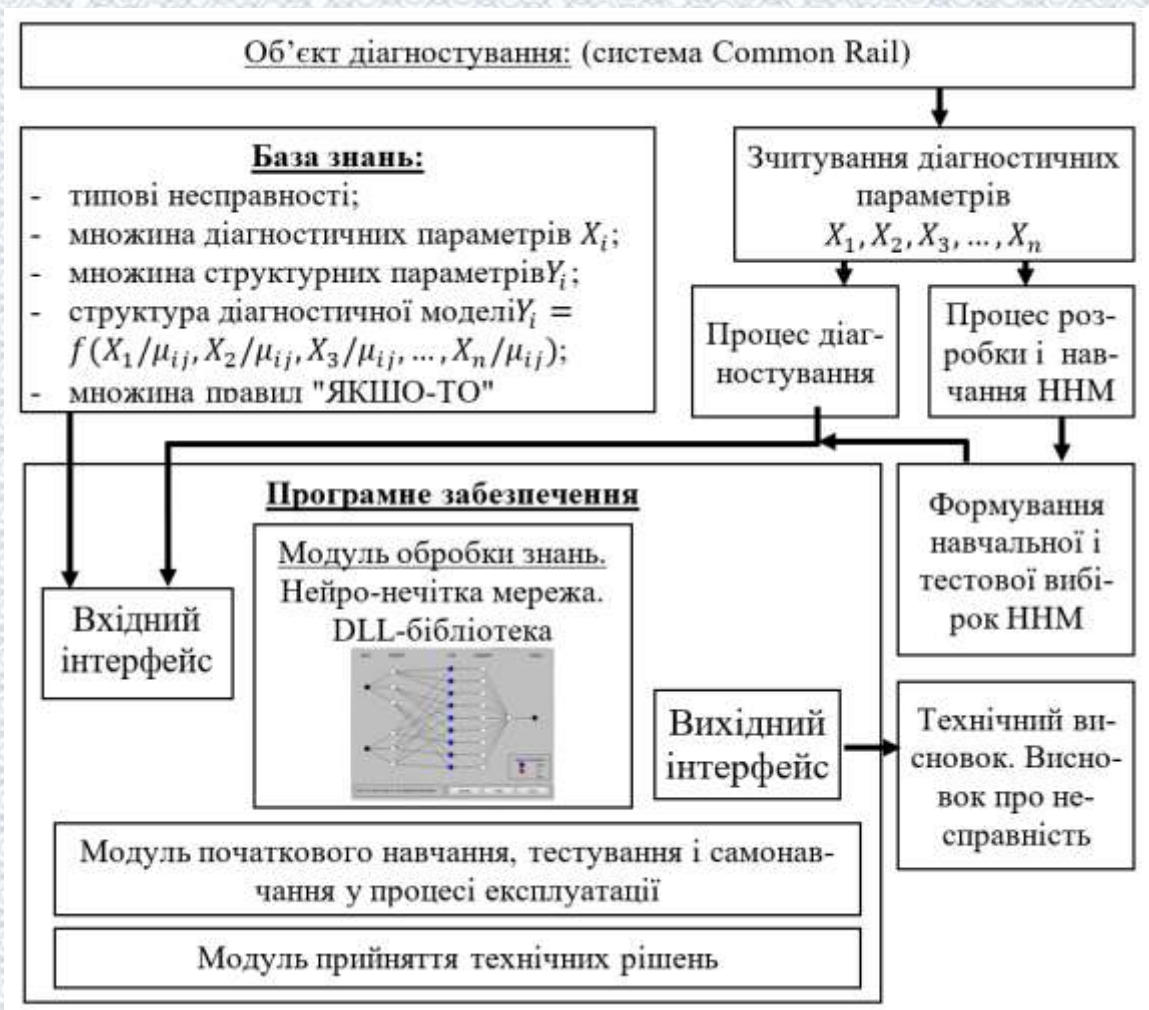


Рисунок 3.4 – Діагностична модель на основі нейро-нечіткої мережі

Розробка діагностичної моделі на основі нейро-нечіткої мережі включає кілька кроків (рис. 3.5).

Використання системи діагностики на основі бази знань, де знання про типові несправності, структурні та діагностичні параметри, а також діагностична модель зберігаються для вирішення проблем в системі. Така система може використовувати нечіткі логічні методи для ефективної обробки нечіткої інформації та прийняття рішень в умовах невизначеності.

На початковому етапі формується база знань, яка містить множини структурних і діагностичних параметрів, типові несправності, правила "ЯКЩО-ТО", які визначають логіку виведення для конкретного стану системи або вхідного вектору. Кожне правило має вигляд "ЯКЩО [умова], ТО [висновок]".



Рисунок 3.5 – Алгоритм побудови діагностичної моделі

3.3 Задачі класифікації у діагностичній моделі

Класифікація - це процес призначення чи віднесення об'єкта до одного чи декількох класів на підставі його характеристик або властивостей. У сфері машинного навчання класифікація є одним із типів завдань навчання з учителем, де модель навчається на основі набору даних, які містять приклади об'єктів та відомі їхні класи, з метою вивчення правил класифікації.

Задача полягає в тім, щоб віднести об'єкт $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, до одного з класів $\{d_1, d_2, \dots, d_m\}$, які наперед описані.

Класифікація може бути відображена як:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow y \in \{d_1, d_2, \dots, d_m\}. \quad (3.1)$$

Для задач класифікації потрібна нечітка база знань:

$$\begin{aligned} &\text{ЯКЩО } x_1 = a_{1,j1} \text{ I } x_2 = a_{2,j1} \text{ I } \dots \text{ I } x_n = a_{n,j1}, \text{ з вагою } w_{j1} \\ &\text{АБО } x_1 = a_{1,j2} \text{ I } x_2 = a_{2,j2} \text{ I } \dots \text{ I } x_n = a_{n,j2}, \text{ з вагою } w_{j2} \\ &\dots, \\ &\text{АБО } x_1 = a_{1,jk_j} \text{ I } x_2 = a_{2,jk_j} \text{ I } \dots \text{ I } x_n = a_{n,jk_j}, \text{ з вагою } w_{jk_j} \\ &\text{ТО } y = d_j, j = \overline{1, m}, \end{aligned} \quad (3.2)$$

де $a_{j,p}$ - терм, що оцінює змінну x_i у правилі $j, p = 1, k_j; k_j$ - перелік правил.

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

$$\mu_{d_j}(X^*) = \max_{p=1, k_j} w_{jp} \min_{i=1, n} (\mu_{jp}(x_i^*)), \quad j = \overline{1, m}, \quad (3.3)$$

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

Саме такий підхід використовується в нечітких класифікаторах, де об'єкт може належати до кількох класів одночасно з різними ступенями належності. Після того, як нечіткий класифікатор визначає ступені належності об'єкта до різних класів, для вибору окремого класу може використовуватися принцип "максимуму":

$$y^* = \arg \max_{\{d_1, d_2, \dots, d_m\}} (\mu_{d_1}(X^*), \mu_{d_2}(X^*), \dots, \mu_{d_m}(X^*)). \quad (3.4)$$

Нечітким класифікатором називається такий класифікатор, який використовує нечітку логіку для визначення класу чи категорії, до якої належить об'єкт. У порівнянні з традиційними бінарними класифікаторами, які відносять об'єкт до одного з двох (або більше) чітко визначених класів, нечіткі класифікатори дозволяють об'єктам належати до кількох класів одночасно з різними ступенями належності.

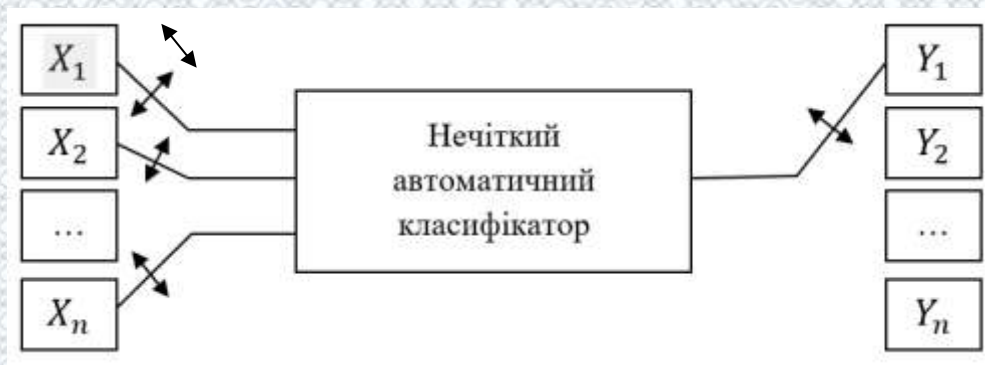


Рисунок 3.6 – Схема нечіткого класифікатора

Елементи нечіткого логічного класифікатора виконують такі функції:

- фазифікатор у нечітко-логічних системах є компонентом, який перетворює точні значення вхідних змінних на нечіткі або нечіткі множини. Це дозволяє враховувати нечіткість та невизначеність вхідних даних у процесі прийняття рішень. Фазифікація важлива в нечітко-логічних системах, так як вона дозволяє адаптувати лінгвістичні змінні до реальних значень та робить можливим використання нечіткої логіки для обробки нечітких даних. Перетворює X у вектор множин \tilde{X} , які є нечіткими.
- база знань у нечітких логічних системах включає нечіткі правила типу "ЯКЩО-ТО", які визначають залежність між вхідними та вихідними змінними.
- блок нечіткого логічного висновку є ключовим елементом в системі нечітко-логічного керування і використовується для генерації вихідних значень на основі нечітких правил і вхідних даних. Цей блок включає в себе кілька етапів обробки для перетворення нечітких входів у чіткі вихідні значення. Визначає

вектор нечітких значень Y ;

- дефазифікатор є важливим компонентом в системі нечітко-логічного керування і використовується для перетворення нечітких вихідних значень, отриманих в результаті інференції, у конкретні числові значення. Після проходження через процес нечіткої логіки, система може виражати вихід у нечітких або лінгвістичних термінах. Дефазифікатор перетворює вектор нечітких множин \tilde{Y} у числовий вектор Y .

3.4 Модель постановки діагнозу системи Common Rail

Система керування двигуном Common Rail представляє собою складну технічну систему, яка використовується в сучасних дизельних двигунах.

Система Common Rail надає багато переваг, таких як зменшення рівня шкідливих викидів, поліпшення роботи двигуна та зменшення рівня споживання пального. Однак, через свою складність, вона вимагає ефективної системи діагностики та контролю для забезпечення надійності та ефективності роботи.

Діагностика системи Common Rail може включати в себе аналіз вхідних даних від датчиків, моніторинг вихідних параметрів, виявлення відхилень від норми та визначення можливих несправностей. Використання різних методів діагностики, таких як нейромережі, нечіткі системи, або класичні методи, може полегшити виявлення та усунення проблем у системі Common Rail.

Розробка комплексної системи діагностики, яка може виявляти та постановляти діагноз при різних типових несправностях, включає в себе розробку алгоритмів для кожного окремого вузла чи компонента системи. Важливо врахувати різноманіття можливих несправностей та розробляти алгоритми, які можуть виявляти ці несправності на ранніх стадіях для запобігання серйознішим проблемам.

Система керування двигуном Common Rail розглядається як об'єкт діагностування. Важливо розуміти, що розробка алгоритмів діагностики є ітеративним процесом, який вимагає постійного вдосконалення та адаптації до змін умов.

Якщо система має велику кількість підсистем (вузлів) і діагностичних параметрів, це може ускладнити розробку алгоритмів діагностики та вимагати ефективного управління великим обсягом інформації. Покажемо алгоритм діагностування системи подачі палива високого тиску.

Підсистема подачі палива високого тиску у системі Common Rail є досить важливим елементом даної системи. Робота підсистеми подачі палива високого тиску безпосередньо впливає на техніко-економічні параметри роботи двигуна. На цю підсистему припадає досить великий відсоток несправностей тому що це підсистема технічно досить складна.

Підсистема подачі палива високого тиску включає в себе паливну рампу, регулятор тиску палива, паливопроводи, паливні форсунки та паливний насос високого тиску.

У діагностичній моделі необхідно врахувати параметри в алгоритмах діагностування. Спершу визначимо ці параметри. Будь-який параметр може приймати певні значення до яких відносяться номінальне значення і граничне значення.

Номінальне значення параметра - це значення, яке визначено або призначено для конкретного параметра, як частина специфікації чи настанови. Це може бути вказане в документації, технічних характеристиках або іншій документації, яка визначає властивості системи, приладу чи процесу. Номінальне значення допомагає визначити специфікації і стандарти для конкретного обладнання чи системи, і воно може слугувати основою для порівняння з реальними вимірними значеннями або результатами в процесі експлуатації.

Гранично-припустиме значення параметра вказує на максимальне та/або мінімальне значення, які цей параметр може приймати без шкоди для системи чи процесу. Це важливий аспект в проектуванні, виробництві та експлуатації різноманітних систем. Гранично-припустимі значення допомагають інженерам і користувачам уникати проблем, пов'язаних з перевищенням параметрів компонентів чи систем.

Процес діагностування може включати в себе аналіз діагностичних

параметрів для визначення технічного стану об'єкта без його розбирання. Це особливо важливо у випадках, коли розбирання об'єкта є непрактичним, небезпечним або неможливим з різних причин, таких як великі розміри, недоступність, або потенційна шкода при розбиранні.

Діагностичні параметри можуть включати різні вимірювання, спостереження та аналіз параметрів, які вказують на стан об'єкта. Це може бути вимірювання рівнів напруги, тиску, температури, швидкості, вібрацій та інших характеристик.

Використання діагностичних параметрів дозволяє виявити можливі проблеми або відхилення в роботі об'єкта, не вдаючись до фізичного розбирання. Це може заощадити час і ресурси, а також уникнути можливих ризиків, пов'язаних з втручанням у роботу обладнання або системи.

Система керування двигуном може бути показана як складний технічний об'єкт діагностики у вигляді "чорного ящика" (рис. 3.7). Термін "чорний ящик" в даному контексті означає, що деталі внутрішньої структури або роботи системи необхідно абстрагувати, і фокус зосереджений на вхідних та вихідних параметрах, які визначають функціональні характеристики системи.

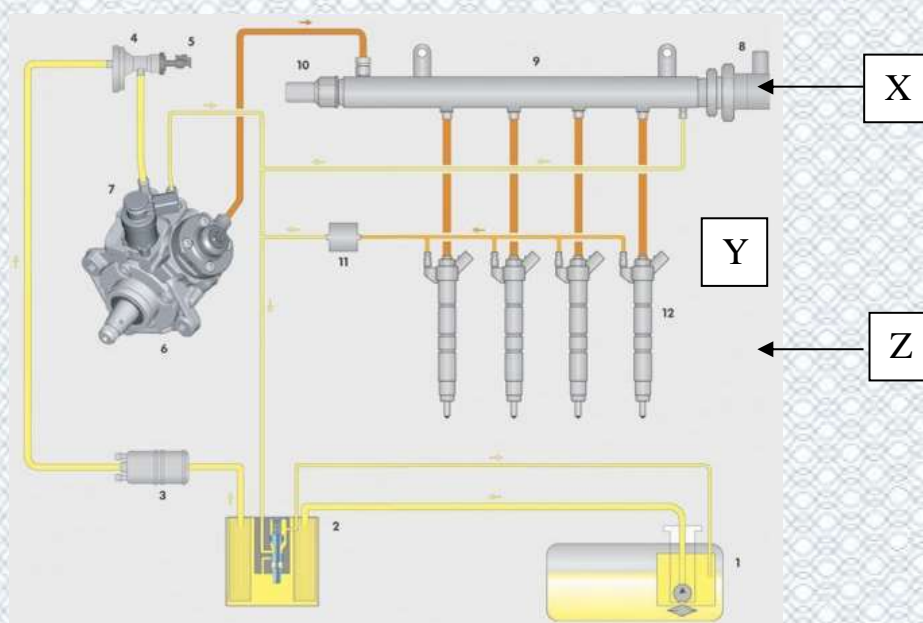


Рисунок 3.7 – Об'єкта діагностування у вигляді «чорного ящика»

У багатьох системах діагностики можна розглядати можливі стани об'єкта діагностування як кінцеву множину станів. Це може включати в себе набір можливих умов і варіантів роботи системи, які можуть бути визначені або виміряні за допомогою діагностичних параметрів - множину діагностичних і структурних параметрів.

Модель об'єкта діагностування може бути задана як:


$$Y = F\{Z, X\}, \quad (3.5)$$

де Y - кінцева множина структурних параметрів;

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

Z - кінцева множина зовнішніх параметрів;

X - кінцева множина діагностичних параметрів;



Під час діагностування системи Common Rail на процес діагностування можуть впливати різні зовнішні фактори. Такими факторами є якість палива, оберти колінчастого вала та температура охолоджувальної рідини. Можна допустити що при певному режимі роботи ці параметри стабілізуються. Якість палива у процесі роботи двигуна не змінюється. Температура охолоджувальної рідини після прогрівання двигуна до робочої температури також не змінюється. Частота обертання колінчастого вала може бути встановлене на деякій величині і зафіксована.

Виходячи з цього попередній вираз можна дещо спростити:

$$Y = F\{X\}. \quad (3.6)$$

Особливість діагностування автомобільного двигуна полягає в тому що можна проводити окреме діагностування для кожного циліндра двигуна. Це припущення також відноситься до системи Common Rail. У даній системі кількість

форсунок відповідає кількості циліндрів двигуна. Сучасні двигуни можуть мати різну кількість циліндрів. Вона коливається від двох до восьми. Вираз (3.7) прийме вид:

$$Y_i = F\{X_i\}, \quad (3.8)$$

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

X_i – множина діагностичних параметрів для i -ого циліндра.

Значення діагностичних параметрів які відомі на даний момент часу можна віднести до вхідних параметрів діагностичної моделі діагностичного автомата. Такий підхід дає можливість в автоматичному режимі визначати значення структурних параметрів які невідомі і залежать від діагностичних параметрів.

Математична модель діагностичного пристрою (цифрового автомата) має n вхідних сигналів (логічних змінних) x_1, x_2, \dots, x_n і m логічних функцій y_1, y_2, \dots, y_m . Кожній логічній зміні можна присвоїти певне значення яке може мати значення 0 або 1: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ Таким чином одержимо цифровий набір логічних змінних.

Змінна може приймати тільки два значення нуль і одиниця. Кількість змінних є кінцевим числом n_i . Кількість цифрових наборів логічних змінних:

$$N = 2^n. \quad (3.9)$$

Процедура діагностування будь-якої технічної системи в тому числі і системи common Rail передбачає перелік певних припущень.

Вважається що у двигуні на даний момент часу виникає тільки одна несправність. Якщо у двигуні виникає кілька несправностей одночасно то необхідна процедура послідовного діагностування за кожною несправністю.

При розробці автоматизованої системи діагностування вважається що кожна несправність яка виникає у системі подачі палива може бути визначена будь-

яким іншим способом які є набагато простішим.

При розробці діагностичної моделі необхідно задати логічні функції. Такі функції можуть бути задані різними способами. Найбільш поширеними способами є подача функцій у вигляді формул таблиць або словесним описом. Якщо функції описуються словесним описом то вони перелічуються як набори логічних змінних. Попередньо необхідно узгодити загальну кількість функцій для розробки математичної моделі

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

$$Y = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4\}, \quad (3.10)$$

де Y_1 – продуктивність насоса подачі палива;

Y_2 – герметичність регулятора тиску палива;

Y_3 – похідний перетин отвору форсунки;

Y_4 – опір обмотки форсунки;

Словесний опис логічних функцій математичної моделі може бути досить різним для системи подачі палива високого тиску.

Для цього необхідно описати вхідні параметри та їх значення у визначений період часу. Для підсистеми подачі палива високого тиску 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, похідний перетин отвору форсунки зменшений, обмотка не замкнена на масу. Це характеризує ступінь забруднення форсунки.

Струм споживання форсунки є параметром який характеризує технічний стан обмотки форсунки. За певних умов струм споживання може бути рівним нулю. У такому випадку обмотка форсунки обірвана. Обмотка форсунки може бути замкнена на масу.

Зміна прохідного перетину форсунки характеризує те що форсунку необхідно промити, вона забруднена.

Отже якщо форсунка забруднена то вона підлягає промиванню, А якщо форсунка пошкоджена і в ній пошкоджена обмотка, то така форсунка підлягає заміні.

Виходячи з проведеного прикладу можна сказати що кількість комбінацій параметрів та їх значень можуть бути досить великою. Аналіз таких комбінацій людиною завжди приводить до похибок.

Врахування різних комбінацій при досить великій їх кількості можливих тільки із застосуванням комп'ютерних технологій та відповідних баз даних.

Такий підхід дає можливість робити висновки про можливість автоматизації процесу діагностування. Запропонована модель на основі нейро-нечіткої мережі може забезпечити таку автоматизацію

3.5 Діагностична модель на базі нейро-нечіткої мережі

У попередніх пунктах було описано підходи до формування структури і розробки математичної моделі діагностування системи подачі палива високого тиску на основі інтелектуальних методів а саме нейро-нечітких мереж.

Розроблена діагностична система характеризується певним переліком вхідних та вихідних параметрів які являють собою діагностичні і структурні параметри. Під час виконання діагностичних робіт ці параметри повинні контролюватись.

Перелік діагностичних і структурних параметрів які вибрані для моделі діагностування системи common Rail 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

Для зчитування діагностичних параметрів використовуються комп'ютерні діагностичні стенди та спеціальні діагностичні сенсори. Діагностичні сенсори, також відомі як датчики, призначені для вимірювання конкретних параметрів

об'єкта діагностування, таких як тиск, температура, оберти, рівень палива тощо.

Комп'ютерний діагностичний стенд є обладнанням або пристроєм, який використовується для підключення до системи керування об'єкта діагностики, отримання даних та аналізу діагностичної інформації. Він може включати в себе спеціальне програмне забезпечення для зчитування, відображення та обробки даних, а також для виявлення аномалій чи несправностей.

Такий підхід дозволяє операторам чи технікам в реальному часі спостерігати за роботою об'єкта, здійснювати діагностику, виявляти проблеми та виконувати необхідні корекції. Крім того, цей метод може включати в себе функції самодіагностики, що дозволяє системі автоматично виявляти та ідентифікувати можливі несправності.

Зчитані діагностичні параметри з автомобільного двигуна можуть служити важливою інформаційною базою для формування навчальної та тестової вибірок для нейро-нечіткої мережі.

Формування навчальної та тестової вибірок є першим етапом процедури навчання системи. У процесі діагностування двигунів може відбуватися наповнення навчальної вибірки новими вихідними даними. Такий підхід дає можливість накопичувати отримані значення що дозволяє функціонувати системі самонавчання. Тобто у процесі експлуатації даної системи Вона може самонавчатися і адаптуватися до різних умов.

Розробка алгоритму застосування діагностичної системи на основі нейро-нечіткої мережі для визначення технічного стану системи подачі палива включає кілька етапів. Зібрати дані про роботу системи подачі палива, включаючи параметри, такі як тиск в Common Rail, оберти двигуна, температура, витрати палива тощо. Виконати попередню обробку даних, таку як видалення шумів, нормалізація або стандартизація, щоб забезпечити стабільність та однорідність вхідних даних для нейро-нечіткої мережі. Використовуючи підготовлені дані, навчити нейро-нечітку мережу для визначення стосунків між вхідними та вихідними параметрами. Використовуючи вихід нейро-нечіткої мережі, визначити технічний стан системи та виявити можливі несправності. Ці етапи показані на рис. 3.8.



Рисунок 3.8 – Алгоритм діагностування системи впорскування палива Common Rail

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. 3.9, 3.10) На другому етапі виконується її навчання (рис. 3.11). На третьому етапі виконуються процедура тестування яка є заключною (рис. 3.12).

Після налаштування діагностичної моделі її можна використовувати для визначення технічного стану системи подачі палива високого тиску.

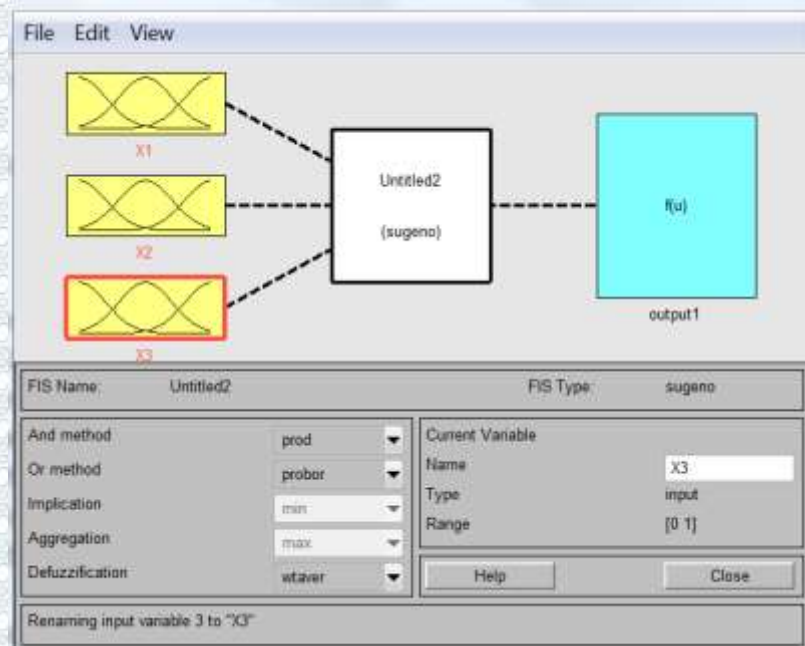


Рисунок 3.9 – Формування вхідних і вихідних параметрів нейро-нечіткої мережі

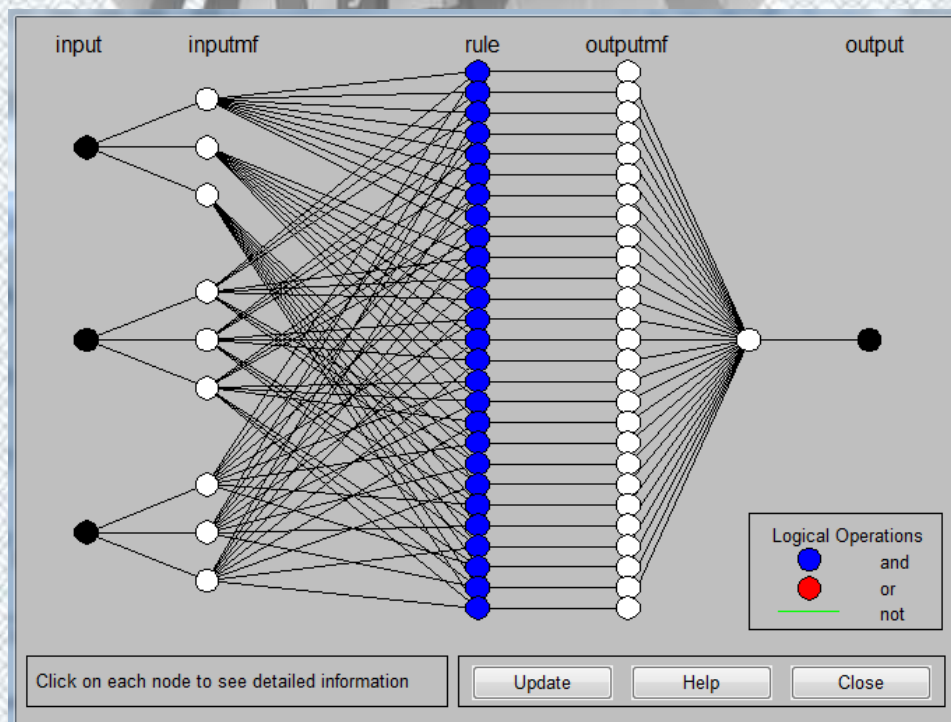


Рисунок 3.10 – Процедура формування нейро-нечіткої мережі

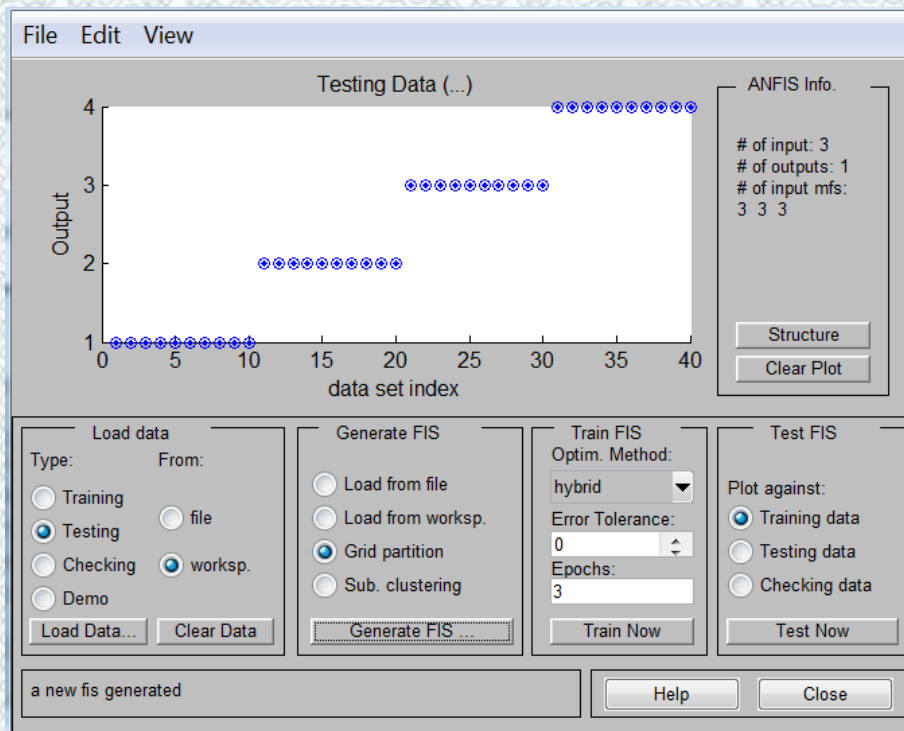


Рисунок 3.11 – Процедура навчання нейро-нечіткої мережі

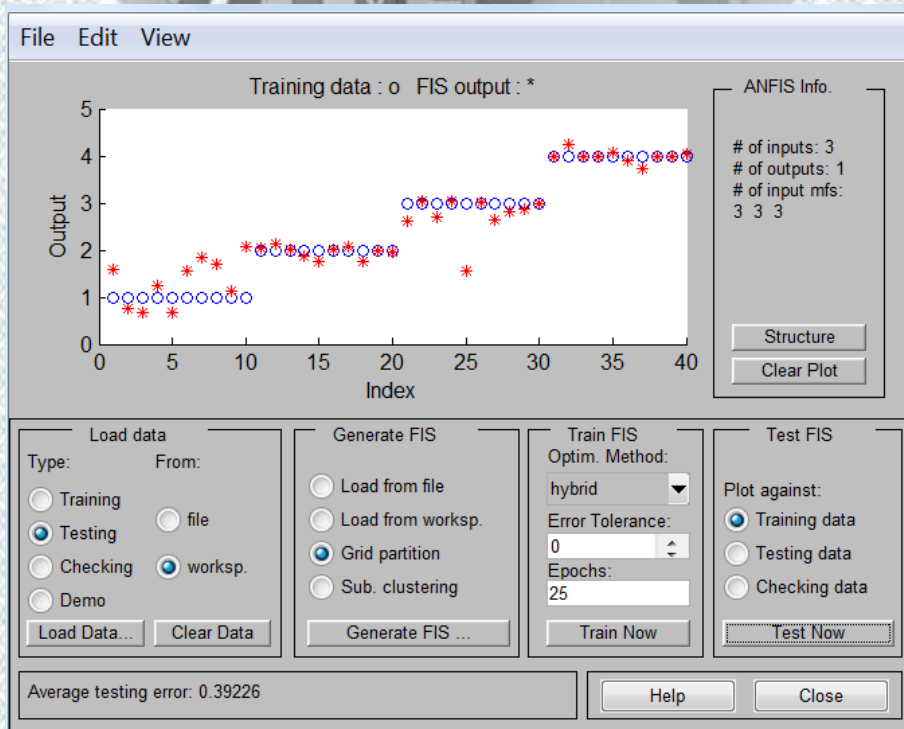


Рисунок 3.12 – Процедура тестування нейро-нечіткої мережі

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	3	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:

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

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_2 – галузевий коефіцієнт.

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{6500}{162} \cdot 1,25 = 50,15 \text{ (грн.)}$$

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.

$$T_{\text{ст}}^5 = 50,15 \cdot 1,96 = 98,3 \text{ (грн);}$$

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	98,3	98,3
Штатна чисельність працівників		1	-	98,3

Розрахунок фонду основної і додаткової заробітної плати.

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

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

$$ЗП_{осн} = 98,3 \cdot 336 \cdot 1 = 33029,62 \text{ (грн).}$$

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.

$$ЗП_{дод} = 6605,92 + 3963,55 + 6605,92 = 17175,39 \text{ (грн).}$$

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

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

$$\Phi ОП = 33029,62 + 17175,39 = 50205,01 \text{ (грн).}$$

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 B_{CCB} -відсоток відрахувань єдиного соціального внеску,%.

$$B_{CCB} = \frac{22}{100} \cdot 50205,01 = 11045,10 \text{ (грн)}.$$

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

$$B_c = 1,68 \cdot 0,57 \cdot 336 \cdot 0,8 = 257,40 \text{ (грн)}$$

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	$ЗП_{осн}$	33029,62	48,36

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4
Заробітна плата додаткова	$ЗП_{дод}$	17175,39	27,56
Нарахування на заробітну плату єдиного соціального внеску	$B_{ССВ}$	11045,10	16,70
Амортизаційні відрахування	A_A	784,35	1,05
Витрати на електроенергію	B_c	257,40	0,52
Загальновиробничі витрати	$B_{зг}$	3302,96	5,80
Разом		115799,83	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

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

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%

$$З_{обс} = 12 \cdot 6500 \cdot 0,12 = 9360,6(\text{грн/рік}).$$

Додаткову заробітна плата складає 10% від оплати праці інженерно-технічного працівника – 936,0 грн.

Розраховуємо нарахування на заробітну плату - $H_{ССВ}$

$$H_{ССВ} = (9360,0 + 936,0) \cdot 0,22 = 2265,12(\text{грн}).$$

Витрати на електроенергію (при живленні із електромережі)

$$B_c = 1,68 \cdot 0,4 \cdot 1800 \cdot 0,96 \cdot 0,12 = 139,34 \text{ (грн)}$$

Розрахуємо амортизаційні відрахування

$$A = \frac{115799,83 \cdot 20 \cdot 12}{100} = 2779,19 \text{ (грн)}.$$

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.;

$$P = 0,1 \cdot 15687 + (9360 + 936) \cdot 0,12 = 1423,68 \text{ (грн)}.$$

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

$$I_b = (9360 + 936 + 2265,12 + 139,34 + 2779,19 + 1423,68) \cdot 0,07 = 1183,23 \text{ (грн)}.$$

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	$Z_{обс}$	9360,0	54,00

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
Додаткова заробітна плата	Z_d	936,0	5,40
Нарахування на заробітну плату	$H_{ссв}$	2265,12	13,07
Амортизаційні відрахування для програмного продукту	A	2779,19	11,54
Витрати на поточний ремонт комп'ютерної техніки	P	1423,68	8,27
Витрати на електроенергію	B_c	139,34	1,08
Інші витрати	I_B	1183,23	6,64
Разом	E_2	18086,56	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.

$$\Delta E = \left(\frac{15560,75}{810} - \frac{18086,56}{4320} \right) \cdot 4320 = 65274,66 (\text{грн./рік}).$$

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.

$$T_0 = \frac{115799,83}{65274,66} = 1,7 \text{ (року)}.$$

Виходячи із проведених розрахунків можна узагальнити, що методика діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі є ефективною так, як термін окупності інноваційного підходу складає 1,7 року < 3 років (нормативне значення) і базується на нових цифрових підходах до діагностування..

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Виробнича безпека, яку розглядає охорона праці, має велике значення для трудової діяльності тому, що якраз вона контролює фізичний стан трудівника, що не може не відобразитись на його житті, здоров'ї, а також результативності праці в тому числі і у галузі автомобільного транспорту.

Незадовільний стан охорони праці спроможний викликати соціально-економічні проблеми працюючих і членів їх сімей. Тому соціально-економічна важливість охорони праці полягає в наступному: підвищенні продуктивності праці, зростанні сукупного національного продукту, скороченні виплат за лікарняними та компенсаційних виплат за важкі умови праці та інше.

У цьому розділі проводиться розгляд шкідливих, небезпечних [14] і уражаючих для працівника і навколишнього середовища чинників, які виникають при проведенні підвищення ефективності функціонування зони діагностики на комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування системи керування двигуном Common Rail. Тут висвітлюються, в тому числі, технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з промислової безпеки під час проведення підвищення ефективності, безпека у надзвичайних ситуаціях.

В процесі підвищення ефективності даного процесу на працівників діють ті чи інші небезпечні та шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп згідно [14].

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: понижена або підвищена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, відсутність або недостатність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, підвищена яскравість світла, відбита або пряма блискучість.

Психофізіологічні НШВФ: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці.

5.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Основні показники, які характеризують мікроклімат: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання.

Коли за технологічними вимогами, технічними і економічними причинами оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини показників мікроклімату.

Вибираємо для приміщення для проведення підвищення ефективності функціонування зони діагностики на комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування системи керування двигуном Common Rail, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іб.

Згідно із [14] допустимі показники мікроклімату в робочій зоні для холодного та теплого періодів року наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормовані допустимі параметри мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іб	20-24	17-25	75	≤0,2
Теплий		21-28	19-30	60 при 27°С	0,1-0,3

При опроміненні менше 25% поверхні тіла працівника, допустима інтенсивність теплового опромінення – 100 Вт/м².

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК) у повітрі робочої зони і підпадає під

систематичний контроль з метою запобігання можливості перевищення ГДК, значення яких для роботи з ЕОМ наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – ГДК шкідливих речовин [14]

Назва шкідливої речовини	ГДК, мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки
Бензин	100	Пара	4
Озон	0,1	Пара	4
Оксиди азоту	5	Пара	2
Пил	4	Аерозоль	2

При роботі з ЕОМ джерелом зараження повітря є також іонізація молекул речовин, що містяться в повітрі. Рівні додатних та від'ємних іонів мають відповідати [14] та наведені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Кількість іонів в 1 см³ повітря приміщення під час роботи на ЕОМ

Рівні	Мінімально необхідні	- Оптимальні	- Максимально допустимі
позитивний	400	1500-3000	50000
негативний	600	3000-5000	50000

З метою встановлення нормованих показників мікроклімату та складу повітря робочої зони запропоновано:

- 1) в приміщенні повинна бути розміщена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року;
- 2) припливно-витяжна система вентиляції, а при несприятливих погодних умовах кондиціонування.

5.1.2 Виробниче освітлення

Для створення раціональних гігієнічних умов на робочих місцях значні вимоги висуваються щодо якісних та кількісних показників освітлення.

З точки зору задач зорової роботи в приміщенні, в якому проводиться робота з підвищення ефективності функціонування зони діагностики на комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування системи керування двигуном Common Rail, згідно [15] знаходимо, що вони відповідають IV розряду зорових робіт. Приймаємо контраст об'єкта з фоном – середній, а характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд в.

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) і мінімальні значення освітленості для штучного освітлення наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Нормативні значення КПО та мінімальні освітленості для штучного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізання, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізання з фоном	Характеристика фону	Освітленість при штучному освітленні, лк			КПО для бокового освітлення, %	
						комбіноване		загальне	Природного	Суміщеного
						всього	у т. ч. від загального			
Середньої точності	0,5-1	IV	в	середній	середній	400	200	200	1,5	0,9

Оскільки приміщення розташоване у м. Вінниця (друга група забезпеченості природним світлом), а світлові проєми розташовані за азимутом 315°, то за таких обставин КПО визначатиметься за формулою [15]

$$e_N = e_H m_N [\%], \quad (5.1)$$

де e_n – табличне значення КПО для бокового освітлення, %;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями отримаємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,б} = 1,5 \cdot 0,9 = 1,4 (\%);$$

$$e_{N,с} = 0,9 \cdot 0,9 = 0,8 (\%).$$

З метою встановлення нормативних значень показників освітлення передбачено такі заходи:

- 1) при недостатньому природному освітленні в світлу пору доби доповнення штучним завдяки використанню газорозрядних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;
- 2) використання загального штучного освітлення в темну пору доби.

5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що при використанні пристроїв крім усього іншого устаткування використовується обладнання, робота якого супроводжується шумом та вібрацією, необхідно передбачити шумовий та вібраційний захист.

Встановлено, що приміщення, де відбувається робота з підвищення ефективності функціонування зони діагностики на комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування системи керування двигуном Common Rail може містити робочі місця із шумом та вібрацією, що створюється рухомими елементами автомобіля.

З метою запобігання травмуванню працівників від дії шуму він підпадає під нормування. Головним нормативом з питань виробничого шуму, діючим на території України, є [16], у відповідності з яким допустимі рівні звукового тиску,

рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях в виробничих приміщеннях не повинні перевищувати значень, що приведені в таблиці 5.5. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 5.6 для локальної вібрації.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні звукового тиску та еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 5.6 – Нормовані рівні віброприскорення [16]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц								Коректовані рівні віброприскорення, дБА
8	16	31,5	63	125	250	500	1000	
73	73	79	85	91	97	103	109	76

Для забезпечення нормованих параметрів шуму та вібрації у приміщенні передбачено такі заходи: оздоблення стін спеціальними перфорованими плитами, панелями з метою шумопоглинання; контроль рівня шуму та вібрації не менше 1 разу на рік.

5.1.4 Виробничі випромінювання

Значення напруженості електромагнітного поля на робочих місцях з персональними комп'ютерами не повинні перевищувати граничнодопустимі, які складають 20 кВ/м.

Експозиційна доза рентгенівського випромінювання на відстані 5 см від екрана до корпусу монітора при будь-яких положеннях регульовальних пристроїв не повинні перевищувати $7,74 \cdot 10^{-12}$ Кл/кг, що відповідає потужності еквівалентної дози 0,1 мБер/год (100 мкР/год) у відповідності до [17].

З метою забезпечення захисту і досягнення нормованих рівнів випромінювань необхідно використовувати екранування робочого місця і скорочення часу опромінення за рахунок перерв на відпочинок.

5.2 Технічні рішення щодо безпеки під час проведення підвищення ефективності

5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Розташування робочих місць, оснащених ЕОМ виконується у приміщеннях з однобічним розміщенням вікон, що неодмінно повинні бути обладнані сонцезахисним пристроями: шторами та жалюзіями.

У випадку розміщення робочих місць у приміщеннях з джерелами шкідливих та небезпечних виробничих факторів, вони зобов'язані розміщатись в повністю відокремлених кабінетах з природним освітленням та організованою вентиляцією. Площа, на якій розташовується одне робоче місце для обслуговуючого персоналу, має складати не менше $6,0 \text{ м}^2$, об'єм – не менше ніж 20 м^3 , а висота – не менше $3,2 \text{ м}$ [17].

Робочі місця з відеодисплейним терміналом повинні розміщатися на віддалі не менше як $1,5 \text{ м}$ від стіни з вікнами, від інших стін – на віддалі 1 м , між собою на відстані не менше ніж $1,5 \text{ м}$. При розміщенні робочих місць необхідно виключити можливість прямого засвічування екрану джерелом природного освітлення. Робоче місце раціонально розташовувати так, щоб природне освітлення знаходилось збоку, переважно зліва.

Розташовувати відеодисплейний термінал на робочому місці необхідно так, щоб поверхня екрана повинна розташовуватись на віддалі $400\text{-}700 \text{ мм}$ від очей користувача. Висота робочої поверхні столу під час виконання роботи сидячи повинна налаштовуватись в межах $680\text{-}800 \text{ мм}$. Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше 600 мм , шириною не менше ніж 500 мм , глибиною на рівні колін не менше 450 мм та на рівні витягнутої ноги не менше ніж 650 мм .

Поверхня підлоги має бути рівною, без вибоїн, не слизькою, зручною для вологого прибирання, мати антистатичні властивості. Не дозволяється застосовувати для оздоблення інтер'єру полімери, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

5.2.2 Електробезпека

У середині приміщення, в якому проводиться робота з підвищення ефективності функціонування зони діагностики на комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування системи керування двигуном Common Rail, особливу увагу слід приділити уникненню небезпеки ураження електричним струмом. У відповідності до [18] це приміщення відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність значної (понад 75 %) вологості. Тому безпека використання електрообладнання повинна забезпечуватись рядом заходів, що передбачають застосування ізоляції струмовідних елементів, захисного заземлення, захисних блокувань тощо [18].

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до [19] приміщення, в якому проводиться робота з підвищення ефективності функціонування зони діагностики на комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування системи керування двигуном Common Rail, відноситься до категорії пожежної небезпеки А, яка характеризується наявністю легкозаймистих рідин з температурою спалаху не більше 28 °С, що застосовуються під час проведення підвищення ефективності. Дане приміщення відноситься до 1-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій приміщення, що розглядається наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Значення мінімальних меж вогнестійкості приміщення [19]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки				Плити, прогони	Балки, ферми

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізоляційної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см.

В таблиці 5.8 приведено протипожежні норми проектування будівель і споруд. З метою попередження поширенню пожежі з одної споруди на іншу між ними влаштовують протипожежні розриви, які залежать від ступеня вогнестійкості будівлі.

Таблиця 5.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія пожежної небезпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, для щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м ²			Кількість людей на 1 м ширини евакуйоволу	Відстань між будівлями та спорудами, м, для ступеня їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Площа поверху в межах пожежного відсіку, м ² , для числа поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I, II	III	IV, V		1	2	3 і більше
до 15	A	1	40	25	15	45	9	9	12	6	не обмежується		

Визначення видів та кількості первинних засобів пожежегасіння проводиться з врахуванням властивостей фізико-хімічних та пожежонебезпечних горючих речовин, їхньої взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів та площ виробничих приміщень, відкритих майданчиків та установок.

Вибираємо, що приміщення, де проводиться робота з підвищення ефективності, має бути оснащено двома вогнегасниками, пожежним щитом, а також ємністю з піском [19].

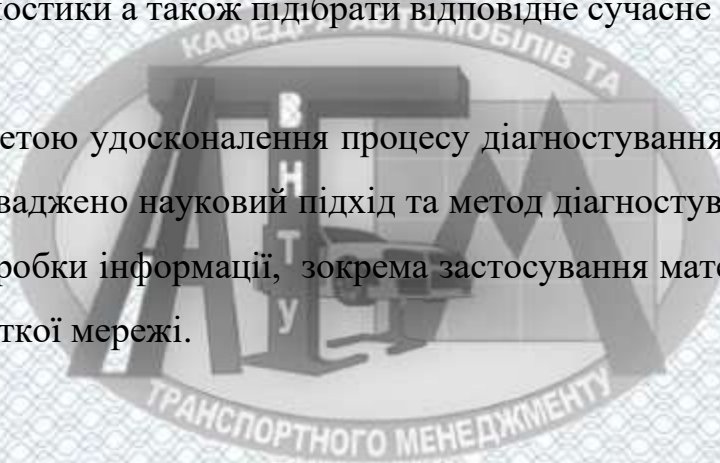


ВИСНОВКИ

1. Аналіз виробничої діяльності станції технічного обслуговування та функціонування зони діагностики зокрема показує що для підвищення їх ефективності необхідно покращити організацію робіт, а також впровадити нові підходи і методи виконання діагностичних робіт в зоні діагностики в цілому та діагностуванні системи керування двигуном Common Rail зокрема.

2. Проведений технологічний розрахунок станції технічного обслуговування показує що для покращення організації робіт в зоні діагностики необхідно в зоні діагностики а також підібрати відповідне сучасне діагностичне обладнання.

3. З метою удосконалення процесу діагностування системи керування двигуном впроваджено науковий підхід та метод діагностування на основі інтелектуальної обробки інформації, зокрема застосування математичної моделі на базі нейро-нечіткої мережі.



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. Руденко О. Г. Штучні нейронні мережі : навчальний посібник / О. Г. Руденко, Є. В. Бодянський. – Х. : Компанія СМІТ, 2006. – 404 с.
10. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2008.- 341 с.
11. 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.
12. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. – Львів, Львівська політехніка, 2017. – 324 с.
13. Стецюра Д.С., Герасько І.В., Загоруй В.С. Діагностування систем автомобільного двигуна в умовах станції технічного обслуговування // Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи", [Електронний ресурс] – Вінниця: ВНТУ, 2021. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024>
14. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
15. 14.Бондаренко Є. А. Освітлення виробничих приміщень : довідник / Є. А. Бондаренко, В. О. Дрончак. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 61 с.
16. 15.ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
17. Методичні вказівки до опрацювання розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей, що пов'язані з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 64 с.
18. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
19. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.



Додаток А



ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ДІАГНОСТИКИ
НА КОМУНАЛЬНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ВІННИЦЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
«КОМБІНАТ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ» УДОСКОНАЛЕННЯМ
ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ
СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ COMMON RAIL**

Графічна частина до магістерської
кваліфікаційної роботи
на тему:

**Підвищення ефективності функціонування зони
діагностики на комунальному підприємстві Вінницької
міської ради «Комбінат комунальних підприємств»
удосконаленням технології діагностування системи
керування двигуном Common Rail**



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



Розробив студент гр. 1АТ-22м
Д.С. Стецюра

Мета роботи – Підвищити ефективність функціонування зони діагностики станції технічного обслуговування автомобілів шляхом впровадження нових підходів щодо діагностування системи Common Rail

Основні задачі роботи:

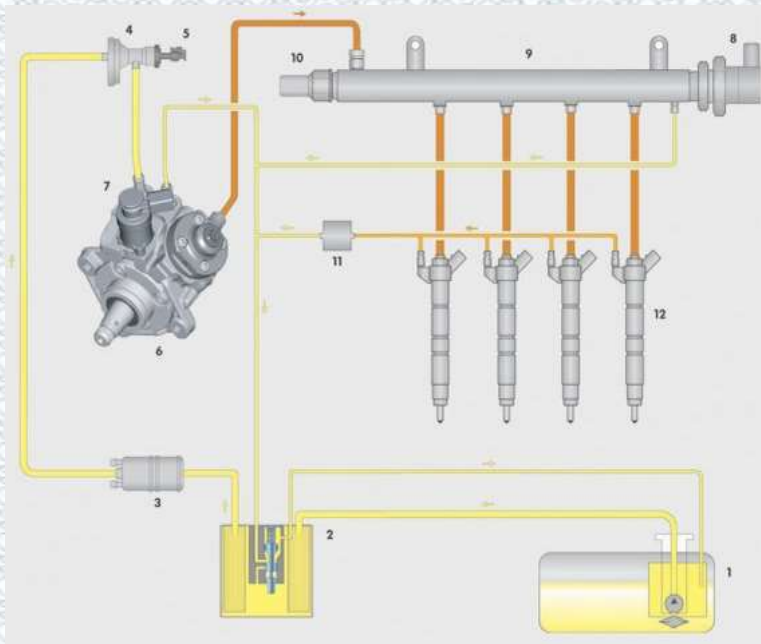
1. Виконати аналіз інформаційних джерел та науково-технічне обґрунтування необхідності підвищення ефективності функціонування зони діагностики.
2. Проаналізувати існуючі методи та способи діагностування систем керування двигуном та систем подачі палива високого тиску дизельних двигунів.
3. На основі технологічного розрахунку станції технічного обслуговування розробити заходи щодо покращення організації проведення робіт в зоні діагностики та удосконалення організації робочих місць..
4. Обґрунтувати та запропонувати підхід щодо діагностування системи подачі палива дизельного двигуна базуючись на методах інтелектуальної обробки інформації.
5. Розробити практичні алгоритми діагностування системи подачі палива дизельного двигуна.

Об'єкт дослідження – процес функціонування зони діагностики станції технічного обслуговування та процес діагностування системи подачі палива дизельного двигуна

Наукова новизна отриманих результатів

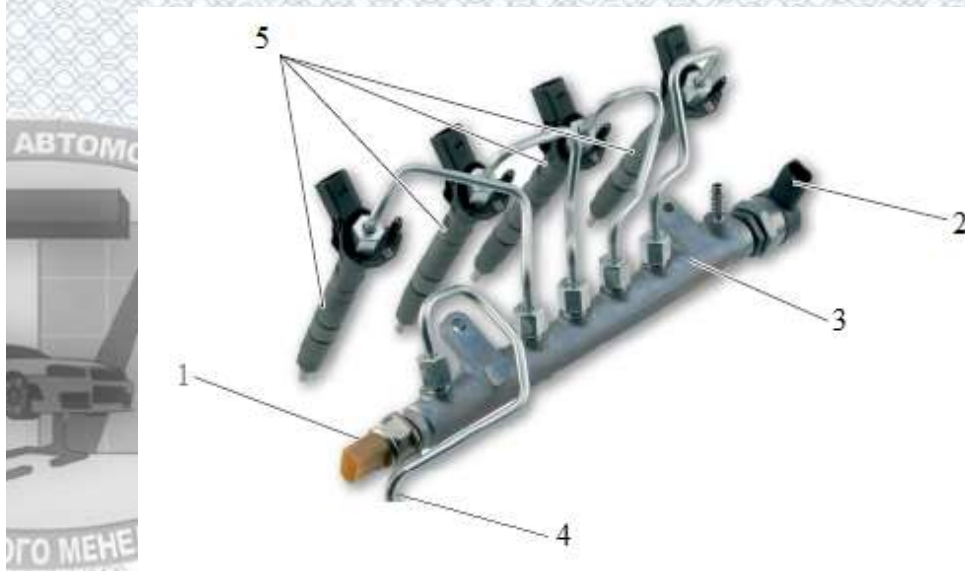
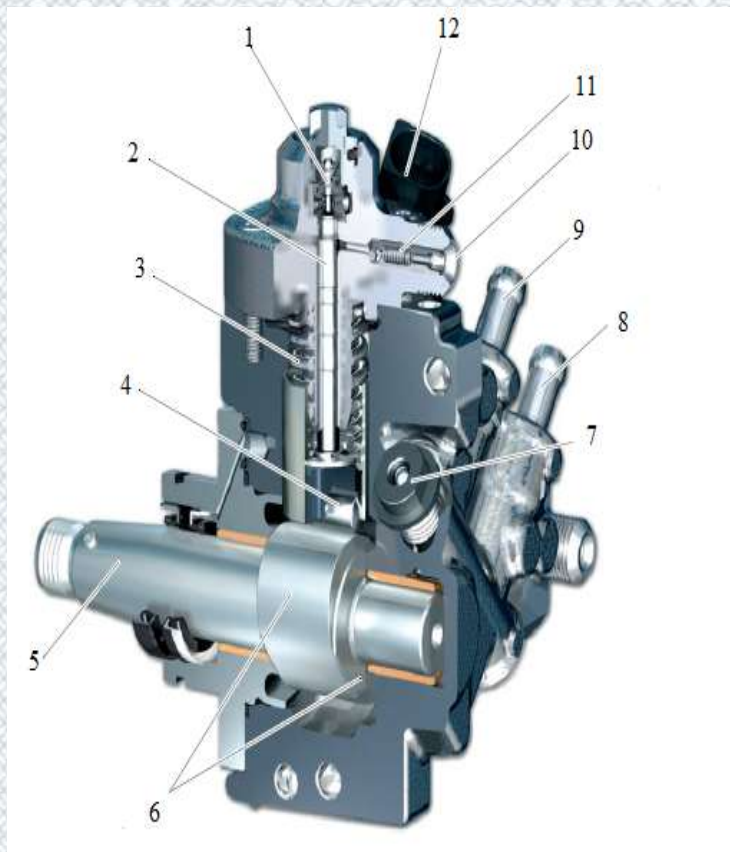
1. Обґрунтовано і запропоновано науковий підхід підвищення ефективності функціонування зони діагностики шляхом впровадження нового підходу до діагностування системи керування двигуном Common Rail.
2. Отримали подальший розвиток методи та способи діагностування системи керування двигуном із застосування мотор-тестера.

Принципова схема системи Common Rail



1 - підкачувальний паливний насос; 2 - паливний фільтр з клапаном попереднього підігріву; 3 - додатковий паливний насос; 4 - сітчастий фільтр; 5 - датчик температури палива; 6 - насос високого тиску (ПНВТ); 7 - клапан дозування палива; 8 - регулятор тиску палива; 9 - акумулятор тиску (паливна рампа); 10 - датчик тиску палива; 11 - редукційний клапан; 12 - форсунки.

Основні елементи системи подачі палива



1 - впускний клапан; 2 - плунжер насоса; 3 - пружина плунжера; 4 - ролик; штуцер для підключення до паливної рампи; плунжер насоса; 5 - привідний вал; 6 - кулачки; 7 - перепускний клапан; 8 - зворотній паливо провід; 9 - штуцер для підводу палива; 10 - штуцер для підключення до паливної рампи; 11 - випускний клапан; 12 - клапан дозування палива

1 - датчик тиску в акумуляторі;
2 - регулятор тиску палива;
3 - акумулятор високого тиску;
4 - підвідний паливо провід від паливного насоса високого тиску;
5 - паливні форсунки.

Діагностика і обслуговування елементів системи подачі палива вимірюванням абсолютних значень фізичних величин

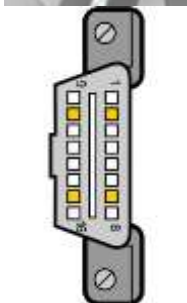
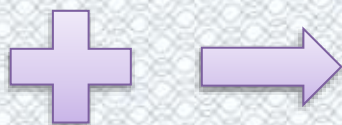
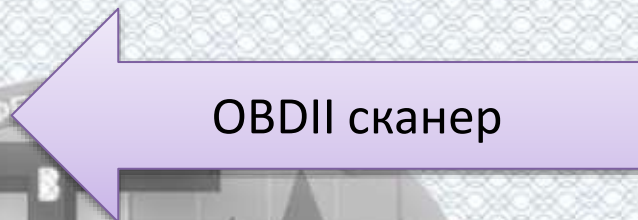


Мультитестер

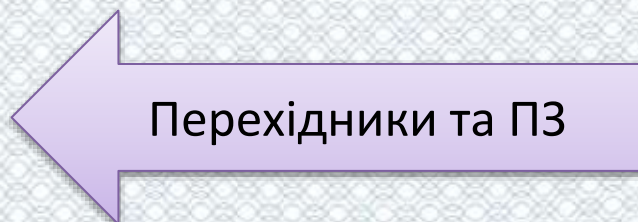


- Опір
- Напруга
- Обрив

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



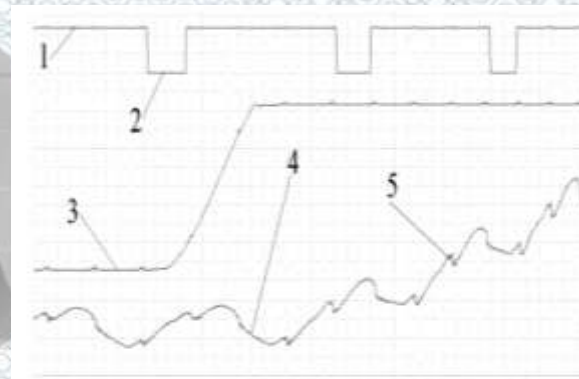
- Зчитування та перегляд кодів несправностей
- Зчитування поточних параметрів роботи
- Отримання збережених параметрів роботи на момент виникнення несправностей (заморожений кадр)
- Управління виконавчими механізмами



Діагностування за допомогою комп'ютерного діагностичного стенду способом аналізу осцилограм

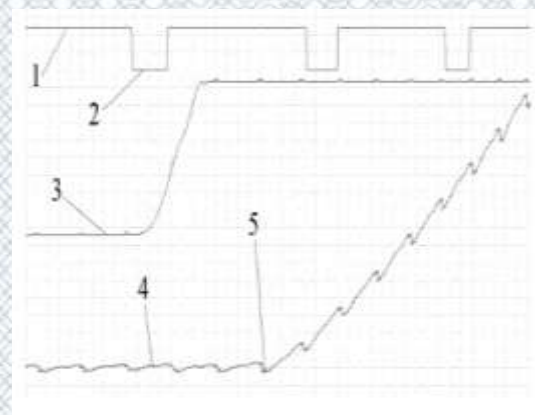
Зчитування інформації із систем автомобіля

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

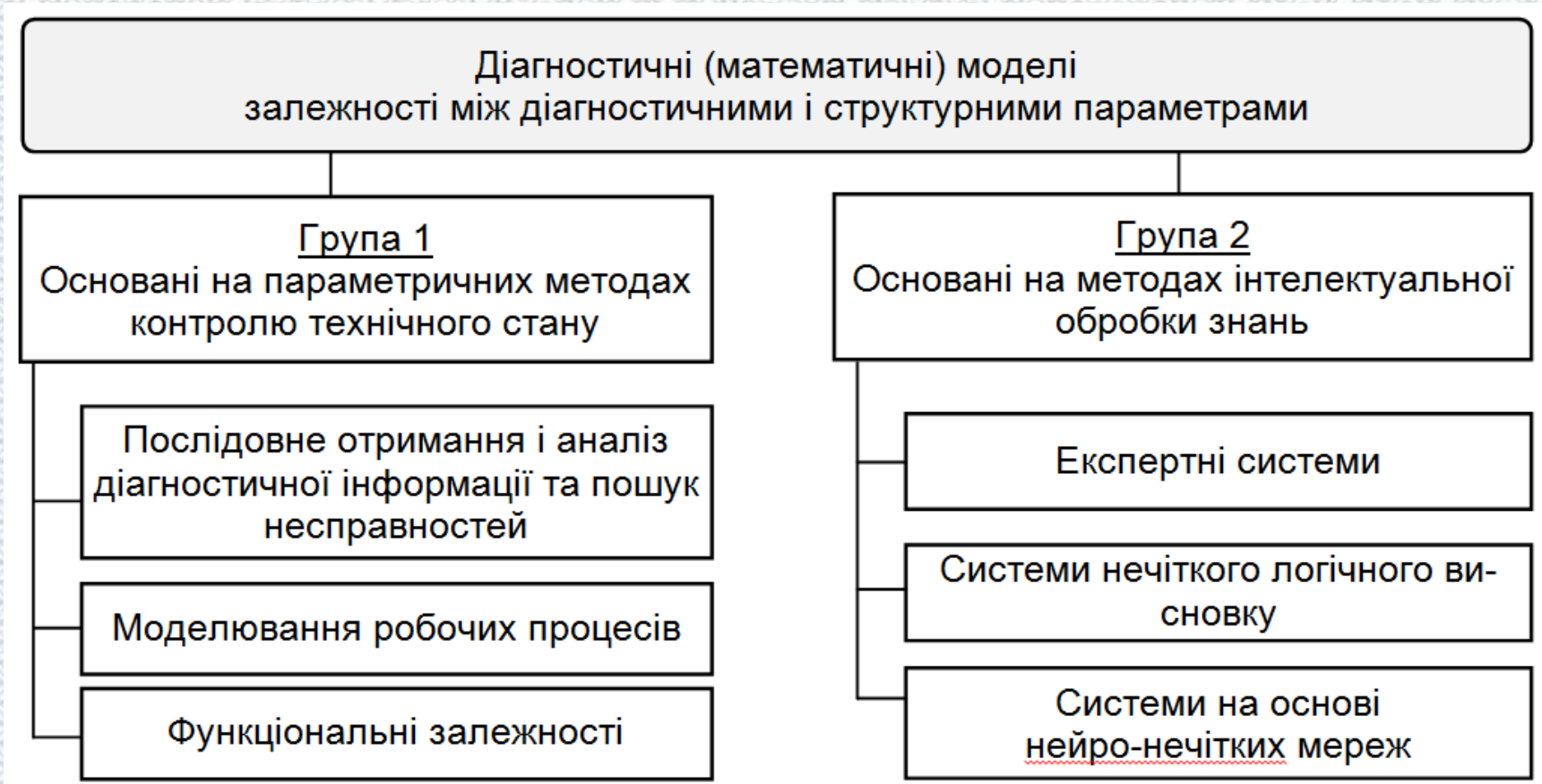
Форсунки несправні



Модель діагностичної системи



ДІАГНОСТИЧНІ (МАТЕМАТИЧНІ) МОДЕЛІ



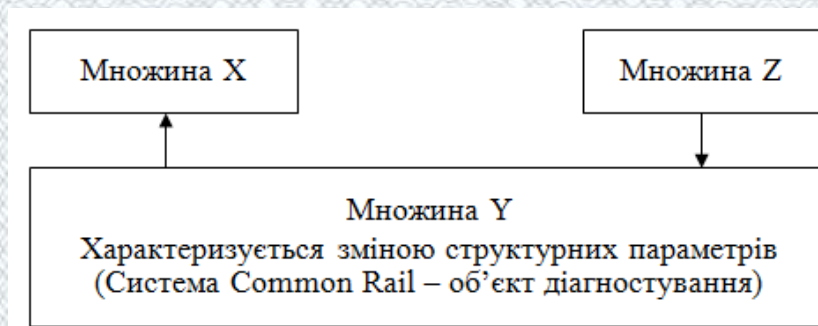
Група 1 не дає однозначних залежностей або це залежності з великою похибкою

Група 2 з меншою похибкою може описувати залежність структурних і діагностичних параметрів

АВТОМАТИЗОВАНА ДІАГНОСТИЧНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ



ФОРМУВАННЯ МНОЖИН ВХІДНИХ І ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ



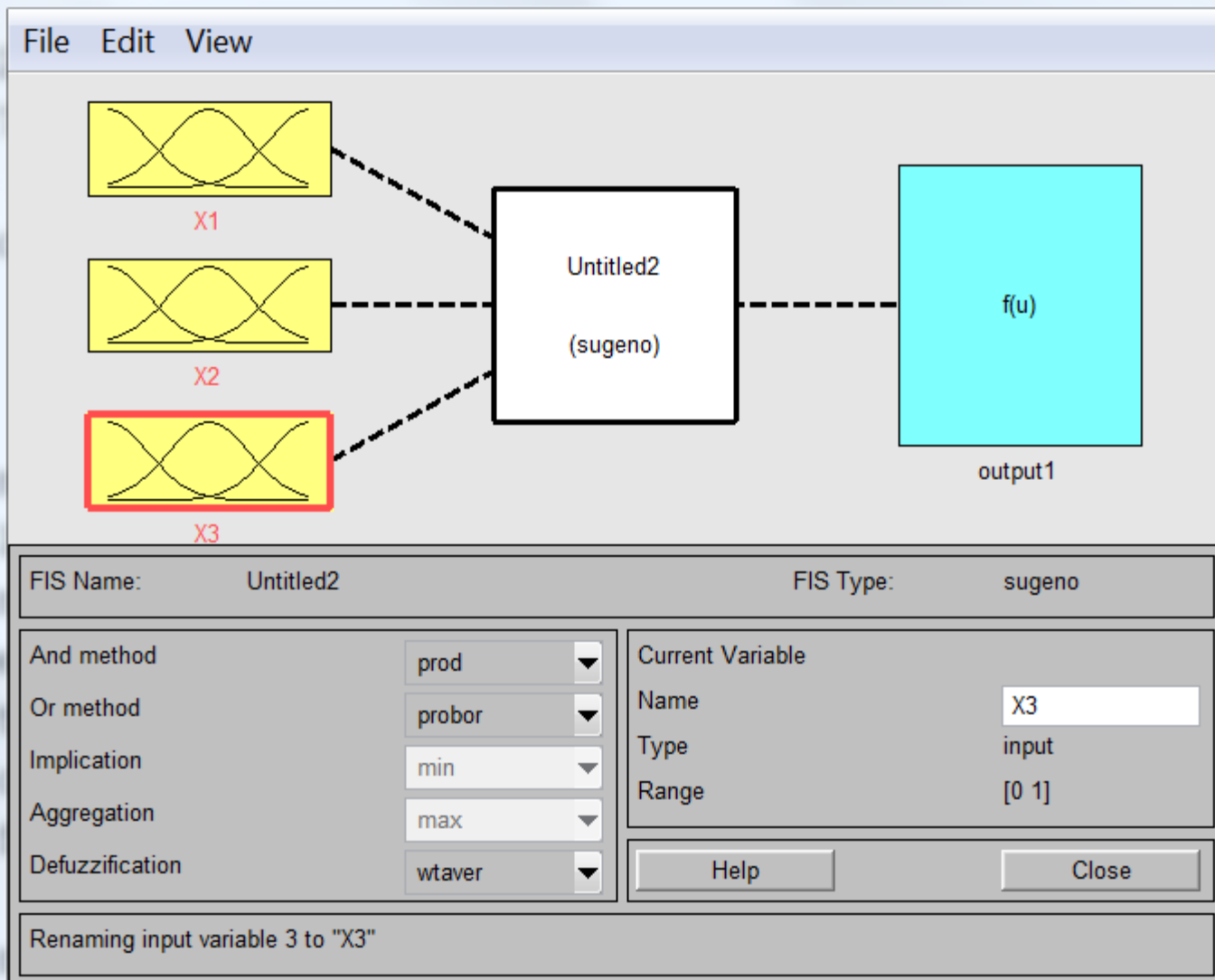
Таблиця 3.1 – Перелік вхідних (діагностичних) параметрів

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

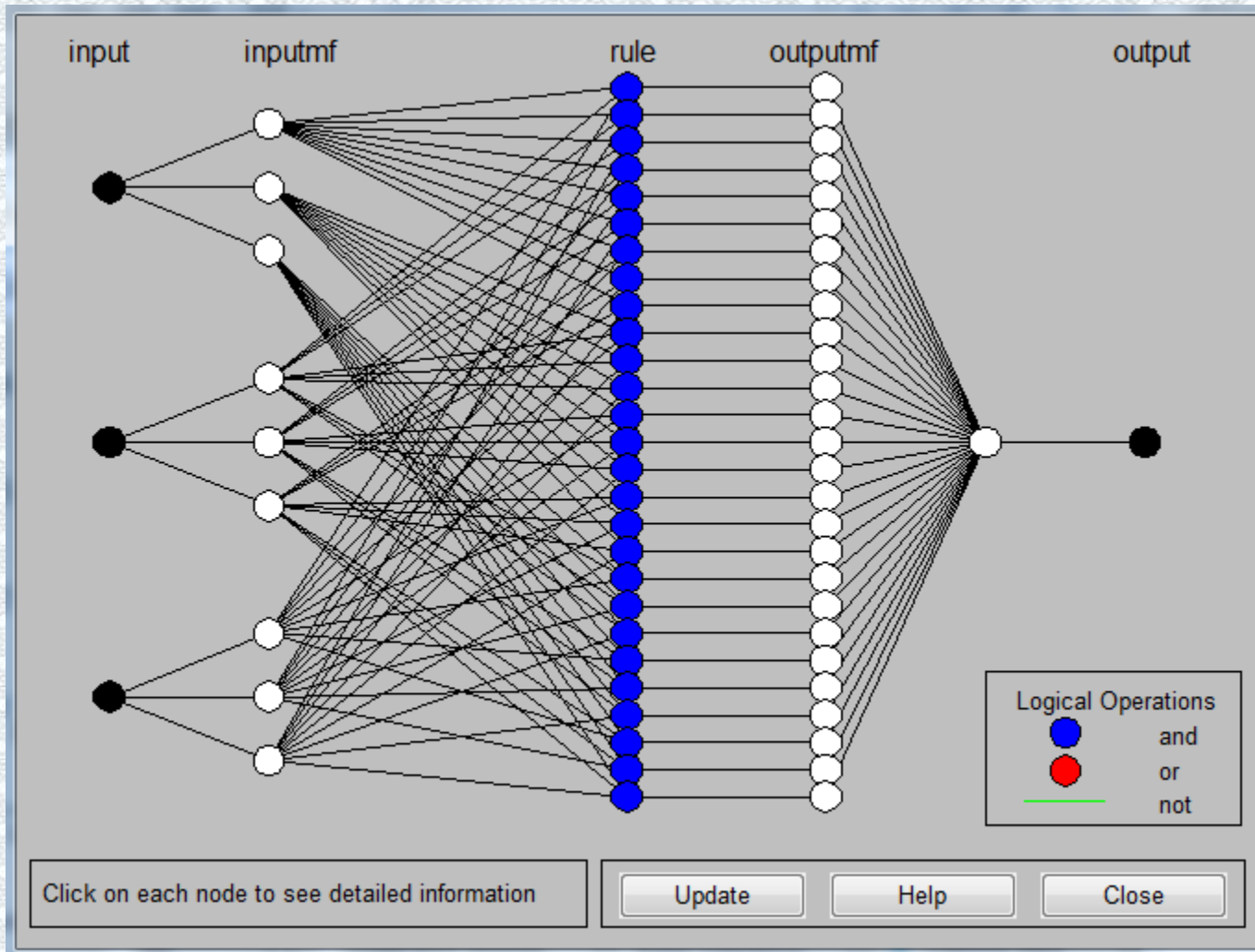
Таблиця 3.3 – Перелік вихідних (структурних) параметрів

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

ВІДПОВІДНОСТІ ВХІДНИХ І ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ



СТРУКТУРА НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ



НАВЧАННЯ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ

File Edit View

Testing Data (...)

data set index	Output
1-10	1
11-20	2
21-30	3
31-40	4

Output

data set index

ANFIS Info.

of input: 3
of outputs: 1
of input mfs: 3 3 3

Structure

Clear Plot

Load data

Type: Training Testing Checking Demo

From: file worksp.

Load Data... Clear Data

Generate FIS

Load from file
 Load from worksp.
 Grid partition
 Sub. clustering

Generate FIS...

Train FIS

Optim. Method: hybrid

Error Tolerance: 0

Epochs: 3

Train Now

Test FIS

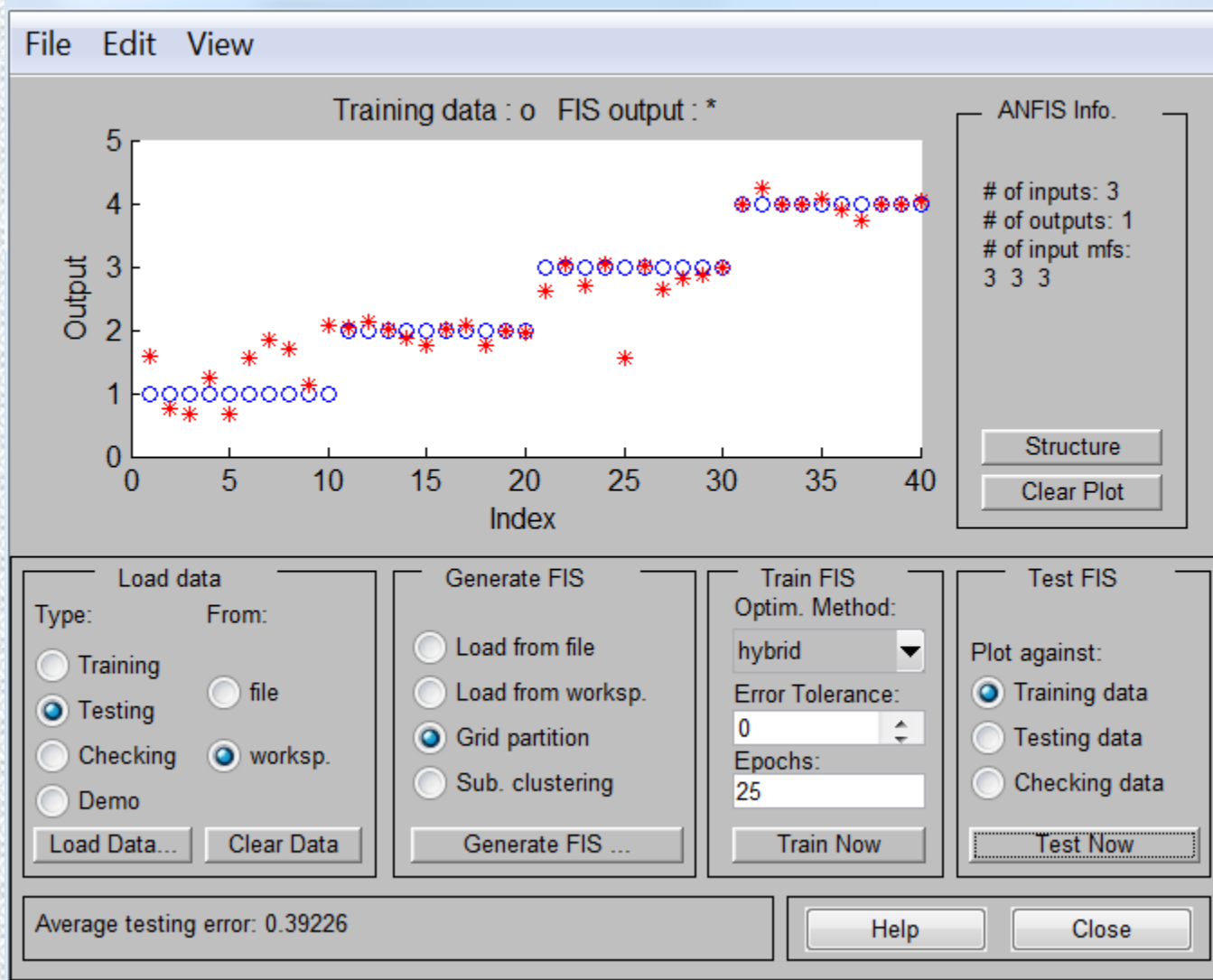
Plot against: Training data Testing data Checking data

Test Now

a new fis generated

Help Close

ПЕРЕВІРКА НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ ТЕСТОВОЮ ВИБІРКОЮ



БЛОК-СХЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ COMMON RAIL

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:

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

μ_{ij} – функції належності

Структурні параметри (змiна):

- 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-нечітка 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. Аналіз виробничої діяльності станції технічного обслуговування та функціонування зони діагностики зокрема показує що для підвищення їх ефективності необхідно покращити організацію робіт, а також впровадити нові під-ходи і методи виконання діагностичних робіт в зоні діагностики в цілому та діа-гностуванні системи керування двигуном Common Rail зокрема.
2. Проведений технологічний розрахунок станції технічного обслуговування показує що для покращення організації робіт в зоні діагностики необхі-дно в зоні діагностики а також підібрати відповідне сучасне діагностичне облад-нання.
3. З метою удосконалення процесу діагностування системи керування двигуном впроваджено науковий підхід та метод діагностування на основі інте-лектуальної обробки інформації, зокрема застосування математичної моделі на базі нейро-нечіткої мережі.

Додаток Б

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення ефективності функціонування зони діагностики на комунальному підприємстві Вінницької міської ради «Комбінат комунальних підприємств» удосконаленням технології діагностування системи керування двигуном Common Rail

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)


Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unischek

Оригінальність 96,4 % Схожість 3,6 %

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 Unischek щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Стецюра Д.С.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Кукурудзяк Ю.Ю.
(прізвище, ініціали)