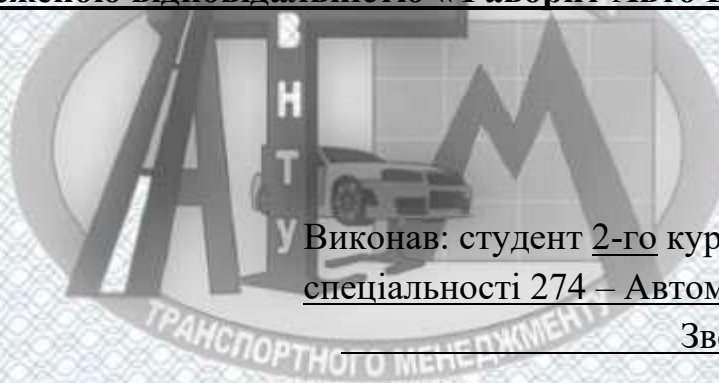


Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Фаворит Авто Вінниця»**



Виконав: студент 2-го курсу, групи 1АТ-20м  
спеціальності 274 – Автомобільний транспорт  
Звенигородський А.М.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

Кукурудзяк Ю.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Опонент: \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.



## ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	6
НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ	6
1.1 Аналіз діяльності підприємства та системи сервісного обслуговування автомобілів.....	6
1.2 Дослідження ринку послуг станції технічного обслуговування.....	9
1.3 Аналіз методів і способів діагностування системи керування двигуном .	15
1.4 Основні висновки і задачі проектування.....	20
РОЗДІЛ 2	21
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ	21
2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних.....	21
2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ.....	24
2.3 Розрахунок чисельності робітників.....	31
2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ.....	34
2.5 Організація виробничих підрозділів на СТО.....	36
2.6 Організація робочих місць в зоні ТО і ПР.....	38
РОЗДІЛ 3	42
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ	42
3.1 Вибір і обґрунтування типу діагностичної системи.....	42
3.2 Інтелектуальна модель діагностування системи керування двигуном .....	47
3.3 Вибір, обґрунтування і зчитування діагностичних параметрів системи керування двигуном.....	55
3.4 Логічний опис об'єкта діагностування.....	66
3.5 Формування моделі та алгоритму діагностування на основі нейро-нечіткої мережі.....	70



РОЗДІЛ 4	78
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	78
4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень .....	78
4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань .....	82
4.3 Розрахунок економічної ефективності.....	86
РОЗДІЛ 5	87
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	87
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	87
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	90
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	94
ВИСНОВКИ	98
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99
ДОДАТКИ	102





## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Сучасний автотранспортний засіб являє собою складну технічну систему, в якій одночасно і взаємно пов'язано функціонує велика кількість різних вузлів агрегатів, для управління роботою яких все ширше використовуються електроніка і комп'ютерні технології. Найдорожчим і технічно складним агрегатом автомобіля є двигун внутрішнього згорання, роботою якого, як і більшості інших елементів автомобіля, управляє електронна система керування двигуном (СКД).

Використання СКД дозволяє досягти високих техніко-економічних показників роботи двигуна при одночасному виконанні жорстких екологічних вимог. Це досягається шляхом приготування оптимальної по своєму складу паливно-повітряної суміші на всіх режимах роботи двигуна, дозування при подаванні в циліндри і своєчасного запалення.

В СКД, як і в інших системах автомобіля, в процесі експлуатації неминуче виникають несправності. Як показують результати досліджень експлуатаційної надійності автомобілів, на відмови СКД приходить до 23% від загальної кількості відмов автомобіля. Відмови конструктивних елементів СКД призводять до серйозних порушень у роботі двигуна, аж до повної втрати їх працездатності. Отже, виходячи з вищесказаного, можна стверджувати що на даний час на підприємствах автосервісу досить актуальним є питання підвищення ефективності діагностування автомобіля в цілому і системи керування двигуном зокрема. Досить важливим в цьому є врахування різних підходів які дадуть можливість удосконалити організацію проведення робіт з діагностування, обслуговування і ремонту автомобілів на станціях технічного обслуговування.

В даній магістерській роботі досліджуються питання удосконалення і підвищення ефективності діагностичних робіт індивідуальних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування. Дана робота є актуальною і відповідає сучасним проблемам наукових досліджень у сфері діагностування автомобілів.



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

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

**Мета і завдання дослідження.** Удосконалити виробничий процес діагностичних робіт автомобілів в умовах станції технічного обслуговування (СТО).

Задачі, які необхідно розв'язати для досягнення поставленої мети:

1. Виконати науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів.

2. Проаналізувати фактори та параметри функціонування зони діагностування та обслуговування автомобілів. Розробити заходи щодо покращення параметрів функціонування виробничого підрозділу СТО.

3. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів.

4. Базуючись на методах інтелектуальної обробки інформації розробити діагностичну модель елементів системи керування двигуном.

5. Описати методику практичної реалізації діагностування системи керування двигуном на основі інтелектуальної діагностичної моделі.

**Об'єкт дослідження** – процес організації робіт діагностування системи керування двигуном автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

**Предмет дослідження** – методи і алгоритми підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів на СТО.

**Методи досліджень.** Фізичне моделювання для збирання діагностичної інформації. Математичне моделювання і теорія інтелектуальної обробки інформації для розробки діагностичної моделі.

### **Наукова новизна одержаних результатів.**

1. Запропоновано науковий підхід підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном, що ґрунтується на діагностичній моделі на основі інтелектуальної обробки знань та нейро-нечітких мережах.

2. Отримав подальший розвиток метод діагностування системи керування двигуном шляхом зчитування і аналізу осцилограм на прикладі системи



запалювання.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі отриманих теоретичних положень розроблені:

- алгоритм побудови діагностичної моделі на основі інтелектуальної обробки інформації та нейро-нечітких мережах.
- алгоритм пошуку несправностей системи керування двигуном на прикладі системи запалювання;

**Достовірність теоретичних положень** даної роботи підтверджується збіжністю результатів математичного моделювання та експериментальних досліджень та коректним застосуванням математичних методів.

**Апробація результатів роботи.** Деякі положення та результати роботи доповідались та обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи", – Вінниця: ВНТУ, 2021.

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



# РОЗДІЛ 1

## НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ

### 1.1 Аналіз діяльності підприємства та системи сервісного обслуговування автомобілів

ТОВ "ФАВОРИТ АВТО ВІННИЦЯ" розпочало свою історію функціонування у м. Вінниці з 01.0.2013 року і розташоване на вул. Князів Коріатовичів, 89. Історія становлення компанії Renault на вітчизняному ринку мала місце з 2000 року з командою у 8 осіб, яка здійснювала постачання автомобілів від підприємства-виробника і забезпечувала комунікаційну діяльність в частині реалізації і це складало шість дилерських центрів в Україні. На даний момент функціонує 35 дилерських центрів, це становить 80% від усієї мережі, що відповідають високим європейським стандартам бренду Renault і зайняв нішу на українському ринку в 20%.

В середовищі високого рівня мінливості економічної безпеки в Україні суб'єкти господарювання різних видів економічної діяльності знаходяться в безперервному процесі конкурентної боротьби за ринки збуту, нових клієнтів, постійному пошуку інноваційної реалізації послуг та продукції. Така ситуація в зовнішньому середовищі вимагає від менеджменту підприємства відповідного рівня фінансової стабільності, рівня інвестицій у необоротні активи, рівень кваліфікації персоналу підприємства. Уповноваженим керівником Товариства виступає Ружицький Ю. С. – статутний зареєстрований капітал – 1000 грн.

Основним видом діяльності зареєстрованим в установних документах – 45.11 Торгівля автомобілями та легковими автотранспортними засобами. До інших видів діяльності відносяться згідно КВЕД: 45.20; 45.31 та 45.32, що відповідно забезпечують здійснення технічного обслуговування та ремонту



автомобілів; торгівельна діяльність деталями та приладами в оптовому та роздрібному форматі для автотранспортних засобів.

Товариство здійснює свою господарську діяльність самостійно, керуючись принципами самоокупності і несе повну відповідальність за результати свого господарювання.

Результативність Товариства залежить від організаційної структури функціонування. Структура суб'єкту бізнесу носить простий характер, метою якої є забезпечити інтеграційні процеси виробництва і реалізації послуг в розрізі видів економічної діяльності, що закріплені в Статуті. Ключовими регламентуючими документами Товариства виступає Статут, Облікова політика підприємства, Посадові інструкції, Правила внутрішнього трудового розпорядку, оперативні та стратегічні плани, Накази, розпорядження, Інструкції з техніки безпеки та охорони праці.

Для більш повної характеристики підприємства наведемо динаміку основних техніко-економічних показників за 2018-2020рр.

Таблиця 1.1 – Оцінка узагальнюючих показників функціонування ТОВ «ФАВОРИТ АВТО ВІННИЦЯ» за період 2018-2020рр.

Найменування показника	2018 р.	2019р.	2020р.
Чисельність працівників, осіб	16	18	22
Чисельність виробничого персоналу, осіб	11	12	16
Частка виробничих працівників у загальній чисельності персоналу, %	68	66,7	72,7
Собівартість послуг, грн	580	621	720
Фонд оплати праці, тис. грн.	232,32	314,49	414,48
Середньомісячна заробітна плата, грн	12100	14560	15700



Аналізуючи показники наведені в таблиці 1.1 можна узагальнити, що:

- середньооблікова чисельність персоналу протягом періоду дослідження зростає у звітному періоді в порівнянні з 2018 роком на 6 осіб, а у порівнянні з попереднім періодом на 4 особи;
- аналогічна тенденція зростання відбувається і серед основного виробничого персоналу відповідно на 1 особу в порівнянні з базовим періодом, а у порівнянні з попереднім періодом на 4 особи;
- частка працівників основного виробництва займає питому вагу за період дослідження від 68% до 72,7, що свідчить про зростання саме чисельності працівників, що зайняті безпосередньо обслуговуванням клієнтів підприємства;
- фонд оплати праці також показує тенденцію до зростання, що є законним явищем, адже відбувалось зростання персоналу підприємства і ріст мінімальної заробітної плати, що і спричинило ріст оплати праці і є одним із чинників зростання собівартості наданих послуг. Але поряд з цим, Товариство функціонує на високому конкурентному ринку у Вінницькому регіоні і оплата праці для висококваліфікованих фахівців має носити відповідний характер.

Управлінські посади займають фахівці відповідного рівня, що мають професійну кваліфікацію, менеджмент середнього рівня має фахову і спеціальну освіту, досвід у професійній діяльності.

На рисунку 1.1 наведемо структуру Товариства



Рисунок 1.1 – Організаційна структура функціонування  
ТОВ « ФАВОРИТ АВТО ВІННИЦЯ»



На СТО роботи по обслуговуванню автомобілів виконують фахівці, що проходили спеціалізоване навчання на курсах Renault.

На сьогодні послуги мийки складаються з наступних позицій:

- зовнішнє миття кузова;
- полірування кузова;
- миття двигуна;
- прибирання салону автомобіля – вологе і сухе;
- хімчистка салону.

В перспективі з метою завоювання більшої частки ринку у сфері прибирально-мийних робіт підприємство має на меті пропонувати нові види послуг з чищення, полірування, миття та забезпечення належного зовнішнього вигляду автомобілів.

- Система сервісного обслуговування регламентується Наказом Міністерства транспорту України та Положенням про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту №102 від 30.03.98. Воно визначає основний порядок обслуговування, який має носити підхід до організації надання таких послуг для суб'єктів господарювання різних форм власності. Метою обслуговування є підтримання автомобілів у справному стані, технічно надійному та економічному ресурсі, що забезпечить екологічність і безпечність пересування.

## **1.2 Дослідження ринку послуг станції технічного обслуговування**

Попит на автомпослуги і не лише на них, формується під впливом чинників, що носять різний характер. Всі технічні засоби і обладнання мають певних робочий і резервний ресурс, що залежать також від багатьох характеристик чисто експлуатаційного характеру та механічної структури матеріалу виготовлення, його хімічних характеристик, умов експлуатації та багато іншого.

Ринок автосервісних послуг в Україні з кожним роком розширюється, що пояснюється наступними причинами:



- збільшення чисельності автопарку;
- розширення масштабів малого бізнесу в сфері автотранспортних послуг;
- суб'єкти малого підприємництва прагнуть користуватися автотранспортними послугами спеціалізованих СТО або автотранспортних підприємств, що мають і використовують ремонтну базу на комерційній основі. Розширення та зміцнення ринку автосервісних послуг, в свою чергу, сприяє подальшому зростанню автомобільного парку в країні.



Рисунок 1.2 – Ключові індикатори дослідження попиту на послуги

В останні роки в Україні відбувається формування авторинку, що носить цивілізований характер і вимагає відповідних законодавчих регламентацій. Змінюються правила імпортованих авто, що регулярно показують тенденцію до зростання, який збільшився в 3,5 разів. У звітному 2020 році він скла – 1675 млн. дол., а 2016 році – 606 млн. дол. Швидких темпів розвитку набуває ринок вторинного використання автомобілів, який у 2021 році складає від 4 до 5 млрд. дол.

[<https://eauto.org.ua/news/13-analitichne-doslidzhennya-vtorinnogo-avtorinku-ukrajini>]



На світовому автомобільному ринку спостерігаються кризові явища, які мають вплив на недостатність комплектуючих. Великі автоконцерни простоюють і відбувається нехватка пропозиції, збільшується час на очікування нових авто. На 01.10.2021 в Україні куплено нових автомобілів – 8186 шт. (Рисунок 1.3) Серед них:

- Імпортні авто – 7,3 тис. шт., що складає 89%;
- Авто вітчизняного виробництва – 0,9 тис. шт. (11%).

Структура придбаних авто наведена на рисунку 1.4

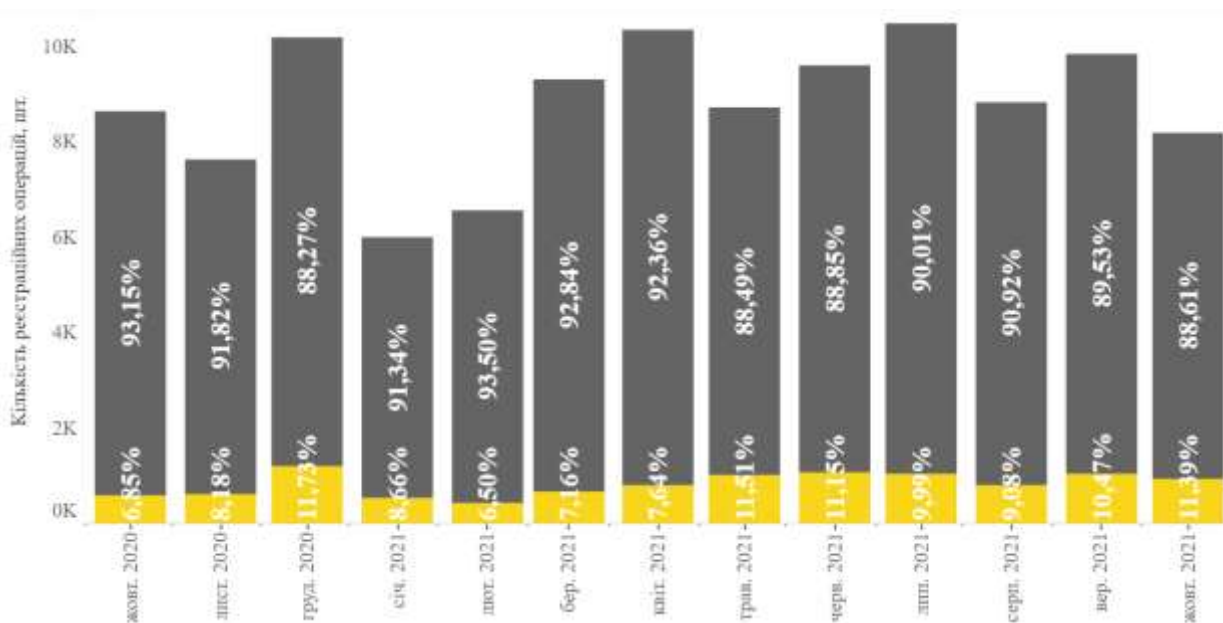


Рисунок 1.3 – Тенденція розвитку ринку нових авто в Україні за жовтень 2020-2021 рр.



Рисунок 1.4 – Структура придбаних авто в Україні у 2021 р.



Щодо попиту на авто іноземного походження в Україні, то тоу можна відслідкувати наступну динаміку, що KIA Sportage займає лідируючі позиції – 463 штуки. Дві позиції в верх в порівнянні з аналогічним періодом минулого року зріс попит на Renault Duster – 345 шт., на одну позицію знизився попит Toyota RAV-4 - 309 шт., Renault Sandero - 258 шт., Renault Logan -152 шт.

В першу десятку входить, але за мінусом двох пунктів Mitsubishi Outlander та Renault Logan – за мінусом трьох пунктів. Найбільш негативна ситуація склалась з реалізацією Toyota Land Cruiser Prado – за період дослідження втратили попит в Україні на 4 пункти. Одним із чинників такого падіння можна назвати – високий ціновий поріг для українських споживачів. Через такий чинник українці все більше звертали увагу на авто китайського виробництва Suzuki SX-4

Найбільше позицій втратила (185 шт.) — одразу на 4 пункти.

Інфорграфічне зображення тенденцій купівлі автомобілів в розрізі марок наведено на рисунку 1.5

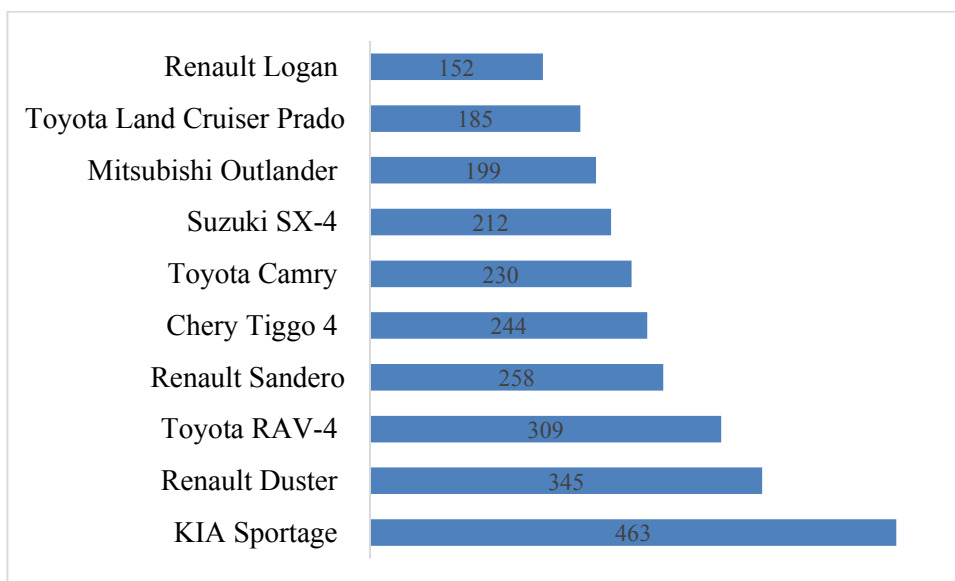


Рисунок 1.5 – Попит українців на імпортовані автомобілі в розрізі марок у жовтні 2021 році, шт.



Серед українських автомобілів першу позицію займає Skoda Karoq – 140 шт., які в порівнянні з минулим періодом піднялись на 5 позицій виготовлення здійснює ПрАТ «Єврокар» з комплектуючих, що завезені в Україну з Європи.

Більш детальна інфорграфіка в розрізі автомобілів вітчизняного виробництва наведена на рисунку 1.6

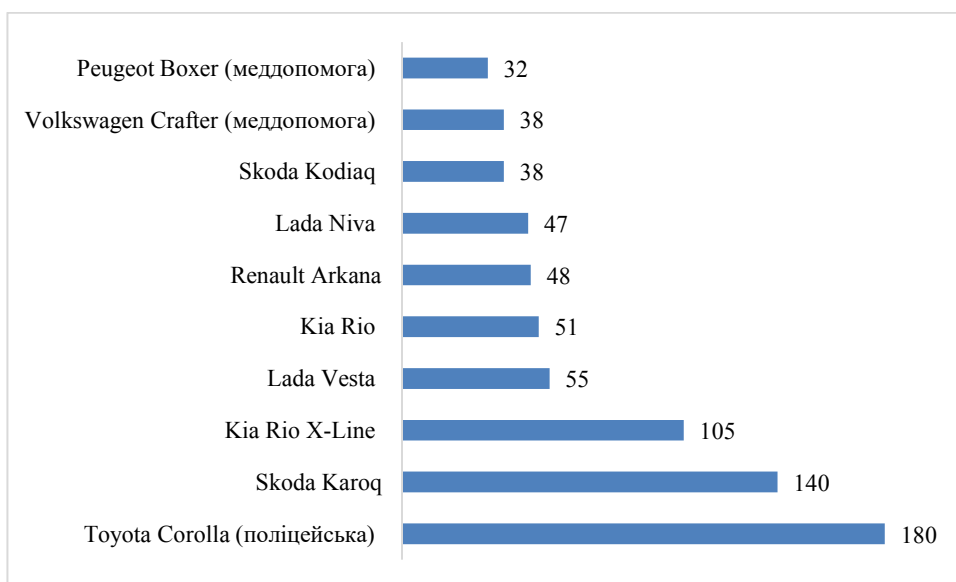


Рисунок 1.6 – Тенденція попиту українців на автомобілі виготовлені в Україні в розрізі марок у жовтні 2021 році, шт.

Відповідно близько 36% від кінцевого підсумку реалізації вітчизняних автомобілів склали спеціалізовані авто для відділів поліції та медичної служби.

При обслуговування автомобілів спеціального призначення, що функціонують у державних структурах має місце виграні тендери в «Прозоро» ТОВ «ФАВОРИТ АВТО ВІННИЦЯ», що свідчить про зростання обсягів обслуговування автомобілів такого напрямку.

При аналізі вторинного ринку авто, то у листопаді в порівнянні з попереднім періодом обсяг ринку зріс на 2,7%, питома вага авто імпортного походження на вторинному ринку склала 41,1%. Серед них Renault Megane — 1358 одиниць. Що в майбутньому може забезпечити попит на послуги технічного обслуговування і ремонту для Товариства.



З метою дослідження попиту на послуги Товариства та вивчення місця ТОВ «ФАВОРИТ ВІННИЧИНА АВТО» в конкурентному середовищі необхідн здійснювати моніторинг функціонування підприємства на ринку. З метою вивчення сильних і слабких сторін підприємства і розробки оперативних і стратегічних планів.

При вивченні попиту на послуги ТОВ «ФАВОРИТ АВТО ВІННИЦІ» за методикою наведеною на рисунку 1.2. Пропонуємо класифікувати опитаних респондентів, що є вже клієнтами підприємства та власників авто Renault. Клієнти автосервісу, що мають високий рівень дохідності сімейного бюджету відвідують фірмові автосервіси, а потенційні клієнти з меншим рівнем дохідності вказують на відвідування для обслуговування автомобілів автомайстерні з нижчим рівнем цін, або обслуговування власними силами.



Рисунок 1.7 – Структура попиту споживачів автосервісних послуг ПрАТ ТОВ «ФАВОРИТ АВТО ВІННИЦІ»

Вирішення проблеми залучення клієнтів до сервісного обслуговування і надання варіації послуг Товариства потребує розробки клієнтоорієнтованої



стратегії всього персоналу, що в перспективі призведе до завоювання нових клієнтів і зростання ніші ринку.

### **1.3 Аналіз методів і способів діагностування системи керування двигуном**

На даний час розроблено і впроваджено велику кількість методів, способів та алгоритмів діагностування автомобілів в цілому та системи керування двигуном зокрема. Такі методи і способи діагностування описані у великій кількості робіт [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 16, 18, 19, 20, 21, 25].

Використання системи керування двигуном (СКД) дозволяє досягти високих техніко-економічних показників роботи ДВЗ при одночасному виконанні жорстких екологічних вимог. Це досягається шляхом приготування оптимальної по своєму складу паливно-повітряної суміші всіх режимах роботи двигуна, дозування її подачі циліндрів і своєчасного займання. Для підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) бензинового двигуна застосовують безпосереднє упорскування палива в циліндри, турбонаддув, системи регулювання фаз газорозподільного механізму (ГРМ) та зміни висоти підйому клапанів, системи зниження токсичності та рециркуляцію відпрацьованих газів.

СКД представляє собою досить складну технічну систему автомобіля, в яку постійно вносяться різного роду зміни: з'являються нові конструктивні елементи, удосконалюються алгоритми роботи блоку управління, оновлюється програмне забезпечення і т.д. Система включає в себе датчики, виконавчі елементи, електронний блок керування двигуном (ЕБК) і сполучні проводи. Датчики інформують ЕБК про параметри функціонування його систем і механізмів. ЕБК постійно приймає та обробляє електричні сигнали від датчиків і на основі зібраної інформації керує виконавчими елементами. На рис. 1.8 представлена схема сучасної СКД легкового автомобіля.



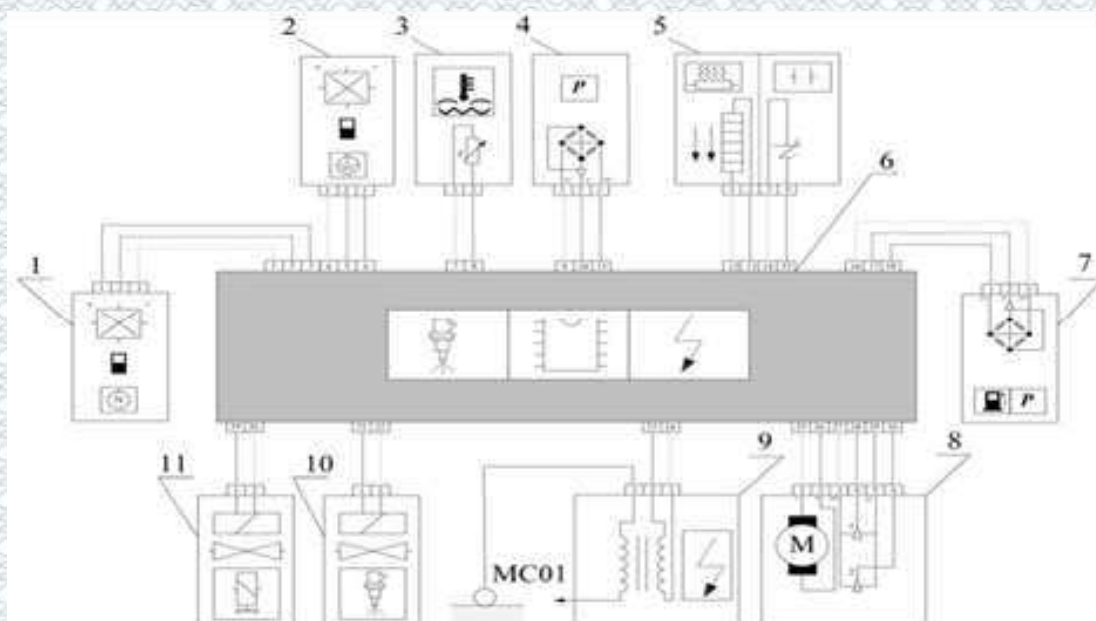


Рисунок 1.8 – Схема системи керування двигуном

1 – датчик положення розподільного валу; 2 – датчик положення колінчастого валу; 3 - датчик температури охолоджуючої рідини; 4 - датчик тиску повітря; 5 - датчик кисню; 6 – ЕБК; 7 – датчик тиску палива; 8 - електромагнітний клапан регулювання фаз ГРМ; 9 - електромагнітна форсунка; 10 - котушка запалювання; 11 – електронна дросельна заслінка.

В СКД, як і в інших системах автомобіля, в процесі експлуатації неминуче виникають різного роду пошкодження, які призводять до зміни початкових властивостей стану матеріалів, з яких вони виготовлені, в результаті чого система втрачає свою працездатність.

Істотно підвищити експлуатаційну надійність, знизити витрати на проведення робіт по відновленню працездатності конструктивних елементів СКД покликана планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту автомобілів, яка передбачає виконання контрольних-діагностичних робіт через певний пробіг. Однак, як показує виконаний огляд регламентів ТО



автомобілів, операції контролю технічного стану елементів СКД при проведенні ТО автомобілів відсутні. При технічному обслуговуванні автотранспортного засобу виконується лише перевірка кодів помилок, що зберігаються в пам'яті електронного блоку керування, і лише при їх наявності здійснюються контрольні-діагностичні операції у відповідності з рекомендаціями заводу виробника. При відсутності кодів несправностей в пам'яті ЕБК система визнається технічно справною та додаткові перевірки не проводяться.

Але, як показує практика, тільки за відсутністю кодових помилок некоректно робити висновки, що система справна, так як у ній можуть бути скриті несправності, які виявляться у подальшій експлуатації автомобіля. Бортова (вбудована) система самодіагностики автомобіля не може виявити всі дефекти, так як блок управління заносить у свою пам'ять дані про несправність лише при виході будь-якого діагностичного параметра з заданого в програмно нормативного інтервалу, при цьому на панелі приладів загоряється відповідна контрольна лампа. Відсутність у прийнятому регламенті ТО автомобілів операцій контролю технічного стану елементів СКД призводить до зниження її експлуатаційної надійності та збільшення витрат на підтримання системи в технічно справному стані.

Питанням удосконалення діагностування системи керування двигуном автомобіля присвячена досить велика кількість наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених [3, 5, 6, 7, 11, 13, 20, 25].

Дослідження були спрямовані на розробку системи та технологій діагностування ДВЗ з електронною системою управління. Розроблені методики діагностування СКД базуються на принципах системного підходу на основі сучасних інформаційних технологій. Реалізацію системного підходу рекомендується здійснювати на основі комплексного аналізу, що включає в себе:

- контроль параметрів двигунів; - контроль підсистем СКД;
- контроль елементів електронної системи.

Досить вагомим є вдосконаленню операцій технічного обслуговування СКД вітчизняних легкових автомобілів. За результатами виконаних і досліджень розроблені математичні моделі формування періодичності обслуговування



конструктивних елементів СКД в умовах обмеженої інформації про їх надійність.

Розглянуті питання управління двигуном внутрішнього згоряння, обладнаного СКД на основі експериментальних даних. В якості об'єкта дослідження прийнятий двигун, обладнаний електронною системою управління. Розроблена система управління двигуном дозволяє здійснювати оцінку алгоритму функціонування методом контролю управління.

Досліджувалися залежності ефективності функціонування двигунів, оснащених СКД, відмінних параметрів (вмісту речовин у відпрацьованих газах, тривалості впорскування палива, масової витрати повітря, кута випередження запалювання та ін.), які прийняті їм в якості діагностичних пар. Показником, що характеризує ефективність функціонування ДВЗ, прийнято коефіцієнт надлишку повітря, який в найбільшому ступені показує повноту згоряння робочої суміші в циліндрах силового агрегату.

За результатами проведених досліджень отримана регресійна модель залежності коефіцієнта надлишку повітря від вибраних діагностичних параметрів. В режимі холостого ходу більш істотний вплив на цей коефіцієнт надають: вміст кисню і не згорілих вуглеводнів, час упорскування і розрідження у впускному колекторі двигуна. На режимі максимального крутного моменту: вміст оксиду вуглецю, незгорілих вуглеводнів, час упорскування палива форсунками.

Досить важливими є дослідження діагностування електромагнітних форсунок двигунів. Запропоновано метод діагностування технічного стану форсунок, заснований на вимірі тиску палива в нагнітаючій магістралі при непрацюючому двигуні. Оцінка стану форсунок проводиться порівнянням показників їх статичної і динамічної продуктивності, а також рівномірності подачі палива з використанням еталонного електромагнітного клапана.

Дослідження системи діагностування ДВЗ на основі чіткої логіки. Оцінка технічного стану двигуна проводиться на основі вимірювання зовнішніх швидкісних характеристик двигуна (моменту потужності двигуна, витрати палива і повітря, кута випередження запалення, як функції частоти обертання колінчатого



вала двигуна). Для визначення технічного стану двигуна достатньо інформації, одержуваної від датчиків СКД: положення колінчастого валу двигуна, масової витрати повітря, положення дросельної заслінки, системи управління впорскуванням палива та запалюванням.

З виконаного вище аналізу можна зробити такі висновки. Методи, які на сьогоднішній день, використовуються для діагностування системи керування двигуном можна поділити на кілька таких груп (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 – Методи діагностування системи керування двигуном

Найбільш точними є почергова перевірка окремих компонентів чи вузлів шляхом вимірювання фізичних величин – структурних чи діагностичних параметрів, але такий підхід забирає багато часу і в багатьох випадках потребує часткового розбирання. Загальне діагностування за потужністю, витратою палива і складу відпрацьованих газів не дають конкретної відповіді про причини несправностей системи.

Досить поширеним на сьогоднішній день є візуальний аналіз осцилограм діагностичних сигналів, зчитаних з характерних місць діагностики, але в цьому



методі досить вагомим є людський фактор. Отже для продовження і удосконалення цього методу необхідна його автоматизація, що повинно значно зменшити вплив людського фактору на визначення причин несправностей.

#### **1.4 Основні висновки і задачі проектування**

З проведеного аналізу можна дійти висновку, що питання діагностування системи керування автомобільним двигуном на сьогоднішній день є актуальним і потребує певних удосконалень. Ці удосконалень перш за все повинні бути направлені на спрощення процедури пошуку несправностей, скорочення часу і можливості автоматизації процесу діагностування.

Метою даної роботи є підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

Задачі, які необхідно розв'язати для досягнення поставленої мети:

1. Проаналізувати фактори та параметри функціонування зони діагностування та обслуговування автомобілів. Розробити заходи щодо покращення параметрів функціонування виробничого підрозділу СТО.
2. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів.
3. Базуючись на методах інтелектуальної обробки інформації розробити діагностичну модель елементів системи керування двигуном.
4. Описати методику практичної реалізації діагностування системи керування двигуном на основі інтелектуальної діагностичної моделі.



## РОЗДІЛ 2

### ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ

#### 2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних

Для прикладу визначимо параметри функціонування зони ТО і ПР міської СТО із загальною кількістю постів 5 і кількістю автомобіле-заїздів в рік – 1420. На рис. 2.1 показана блок-схема виконання розрахунків трудомісткості робіт ТО і ПР на СТО.

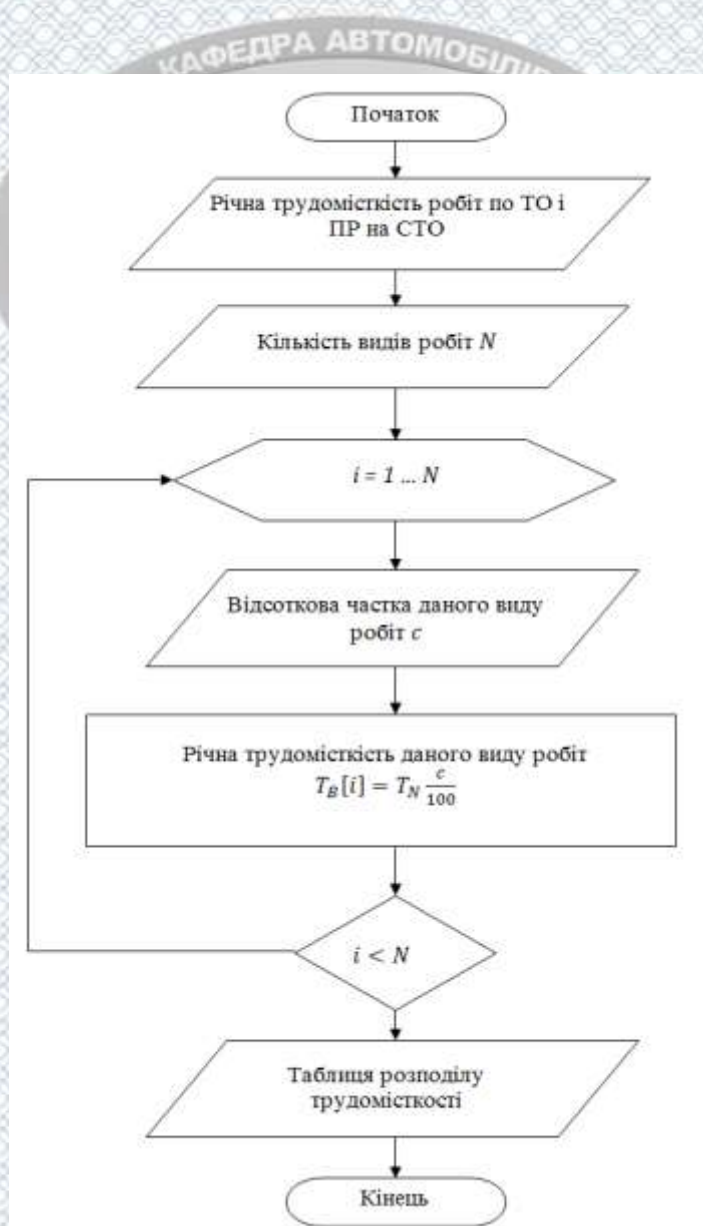


Рисунок 2.1 – Блок-схема розрахунків трудомісткості робіт ТО і ПР



В якості програмного продукту можуть бути вибрані електронні таблиці Microsoft Office Excel або програмні середовища Delphi чи Microsoft Visual Studio з мовами програмування Pascal та C++ відповідно.

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

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

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

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

Тип СТО – міська, універсальна.

Існуюча загальна кількість постів на СТО:  $X_{п-існ}^{СТО} = 9$ .

Визначимо кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО, статистичним способом. Згідно з статистичними даними за минулий рік було зареєстровано  $N_{ТО і ПР}^p = 3420$  (авт./рік) автомобілів на СТО для виконання робіт ТО і ПР.

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

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

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



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

$$A_{\text{авт}} = \frac{3420}{2} = 1710 \text{ (авт.)}.$$

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

- автомобілі особливо малого класу – 22 %;
- автомобілі малого класу – 42 %;
- автомобілі середнього класу – 36 %.

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

Таблиця 2.1 – Вихідні дані до розрахунку виробничої програми міської СТО

Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Існуюча кількість постів	$X_{\text{п-існ}}^{\text{СТО}}$	од.	9
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів	3420
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів в рік	2
Частота заїздів одного автомобіля для виконання антикорозійної обробки	$n_{\text{а-к}}^{\text{р}}$	заїздів в рік	1
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{\text{авт}}$	авт.	1710
в тому числі: - автомобілів I групи:	$A_{\text{авт}}^{\text{I}}$	авт.(%)	376



Продовження таблиці 2.1

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

## 2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ

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

Розрізняють два види нормативів ТО і ПР на СТО:

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

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

Питома трудомісткість ТО і ПР коректується з використанням коефіцієнтів коректування:



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

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

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

Разова трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО не коректується.

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

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

– в залежності від кількості робочих постів СТО. На СТО 4 робочих пости.  $K_{\text{п}} = 0,95$ ;

– в залежності від природно-кліматичних умов. СТО знаходиться в помірно-теплій кліматичній зоні.  $K_{\text{з}} = 0,90$ .

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

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

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

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

Результати розрахунків трудомісткості ТО і ПР зводимо в таблицю 2.2.



Таблиця 2.2 – Нормативи трудомісткості ТО і ПР для міської СТО

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

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

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

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



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

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

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

$T_{доп}$  – допоміжні роботи.

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

Орієнтовна трудомісткість всіх постових робіт на СТО:

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

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

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



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

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

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

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

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

$c$  – число робочих змін протягом доби;

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

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

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

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

Результати розрахунків зводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Річна трудомісткість робіт на СТО

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



Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Роботи антикорозійної обробки	$T_{ак}$	люд.- год	—	—	—	5130
Всього робіт СТО	$T_{\Sigma}$	люд.- год	—	—	—	52971, 7

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

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

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

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

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

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

Результати розподілу зводимо в таблицю 2.6.

### 2.3 Розрахунок чисельності робітників

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

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

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

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

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

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

- при 5-ти денному робочому тижні:

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

де  $D_{\text{р.з.}}$  – кількість робочих днів у році відповідної зони чи ділянці, 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  $\Phi_{\text{в.р.}}$  залежить від кількості днів основної та додаткової відпусток та кількості пропусків по хворобі та інших поважних причинах:

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



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

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

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

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників

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

Фонд робочого часу робочого місця та ефективний фонд часу робітника:

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

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

Для всіх видів робіт і груп ДТЗ розрахунки виконуються однаково.



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

#### 2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ

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

$$X_i = \frac{T_i \cdot K_H}{D_p \cdot c \cdot \tau_{зм} \cdot P_{п} \cdot \eta_{п}}, \quad (2.14)$$

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

$K_H$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

$D_p$  – число днів роботи СТО, дні;

$c$  – число робочих змін протягом доби;

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

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

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

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку кількості постів СТО

Показник	Ум. поз н.	Вид робіт		
		ТО і ПР	прибирання і миття	приймання-видачі
Коефіцієнт нерівномірності завантаження постів	$K_H$	1,15	1,15	1,15
Одночасно працюють на посту, чол	$P_{п}$	2	2	1
Коефіцієнт використання робочого часу	$\eta_{п}$	0,95	0,95	0,95



Кількість постів робіт технічного обслуговування в повному обсязі:

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

Для інших робіт кількість постів визначається аналогічно.

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

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

Вид робіт	Розподіл за місцем виконання											
	Розподіл за видами робіт, люд.-год		Постові роботи						Дільничні роботи			
			Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		К-сть постів	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		
	%	$T_{ТОіПР}^i$	%	$T_{ТОіПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$	$X_{ТОіПР}^i$	%	$T_{ТОіПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Роботи ТО і ПР автомобілів:												
контрольно-діагностичні (двигун, гальма, електроустаткування.)	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	—	—	—	—	



Продовження таблиці 2.6

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

## 2.5 Організація виробничих підрозділів на СТО

Організація виробничих підрозділів являє собою формування окремих виробничих приміщень для виконання робіт технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів. Організації виробничих підрозділів на станції технічного обслуговування можна провести в такій послідовності:

Всі роботи обслуговування і поточного ремонту які виконуються на СТО необхідно розділити на дві групи - постові роботи і дільничні роботи. Постові



роботи виконуються на постах обслуговування або поточного ремонту. Дільничні роботи виконуються у виробничих дільницях де ремонтуються елементи зняті з автомобіля.

Поштові і дільничні роботи які схожі за технологією виконання об'єднуються в окремі групи. Кожна група робіт може виконуватися в одному приміщенні в якому встановлюється відповідне технологічне обладнання.

Для кожного виробничого підрозділу вибирається технологічне обладнання і виконуються розподіл робіт між робочими місцями.

Результати розподілу робіт обслуговування і поточного ремонту приведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Виробничі підрозділи СТО

Виробниче приміщення	Перелік робіт	Трудо-місткість, люд.-год	Чисельність робітників, чол.		К-сть постів
		$T_{\text{ТО і ПР}}^{\text{пл}}$	$P_{\text{я}}$	$P_{\text{ш}}$	$X_{\text{ТО і ПР}}^{\text{п}}$
Зона ТО і ПР	Постові роботи: - контрольно-діагностичні; - ТО в повному обсязі; - мастильні роботи; - регулювальні роботи - антикорозійна обробка кузова - приймання видача автомобілів	24329,78	11	12	8
Пост прибирання і миття автомобілів	- прибирання і миття автомобілів	708	1	1	1
Зона кузовних робіт	- кузовні роботи	8149,09	4	4	3
Ремонтно-механічна дільниця	Дільничні роботи: - ремонт вузлів, систем і агрегатів; - електротехнічні роботи; - роботи за системою живлення	1782,18	1	1	-
На підприємстві не виконуються	Дільничні роботи: - акумуляторні роботи; - шиноремонтні роботи;	1390,78	-	-	-

Станція технічного обслуговування може надавати послуги пов'язані з з антикорозійною обробкою кузовів автомобіля а також послуги прибирання і



миття автомобілів. Деякі роботи на станції технічного обслуговування не виконуються. До таких робіт можна віднести шиноремонтні роботи та акумуляторні роботи. Ремонт акумуляторних батарей на даний час на станціях технічного обслуговування не виконується. Це пояснюється тим що конструкція сучасних акумуляторних батарей не передбачає виконання ремонтних робіт. Тому акумуляторні батареї можуть тільки заряджатися із застосуванням спеціальних зарядних пристроїв.

## 2.6 Організація робочих місць в зоні ТО і ПР

На основі розрахованої кількості постійно необхідно виконати внутрішню організацію робіт в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту. Організація робочих місць в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту може бути виконана в такій послідовності:

За результатами розрахунків у зоні технічного обслуговування і поточного ремонту необхідно 8 постів. Деякі пости можуть бути універсальними на яких передбачено Виконання всіх видів робіт обслуговування і поточного ремонту. Окрім цього окремі пости можна спеціалізуватися за певними видами робіт. Одним із таких спеціалізованих постів необхідно передбачити пост діагностування на якому будуть виконуватися діагностичні роботи із застосуванням спеціалізованого діагностичного обладнання. Для виконання робіт перевірки і регулювання кутів керованих коліс та визначення геометрії кузова автомобіля також необхідно обладнати спеціалізований пост з відповідним стендом аналізу геометрії кузова автомобіля. Ще один пост зони технічного обслуговування і поточного ремонту повинен мати окремий заїзд і на цьому посту виконуються роботи приймання і видачі автомобіля.

Знаючи роботи які виконуються на кожному посту зони технічного обслуговування і поточного ремонту можна підібрати технологічне обладнання і попередньо розташувати його біля кожного поста.

Після розташування виробничих постів та технологічного обладнання необхідно організувати робочі місця на яких будуть виконуватися конкретні



роботи. За кожним робочим місцем закріплюється технологічне обладнання яке може бути стаціонарним або переносне і пересувне. Окремі одиниці переносного і пересувного обладнання можуть використовуватися на декількох робочих місцях.

Знаючи перелік робіт на робочих місцях можна попередньо визначити їх обсяг і таким чином визначити необхідну кількість робітників для кожного робочого місця. На окремих робочих місцях трудомісткість виконання робіт може бути невеликою тому один робітник може працювати на декількох робочих місцях

Таблиця 2.8 – Організація робочих місць ТО і ПР

Номер поста	Номер робочого місця	Місце виконання	Вид робіт на робочому місці, агрегати і системи, які обслуговуються
1	2	3	4
1-5	1	Зверху автомобіля	ТО і ПР системи живлення. Електротехнічні роботи. ТО і ПР двигуна та його систем.
	2	Знизу автомобіля	ТО і ПР двигуна, трансмісії, рульового керування. ПР ходової частини, гальмівної системи. Додатково роботи з обслуговування інших систем.
	3	Збоку автомобіля	ТО і ПР гальмівної системи, ходової частини, шинні роботи. Додатково роботи з обслуговування інших систем.
6			Діагностування автомобіля із застосуванням комп'ютерного діагностичного обладнання. При необхідності виконання робіт ТО і ПР, аналогічних постам 1-5.
7			Діагностування та регулювання кутів керованих коліс автомобіля
8			Приймання і видача автомобілів. Антикоровійна обробка кузова автомобілів

Відомість технологічного обладнання для зони технічного обслуговування і поточного ремонту складається у відповідності з необхідністю виконання певного переліку робіт. Все технологічне обладнання яке встановлюється в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту поділяється на чотири групи.



Перша група обладнання називається підйомно оглядове і воно призначене для піднімання і огляду автомобіля знизу а також виконання певних робіт знизу автомобіля. До такого обладнання відносяться електромеханічні підіймачі.

Друга група онлайн знання називається основне технологічне обладнання і воно призначений для виконання всіх видів робіт технічного обслуговування діагностування і поточного ремонту.

До третьої групи відносяться організаційна оснастка яка являє собою шафи для збереження приладів та інструментів, столи, верстаки та інше.

До останньої групи відносяться переліки приладів та інструментів необхідних для виконання всіх робіт в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту. Це можуть бути або окремі прилади пристосування і інструменти або комплекти інструментів пересувні які зберігаються в спеціальних візках або переносні в ящиках.

Прийняте технологічне обладнання зводимо в таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 – Відомість технологічного обладнання

Но- мер поста	Номер робо- чого місця	Обладнання, прилади, пристрої, інструмент	Мо- дель, тип	К- сть, шт.	Габари- тні роз- міри, мм	Площа, м <sup>2</sup>		Поту- ж- ність, кВт
						Оди- ниці	За- га- льн а	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Підйомно-транспортне та підйомно-оглядове обладнання								
1-5	1,2,3	Підіймач електромеханіч- ний	ПЕМ-4,5	5	—	—	—	6,6



Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основне технологічне обладнання та прилади								
6	1	Мотор-тестер	MT-800	1	550×600	0,33	0,33	0,25
7	1	Стенд геометрії ходової частини і кузова автомобіля	RAV TD 5080	1	980 x 940	0,92	0,92	0,7
1-5	2	Підіймач-візок для зняття і установки агрегатів	—	2	1170 x 730	0,85	1,7	—
1-5, 8	1	Пересувний пост електрика	—	2	1100 x 600	0,66	1,32	—
1-5	1, 3	Пересувний пост мастильних робіт	—	2	1200×800	0,96	1,92	—
1-5, 8	1,2,3	Пересувний пост слюсаря-авторемонтника	—	5	700 x 500	0,35	1,75	—
Організаційна оснастка та допоміжне обладнання								
1-8		Верстак слюсарний	—	1	1200×700	0,84	0,84	—
1-8		Стелаж-вертушка для кріпильних деталей	—	1	D 700	0,38	0,38	—
1-8		Шафа для інструменту	—	1	800×400	0,32	0,32	—
1-8		Бак для зливу моторного масла	—	1	500×600	0,3	0,3	—
1-8		Бак для зливу трансмісійного масла	—	1	500×600	0,3	0,3	—
1-8		Ящик для відходів	—	2	500×500	0,25	0,25	—
1-8		Ящик для обтиральних матеріалів	—	1	500×500	0,25	0,25	—



## РОЗДІЛ 3

### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ

#### 3.1 Вибір і обґрунтування типу діагностичної системи

Розробка автоматизованих діагностичних систем базується на сучасних перспективних методах діагностування які описані в багатьох наукових джерелах і спираються на досягнення сучасної технічної діагностики.

Кожен об'єкт діагностування характеризується певними наборами діагностичних і структурних параметрів.

Об'єктом діагностування є система керування двигуном (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Діагностична система автомобільного двигуна

Для визначення причини несправності необхідно знайти взаємозв'язок між діагностичними і структурними параметрами. Такий взаємозв'язок описується



діагностичними моделями. Діагностичні моделі можна поділити на дві групи (рис. 3.2). Перша група ґрунтується на однозначних математичних залежностях і більш придатне для систем в яких діагностичні і структурні параметри можуть бути описані однозначними числовими значеннями. Друга група ґрунтується на інтелектуальних методи обробки інформації. Така група більш доцільно при неоднозначних і змінних вхідних параметрах які можуть приймати числові значення або бути лінгвістичними змінними.



Рисунок 3.2 – Вибір типу діагностичної моделі

Параметричне діагностування базується на методах зчитування діагностичної інформації та пошуку несправностей. Переважна більшість сучасних систем діагностування базується на параметричних методах. Суть таких методів діагностування полягає у зчитуванні діагностичної інформації, Статистичній обробці даної інформації її та моделювання робочого процесу об'єкту діагностування. Параметричні методи діагностування мають певні недоліки:

- Утруднена побудова автоматизованих систем.
- Знання набуті експериментальним способом не можуть застосовуватись



при динамічних змінах об'єкту діагностування.

Формальне описання будь-якого технічного об'єкта автомобіля та його поведінку у справному і несправному стані можна описати моделюванням робочого процесу. Аналітичні залежності характеризують параметри робочого процесу. Вони можуть бути представлені в графічній, векторній, табличній або аналітичній формі.

Недолік такого формального математичного моделювання полягає в тому що в багатьох випадках досить складно знайти аналітичні залежності між діагностичними і структурними параметрами. Це призводить до того що визначення причин несправностей може бути хибним оскільки описати залежності досить складно або о неможливо.

Деякий інший підхід до діагностування може бути реалізований в інтелектуальних системах обробки інформації. Перш за все такі системи дозволяють функціонувати в умовах обмеженої інформації. Подружні системи інтелектуальної обробки дають можливість працювати не тільки з абсолютними значеннями вхідних величин які визначені в числовій формі а також можуть працювати з лінгвістичними змінними які є неоднозначними і можуть носити словесний характер.

Інтелектуальні системи доцільно застосовувати в тих випадках коли формальні параметричні системи не дають бажаних результатів.

Існує деяка кількість інтелектуальних систем які можна застосувати для побудови діагностичних моделей.

Однією з інтелектуальних систем є експертна система. Це система яка використовує знання експертів що є найбільш кваліфікованими фахівцями і мають певний досвід у визначеній предметній області. Знання таких експертів фіксуються і передаються в програмне середовище яке систематизує і обробляє дані знання і на їх основі робить експертні висновки (рис. 3.3).

Експертна система може застосовуватися для розробки діагностичної моделі. Вона досить проста у використанні. Але створення повноцінної експертної системи з метою діагностування автомобільного двигуна складає певні труднощі. Перш за все всі труднощі полягають у тому що інформація від



кваліфікованих експертів є досить різною і досить об'ємною. Тому створення експертної діагностичної системи займе багато часу і значні матеріальні витрати. Експертна система також досить погано адаптована до параметричної інформації яка може бути отримана під час зчитування діагностичних параметрів.



Рисунок 3.3 – Загальна структура експертної системи

Системи нечіткого логічного виведення (рис. 3.4) призначені для отримання результатів на основі нечіткої входної інформації у вигляді лінгвістичних змінних. Така система містить декілька блоків: блок фазифікації, базу знань, блок дефазифікації.

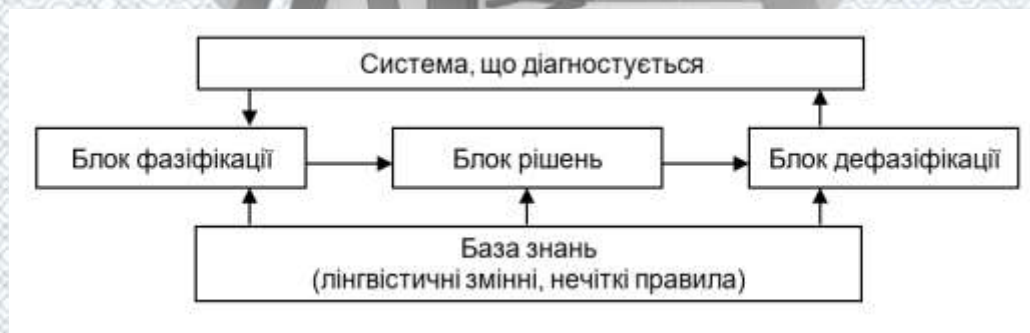


Рисунок 3.4 – Загальна структура системи з нечіткою логікою

Кожен блок виконує свої певні функції. Перший блок перетворює входні чіткі величини у нечіткі. Тоді нечіткі величини описані лінгвістичними змінними і занесені в базу знань. Блок дефазифікації призначений для того щоб після машини логічного виведення перетворити нечіткі величини у чіткій висновок який являє собою мою безпосередньо результат діагностування.

Системи нечіткого логічного виведення досить зручний в користуванні але вони мають суттєвий недолік. Такі системи не можуть накопичувати знання і само навчатися.



Ще одним типом інтелектуальних систем є штучні нейронні мережі. Такі мережі складаються із штучних нейронів та зв'язків між ними. Кожен нейрон штучної нейронної мережі має певну кількість входів які характеризуються відповідними вагами. Входи нейронів є одночасно виходами інших нейронів. Таким чином формується розгалужена система взаємозв'язків між нейронами. Недоліком нейронних мереж є те що вони є закритими.

Найбільш досконалим типом інтелектуальних систем є нейро-нечіткі мережі. Такі мережі являють собою синтез штучних нейронних мереж та експертних систем. Тому вони мають переваги експертних систем та штучних нейронних мереж. Мається на увазі що від експертних систем такі мережі отримали прозорість внутрішніх процесів і простоту у використанні, а від штучних нейронних мереж вони отримали властивість накопичувати знання і само навчатися.

Проведений аналіз різних типів інтелектуальних систем дає можливість дійти висновку що для діагностування системи керування двигуном і в системі запалювання зокрема найбільш доцільним є застосування нейро-нечітких мереж.

На рисунку 3.5 показаний загальний Алгоритм формування нейро-нечіткої мережі для розробки діагностичної моделі. Принцип застосування такого алгоритму при діагностуванні системи керування двигуном має таку послідовність. Перш за все формується множина вхідних параметрів. Це параметри які можливо контролювати під час процесу діагностування. Потім формується множина вихідних параметрів. Вихідними параметрами є перелік типових несправностей системи керування двигуном або окремих її елементів. Основним і найбільш важливим етапом розробки діагностичної моделі є формування переліку лінгвістичних змінних з відповідними нечіткими термами. Після чого можливо сформуванню множини продукційних правил а також визначати функції належності нечітких термів.

На наступному етапі формується структура нейро-нечіткої мережі. При формуванні структури визначаються вхідні і вихідні змінні системи. Для навчання і налагодження системи формуються навчальна та тестова вибірки.



Навчання і тестування мережі є заключним етапом розробки діагностичної моделі на основі нейро-нечіткої мережі.

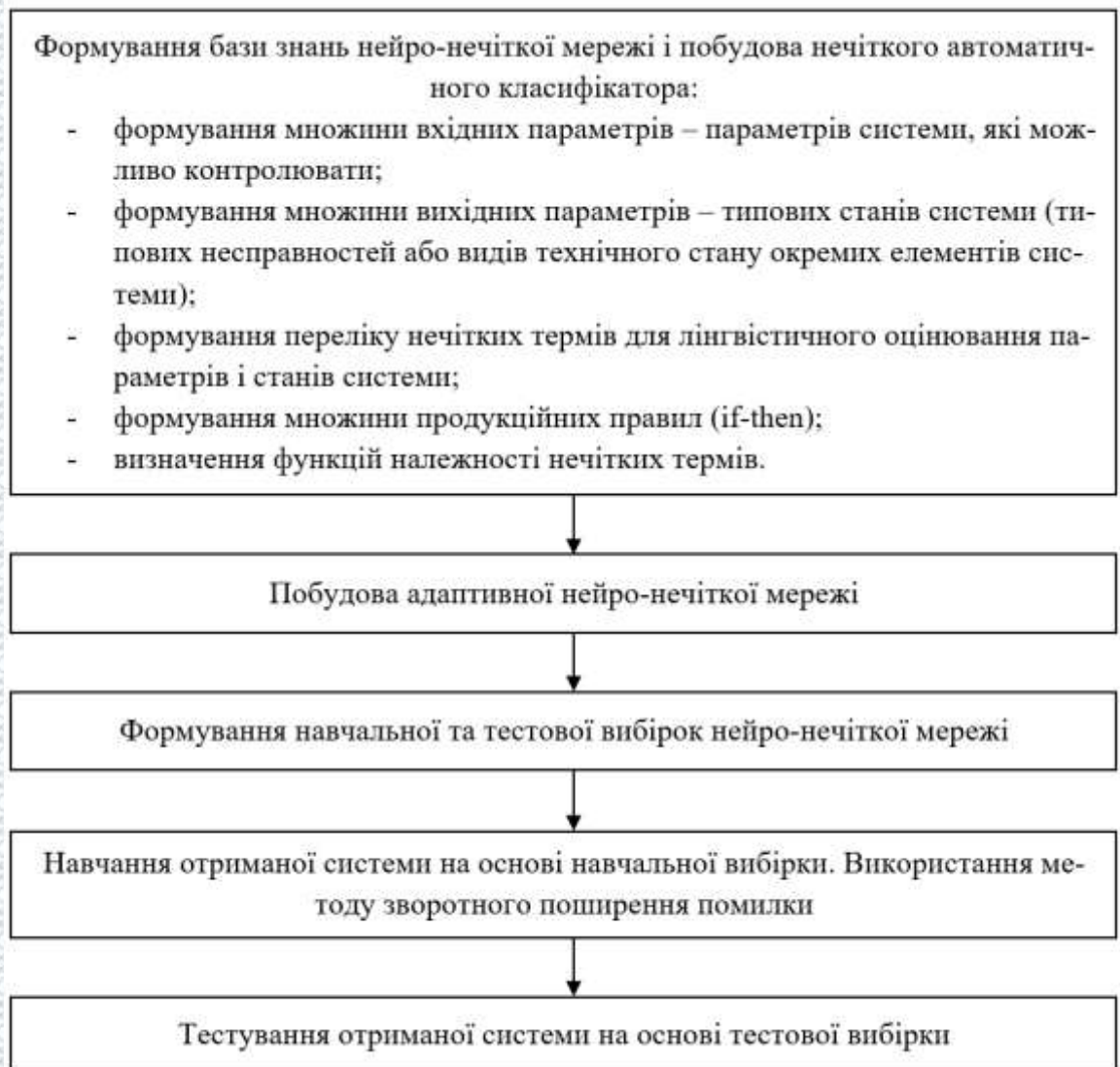


Рисунок 3.5 – Загальний алгоритм побудови діагностичної моделі на основі нейро-нечіткої мережі

### 3.2 Інтелектуальна модель діагностування системи керування двигуном

Процес віднесення об'єкта до одного із класів називається класифікацією. Задача класифікації полягає у віднесенні об'єкта, заданого вектором інформативних ознак  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , до одного з наперед описаних класів



$\{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ . Класифікація відповідає відображенню виду:

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

Для класифікації необхідна нечітка база знань виду:

ЯКЩО  $x_1 = a_{1,j_1} \text{ I } x_2 = a_{2,j_1} \text{ I } \dots \text{ I } x_n = a_{n,j_1}$ , з вагою  $w_{j_1}$

АБО  $x_1 = a_{1,j_2} \text{ I } x_2 = a_{2,j_2} \text{ I } \dots \text{ I } x_n = a_{n,j_2}$ , з вагою  $w_{j_2}$

...

АБО  $x_1 = a_{1,j_{k_j}} \text{ I } x_2 = a_{2,j_{k_j}} \text{ I } \dots \text{ I } x_n = a_{n,j_{k_j}}$ , з вагою  $w_{j_{k_j}}$

ТО  $y = d_j, j = \overline{1, m}$ ,

(3.2)

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

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

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

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

В якості вирішення вибирають клас з максимальним ступенем приналежності:

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

Нечітким класифікатором називається програмне забезпечення, яке моделює залежність  $Y = f(X)$  за допомогою нечіткої логіки, де  $Y, X$  – вектори вихідних і вхідних змінних. Структура нечіткого класифікатора показана на рис. 3.6.



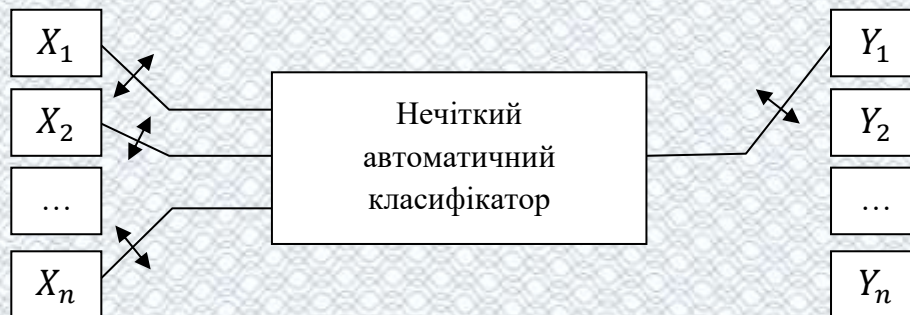


Рисунок 3.6 – Блок-схема системи нечіткого класифікатора

Елементи нечіткого логічного класифікатора виконують такі функції:

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

Налаштування являє собою знаходження таких параметрів функцій належності термів вхідних змінних і вагових коефіцієнтів правил, які мінімізують відхилення між бажаним і дійсним поведінкою нечіткого класифікатора на навчальній вибірці. Критерій близькості можна визначити різними способами.

Перший спосіб полягає у виборі в якості критерію налаштування відсотка помилок класифікації на навчальній вибірці. Введемо наступні позначення:

- $P$  - вектор параметрів функцій належності термів вхідних і вихідних змінних;
- $W$  - вектор вагових коефіцієнтів правил бази знань;
- $F(X_r, P, W)$  - результат виведення по нечіткій базі з параметрами  $(P,$



W) при значенні входів  $X_r$ .

Налаштування нечіткого класифікатора зводиться до наступної задачі оптимізації : знайти такий вектор ( P, W) , щоб

$$\frac{100\%}{M} \sum_{r=1, \overline{M}} \Delta_r \rightarrow \min, \quad (3.5)$$

де  $\Delta_r$  -помилка класифікації об'єкта  $X_r$  .

$$\Delta_r = \begin{cases} 1, & \text{якщо } y_r \neq F(X_r, P, W), \\ 0, & \text{якщо } y_r = F(X_r, P, W). \end{cases} \quad (3.6)$$

Переваги критерію налаштування ( 3.5) полягають у його простоті і ясною змістовної інтерпретації. Відсоток помилок широко використовується як критерій навчання різних систем розпізнавання образів. Цільова функція задачі оптимізації (3.5) приймає дискретні значення. Це ускладнює використання градієнтних методів оптимізації, так як на протяжних плато цільової функції алгоритми оптимізації «застрягають». Особливо важко підібрати відповідні параметри градієнтних алгоритмів ( наприклад, збільшення аргументів для розрахунку приватних похідних) при невеликій вибірці даних.

Другий спосіб використовує в якості критерію налаштування відстані між результатом виведення у вигляді нечіткої множини значенням вихідної змінної у навчальній вибірці:

$$\left( \frac{\mu_{d_1}(X)}{d_1}, \frac{\mu_{d_2}(X)}{d_2}, \dots, \frac{\mu_{d_m}(X)}{d_m} \right). \quad (3.7)$$

Для цього вихідну змінну у в навчальній вибірці фазифікують наступним чином:



$$\left. \begin{aligned} \tilde{y} &= (1/d_1, 0/d_2, \dots, 0/d_m), \text{ якщо } y = d_1 \\ \tilde{y} &= (0/d_1, 1/d_2, \dots, 0/d_m), \text{ якщо } y = d_2 \\ &\dots \\ \tilde{y} &= (0/d_1, 0/d_2, \dots, 1/d_m), \text{ якщо } y = d_m \end{aligned} \right\} \quad (2.8)$$

У цьому випадку налаштування нечіткого класифікатора зводиться до наступної задачі оптимізації – знайти такий вектор  $(P, W)$ , щоб:

$$\sqrt{\frac{1}{M} \sum_{r=1}^M \sum_{j=1}^m \left( \mu_{d_j}(y_r) - \mu_{d_j}(X_r, P, W) \right)^2} \rightarrow \min, \quad (3.9)$$

де  $\mu_{d_j}(y_r)$  - ступінь належності значення вихідної змінної у навчальній вибірці до вирішення  $d_j$ ;

$\mu_{d_j}(X_r, P, W)$  - ступінь належності виходу нечіткої моделі з параметрами  $(P, W)$  до вирішення  $d_j$ .

Цільова функція в задачі (3.9) не має протяжних плато, тому вона придатна до оптимізації градієнтними методами. Однак результати оптимізації іноді незадовільні: нечітка база знань, що мінімізує (2.9), не завжди забезпечує також і мінімум помилок класифікації. Це пояснюється тим, що точки, близькі до кордонів розділу класів, вносять майже однаковий внесок у критерій настройки як при правильній, так і при помилковій класифікації.

Третій спосіб успадковує переваги попередніх способів. Ідея полягає в тому, щоб внесок помилково класифікованих об'єктів у критерій налаштування збільшувати допомогою множення відстані на штрафний коефіцієнт:

$$\sqrt{\sum_{j=1}^m \left( \mu_{d_j}(y_r) - \mu_{d_j}(X_r, P, W) \right)^2}. \quad (3.10)$$

В результаті задача оптимізації приймає наступний вигляд:



$$\sqrt{\frac{1}{M} \sum_{r=1}^M (\Delta_r \cdot \text{penalty} + 1) \sum_{j=1}^m \left( \mu_{d_j}(y_r) - \mu_{d_j}(X_r, P, W) \right)^2} \rightarrow \min, \quad (3.11)$$

де  $\text{penalty} > 0$  – штрафний коефіцієнт .

Обмеження на керовані змінні в сформульованих завданнях оптимізації можуть бути вирішені різними технологіями оптимізації, серед яких часто застосовують метод найшвидшого спуску, квазіньютонівські методи і генетичні алгоритми.

Параметри функцій належності і ваги правил можна налаштувати одночасно або окремо . При налаштуванні тільки ваг правил обсяг обчислень можна значно скоротити, тому що входні ступеня приналежності  $\mu_{jp}(x_i^*)$  не залежать від  $W$ . Для цього на початку оптимізації треба розрахувати ступені виконання правил при одиничних вагових коефіцієнтах ( $\mu_{jp} = 1$ ) для кожного об'єкта з навчальної вибірки:

$$g_{ip}(X_r) = \min_{i=1, n} \mu_{jp}(x_{ri}), j = \overline{1, m}, p = \overline{1, k_j}, r = \overline{1, M}. \quad (3.12)$$

Для нових вагових коефіцієнтів ступені належності об'єкта  $X_r$  класам  $d_j$  перераховуються так:

$$\mu_{d_j}(X_r) = \max_{p=\overline{1, k_j}} w_{jp} g_{jp}(X_r), j = \overline{1, m} \quad (3.13)$$

Нейро-нечітка мережа ANFIS (AdaptiveNeuroFuzzyInferenceSystem - адаптивна система нейро-нечіткого виведення) запропонована Янгом (R. Jang) і реалізує систему нечіткого виведення Такагі-Сугено у вигляді п'ятишарової



нейронної мережі прямого поширення сигналу (рис. 3.7). Мережа ANFIS є ізоморфною базі правил Такагі-Сугено.

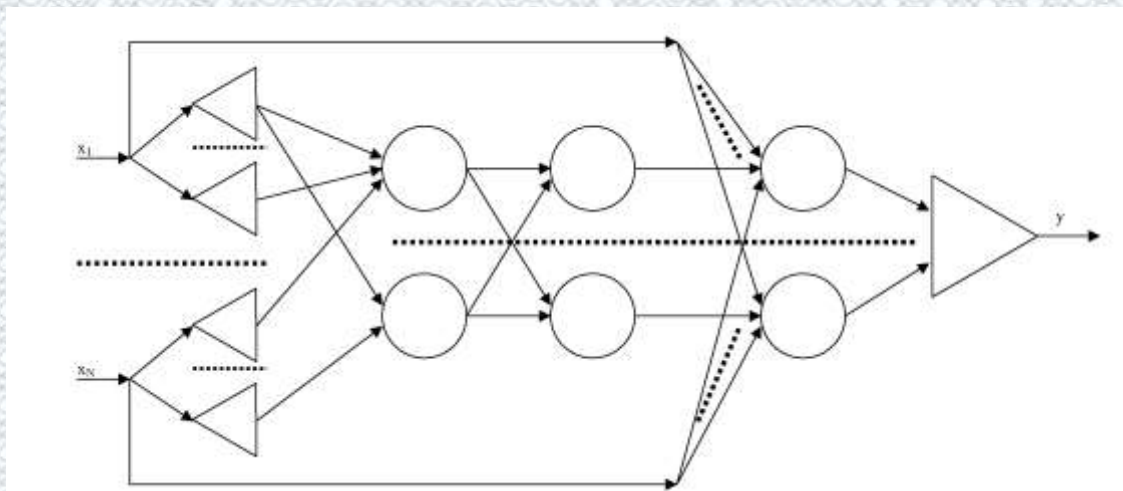


Рисунок 3.7 – Мережа ANFIS

Перший шар містить нейрони, які відповідають нечітким термам вхідних змінних із функціями належності  $\mu_{i,j}^{(1)}(x_i)$ , де  $x_i$  - і-ий вхід,  $j$  - номер нечіткої множини, визначеної для і-го входу. Як функція належності зазвичай обирається кололоподібна функція або функція Гауса. Входи мережі з'єднані тільки зі своїми термами. Кількість вузлів першого шару дорівнює сумі потужностей термножин вхідних змінних.

Другий шар містить  $m$  нейронів, на входи яких поступають значення з виходів вузлів першого шару, що формують антецеденти правил. Кожний  $k$ -ий нейрон другого шару знаходить ступінь виконання відповідного правила:

$$\mu_k^{(2)} = \min_{\substack{i=1,2,\dots,N \\ j=1,2,\dots,k_j}} (\mu_{i,j}^{(2,k)} \mu_{i,j}^{(1)}) \text{ або } \mu_k^{(2)} = \prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^{k_j} \mu_{i,j}^{(1)}, w_{i,j}^{(2,k)} = 1, \quad (3.14)$$

де  $w_{i,j}^{(2,k)} = 1$ , якщо  $j$ -ий терм  $i$ -ої ознаки входить в умову  $k$ -го правила,  $w_{i,j}^{(2,k)} = 0$  – у протилежному випадку.

Третій шар містить  $m$  нейронів, які знаходять нормалізовані ступені



виконання правил:

$$\mu_j^{(3)} = \frac{\mu_j^{(2)}}{\sum_{i=1}^m \mu_j^{(2)}}, j = 1, 2, \dots, m. \quad (3.15)$$

Четвертий шар містить  $m$  нейронів, які обчислюють консеквенти (лінійні комбінації вхідних сигналів з урахуванням ступенів виконання) правил:

$$y_j = \mu_j^{(3)} \sum_{i=1}^N w_j^{(4,j)} x_i, j = 1, 2, \dots, m. \quad (3.16)$$

Кожний вузол четвертого шару з'єднаний з одним вузлом третього шару а також із усіма входами мережі.

П'ятий шар містить один нейрон, який обчислює загальний вихід мережі, складаючи консеквенти правил:

$$y = \sum_{j=1}^m y_j. \quad (3.17)$$

Для налагодження параметрів ANFIS застосовують комбінацію градієнтного спуску у вигляді методу зворотного поширення помилки і методу найменших квадратів. Метод зворотного поширення помилки налагоджує параметри антецедентів правил (функцій належності). Методом найменших квадратів оцінюються коефіцієнти висновків правил, тому що вони лінійно пов'язані з виходом мережі.

Кожна ітерація процедури налаштування виконується в два етапи. На першому етапі на входи подається навчальна вибірка, і за відхилом між бажаною і дійсною поведінкою мережі ітераційним методом найменших квадратів знаходяться оптимальні параметри вузлів четвертого шару. На другому етапі залишковий відхід передається з виходу мережі на входи, і методом зворотного поширення помилки модифікуються параметри вузлів першого шару. При цьому знайдені на першому етапі коефіцієнти висновків правил не змінюються. Ітераційна процедура настроювання продовжується поки відхід перевищує заздалегідь установлене значення.



### **3.3 Вибір, обґрунтування і зчитування діагностичних параметрів системи керування двигуном**

При проведенні ТО і ремонту автомобілів дуже важливо мати індивідуальну інформацію про їх технічний стан, прихованих підозрюваних відмовах, залишковому ресурсі, причинах порушення працездатності тощо.

Створенням такої інформації служить технічна діагностика, яка є необхідною складовою в профілактичному обслуговуванні автомобілів і одним із елементів наукової організації праці.

Всі несправності та відмови, що виникають в процесі експлуатації транспортних засобів, супроводжуються шумами, вібраціями, стуками, змінами функціональних показників (потужності, тягового зусилля, тиску і ін.). Ознаками цих несправностей можуть служити діагностичні параметри, які непрямо характеризують працездатність елемента, вузла або системи автомобілів.

Діагностичний параметр - непряма величина, пов'язана зі структурними параметрами і несе достатню інформацію про технічний стан об'єкта. Відповідно до ГОСТ 25044-81 діагностичними параметрами можуть бути параметри робочих і супутніх процесів, а також геометричні параметри.

Всі сучасні автомобілі обладнані системами бортової самодіагностики технічного стану СКД, які забезпечують контроль параметрів роботи системи. Вихід параметрів за встановлені межі вказує на наявність несправностей у роботі електронної системи або двигуна. Кожна несправність СКД в електронному блоці управління має конкретний зміст і свій код.

Електронний блок управління сучасним двигуном представляє собою цифровий мікропроцесор з функцією самодіагностики. ЕБК постійно контролює роботу конструктивних елементів СКД і при виникненні будь-якої несправності заносить у свою пам'ять код, що відповідає несправності даного виду.

Для зчитування коду несправності, що зберігається в пам'яті ЕБК, необхідно підключити діагностичний прилад до спеціального діагностичного роз'єму. Деякі системи самодіагностики дозволяють зчитувати код несправності без



застосування діагностичного приладу, шляхом дешифрування сигналу світлодіода, розташованого на панелі приладів.

При роботі двигуна ЕБК безперервно контролює показання датчиків СКД. Якщо показання якогось із датчиків відхиляються від нормативних значень, що зберігаються в пам'яті блоку, він відключається, і система починає працювати за обхідною програмою. Після того, як датчик знову стане справним система починає працювати в штатному режимі, і обхідна програма відключається.

Під час роботи СКД в аварійному режимі, за обхідною програмою, на панелі приладів вмикається контрольна лампа несправності двигуна. Після усунення відмови контрольна лампа вимикається, але занесений в пам'ять ЕБК код несправності зберігається.

Видалення кодів несправностей із пам'яті ЕБК здійснюють за допомогою діагностичного обладнання.

За методом отримання інформації для обладнання діагностування СКД можна розділити на дві групи: сканери та мотор-тестери.

Сканер обмінюється інформацією з ЕБК та дозволяє зчитувати коди помилок, контролювати значення змінних діагностичних параметрів, керувати виконавчими елементами системи та оновлювати програмне забезпечення блоку керування. Він забезпечує можливість переглядати та зберігати інформацію про діагностичні параметри роботи двигуна, а також керувати виконавчими механізмами СКД.

Типові коди помилок СКД сучасного двигуна:

P 0102 Низький рівень сигналу датчика масової витрати повітря

P 0103 Високий рівень сигналу датчика масової витрати повітря

P 0112 Низький рівень датчика температури впускного повітря

P 0113 Високий рівень датчика температури впускного повітря

P 0115 Неправильний сигнал датчика температури охолоджуючої рідини

P 0122 Низький рівень сигналу датчика положення дросельної заслінки

P 0123 Високий рівень сигналу датчика положення дросельної заслінки

P 0130 Неправильний сигнал датчика кисню



- Р 0132 Високий рівень сигналу давача положення колінчастого вала
- Р 0135 Несправність нагрівача датчика кисню
- Р 0171 Занадто бідна суміш
- Р 0201 Обрив ланцюга управління форсункою 1
- Р 0202 Обрив ланцюга управління форсункою 2
- Р 0203 Обрив ланцюга управління форсункою 3
- Р 0204 Обрив ланцюга управління форсункою 4
- Р 0301 Пропуски запалювання в 1 циліндрі
- Р 0302 Пропуски запалювання у 2 циліндрі
- Р 0303 Пропуски запалювання в 3 циліндрі
- Р 0304 Пропуски запалювання в 4 циліндрі
- Р 0325 Обрив ланцюга датчика детонації
- Р 0336 Помилка сигналу датчика положення колінчастого валу
- Р 0480 Несправність ланцюгів вентилятора охолодження
- Р 0505 Помилка регулятора холостого ходу
- Р 0506 Низькі оберти холостого ходу
- Р 0507 Високі оберти холостого ходу
- Р 0562 Низька напруга бортової мережі
- Р 0601 Помилка ПЗУ
- Р 0602 Помилка зовнішнього ОЗУ
- Р 0603 Помилка внутрішньої ОЗУ
- Р 1123 Багата суміш у режимі холостого ходу
- Р 1124 Бідна суміш у режимі холостого ходу
- Р 1500 Обрив ланцюга управління реле бензонасоса
- Р 1513 Ланцюг регулятора холостого ходу коротке замикання на масу
- Р 1602 Пропадання напруги бортової мережі ЕБУД

При виході за межі допустимих значень параметрів необхідно проведення поглибленого діагностування відповідних конструктивних елементів СКД.

Основною відмінністю сучасного мотор-тестера від діагностичного є те,



що він отримує інформацію не тільки від датчиків СКД, але і від своїх власних. Крім того, мотор-тестер забезпечує перевірку технічного стану первинного і вторинного ланцюгів системи запалювання, а також дозволяє контролювати форму електричних імпульсів датчиків і виконавчих елементів системи.

Порядок проведення контрольньо-діагностичних робіт при появі СКД несправностей включає наступні основні етапи.

1. Виявлення та усунення несправностей механічних елементів і гідромеханічних систем двигуна. Відхилення в роботі механічних систем двигуна можуть бути помилково прийняті за несправності елементів СКД. Це може бути пов'язаний з підсосом повітря, низьким тиском в циліндрах в кінці такта стиснення, відхиленням фаз газорозподілу, обмеженням прохідності системи випуску відпрацьованих газів.

2. Контроль роботи системи самодіагностики автомобіля та діагностичного ланцюга.

3. Зчитування кодів несправностей (помилки), що зберігаються в пам'яті ЕБК. Код помилки вказує на несправність конкретного конструктивного елемента системи, або взагалі визначає наявності будь-якої підсистеми двигуна. У разі, якщо коди несправностей відсутні в пам'яті ЕБК, то необхідно провести поглиблене діагностування технічного стану СКД, так як несправності системи двигуна можуть мати комплексний характер, який не може бути розпізнаний системою самодіагностики автомобіля.

4. Застосування типових діагностичних карт пошуку несправностей, що використовуються у разі, якщо коди помилок в пам'яті ЕБК відсутні, а порушення в роботі СКД присутні. Як правило, діагностичні карти є в нормативно-технічній документації заводів-виробників. Діагностичні карти необхідні для виявлення несправностей конструктивних елементів системи і їхніх електричних ланцюгів за допомогою логіки, яка побудована по методу виключення помилок. Основу даного методу становить припущення одночасної відсутності кількох несправностей .

5. Контроль значень змінних параметрів роботи СКД за допомогою



діагностичних приладів (сканерів, мотор-тестерів, осцилографів і т.д.). Для пошуку несправностей необхідно порівняти отримані за допомогою діагностичного приладу значення параметрів з номінальними. Несправні конструктивні елементи СКД також можуть бути виявлені шляхом прямого управління їх вихідними ланцюгами за допомогою діагностичного приладу.

Сучасні системи самодіагностики не можуть виявити локалізувати виникаючі в СКД приховані несправності. Вони лише фіксують у системі відмову. Для зменшення кількості відмов, виявлення прихованих несправностей та забезпечення необхідного рівня надійності ЕСУД необхідно проводити оцінку технічного стану її елементів на СТО. При цьому одному з основних завдань діагностування СКД на СТО є не тільки визначення поточного технічного стану конструктивних елементів системи, але і прогнозування запасів їх справної роботи. Тому актуальним напрямом підвищення рівня роботи здатності ЕСУД в експлуатації є розробка впровадження методик визначення та прогнозування технічного стану їх конструктивних елементів в процесі технічного обслуговування та ремонту автомобілів на підприємствах автосервісу.

Підсистемою системи керування двигуном є система запалювання. Ця система характеризується множиною діагностичних параметрів, які визначаються під час діагностування. Ці параметри змінюються в процесі експлуатації при зміні технічного стану системи запалювання чи при появі певних несправностей.

Одним із параметрів, що характеризують технічний стан системи запалювання є осцилограма напруги вторинного кола – осцилограма високої напруги (рис. 3.8).





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

Рисунок 3.8 – Параметри вторинної напруги системи запалювання

Робочий процес що проходить в системі запалювання можна умовно поділити на три етапи (рис. 3.8).

Етап 1. Замикання первинного кола і накопичення енергії системи запалювання. Через первинну обмотку починає проходити і наростає струм.

Етап 2. Розмикання первинного кола. Первинний струм зникає. Накопичена електромагнітна енергія зникає. Виникає електрорушійна сила високої напруги.

Етап 3. Горіння іскри. Розряд енергії (пробій) це ємнісна фаза. Горіння іскри це індуктивна фаза.

За формою осцилограми напруги вторинного кола може бути визначена тривалість горіння іскри, напруга горіння іскри та пробивна напруга. На рис. 3.9 – 3.11 показані типові несправності системи запалювання, які змінюють форму осцилограми вторинної напруги.



Пробивна напруга на високовольному проводі повинна бути в межах від 6 до 13 кВ (на холостому ході). Знижений вміст палива в паливо-повітряній суміші призводить до підвищення напруги – при збідненні робочої суміші. Зменшення пробивної напруги нижче 6 кВ вказує на збагачення суміші (при нормальній тривалості горіння). У режимі різкого прискорення при нормальному сумішоутворенні, вторинна напруга не повинна зменшуватись нижче 40%. Негерметичність системи подачі повітря також призводить до підвищення напруги.

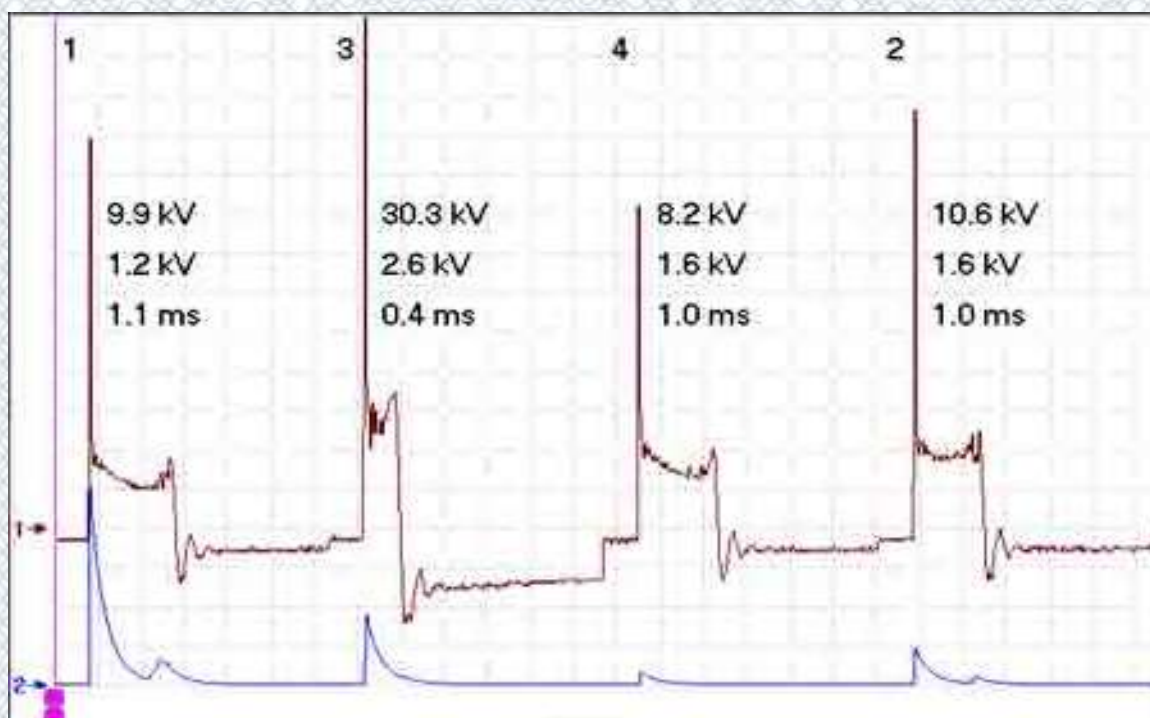


Рисунок 3.9 – Збільшення зазору у свічі 3-го циліндра

Обрив у високовольному колі призводить до перевищення вторинної напруги на холостому ході понад 13 кВ, з одночасним зменшенням тривалості горіння (при нормальному зазорі на свічках). Наприклад, вихід з ладу опору свічкових ковпачків, обрив високовольного проводу, обрив вторинної обмотки катушки запалювання.

Коротке замикання у високовольному колі призводить до низької напруги пробою на холостому ході. При цьому одночасно збільшується час горіння іскри. Наприклад, пробій бігунка чи свічкових ковпачків, замикання



високовольтного проводу на масу, замикання вторинної обмотки котушки запалювання на масу. Так само, зниження напруги може вказувати на низьку компресію і збагачену суміш.

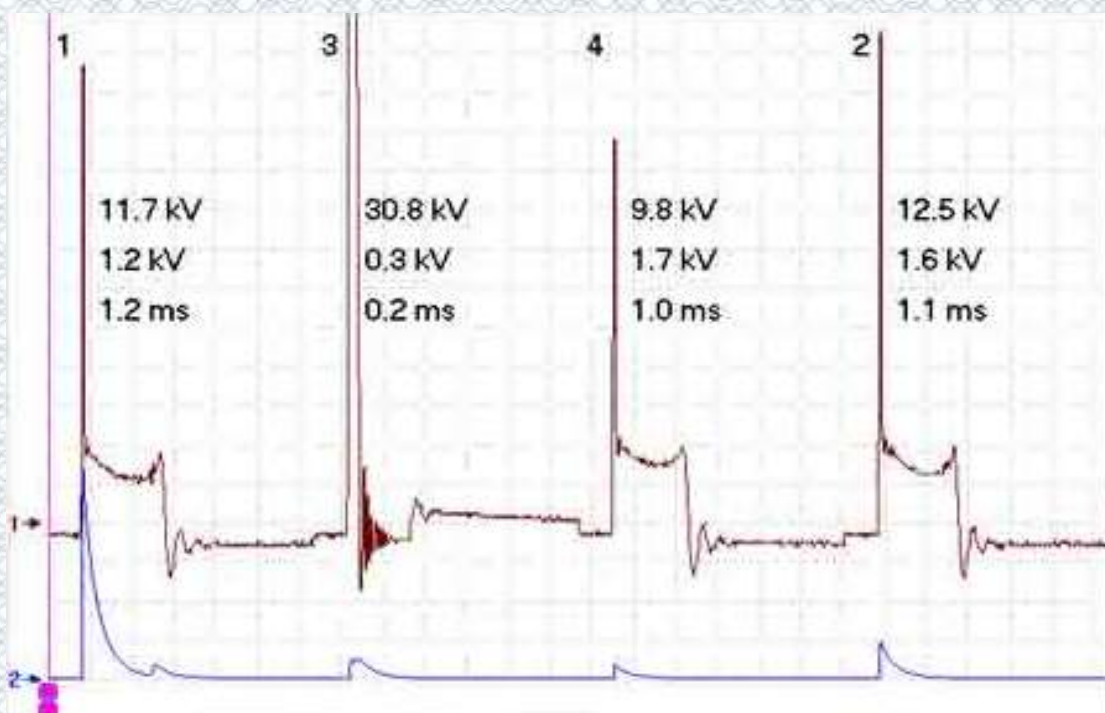


Рисунок 3.10 – Обрив ПВН 3-го циліндра

Обрив свічкового проводу призводить до спаду імпульсу від піку напруги пробою. При цьому напруга пробою знаходиться в межах норми. Де менший тиск там легше проходить розряд.

Коротке замикання витків вторинної обмотки котушки запалювання призводить до зменшення кількості залишкових коливань після фази горіння іскри. Цих коливань повинно бути не менше 4.

Нагар на свічці призводить до перешкод під час горіння іскри. Також присутність у паливо-повітряній суміші вологи. Час горіння іскри складає більш 1,2 мС при справній свічці і при нормальних умовах. Великий зазор між електродами свічки зменшує тривалість горіння і підвищує напругу у первинній обмотці.

Під час горіння напруга у вторинному колі повинна бути постійною. Високий опір у вторинному колі призводить до спаду напруги. Це можливо при



застосовані ПВН з великим опором або поганому контакті. Нагар на свічці призводить до зростання напруги горіння іскри.

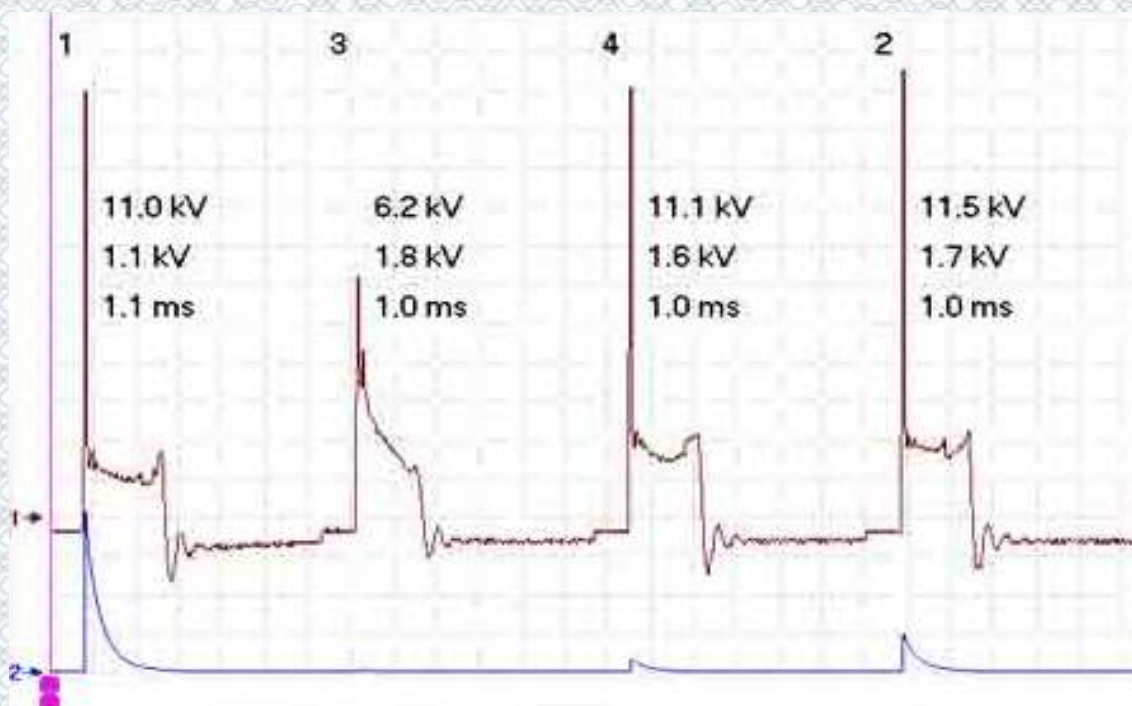


Рисунок 3.11 – Забруднення свічки 3-го циліндра

Зчитування осцилограми напруги вторинного кола системи запалювання здійснюється за допомогою спеціального діагностичного обладнання. Таким обладнанням може бути спеціалізований комп'ютерний діагностичний центр або аналоговий чи цифровий осцилограф. Біля зчитування у село грами напруги необхідно приєднати до системи запалювання спеціальні сенсори.

Такими сенсорами є сенсор ідентифікації першого циліндра, який призначений для визначення моменту іскри утворення в першому циліндрі. Для зчитування осцилограми вторинної напруги з кожного циліндра двигуна до високовольтного провoda приєднується ємнісний сенсор.

На сучасних автомобілях встановлюється різні типи систем запалювання. На всіх автомобілях встановлюється мікропроцесорні системи запалювання з електронним блоком керування. Такі системи запалювання поділяються на три види.



Перший вид це системи запалювання з розподільником. В таких системах запалювання наявна одна катушка запалювання з якої виходить провід високої напруги до розподільника. Від розподільника до кожного циліндра двигуна виходять окремі проводи високої напруги. Для зчитування осцилограми напруги у таких системах запалювання ємнісний сенсор приєднується до центрального високовольтного проводу. Окрім цього до проводу першого циліндра приєднується сенсор ідентифікації першого циліндра. Таким чином мотор-тестер визначає момент спрацювання першого циліндра і за порядком роботи циліндрів визначає моменти спрацювання інших циліндрів. Схема приєднання сенсорів показана на рис. 3.12.

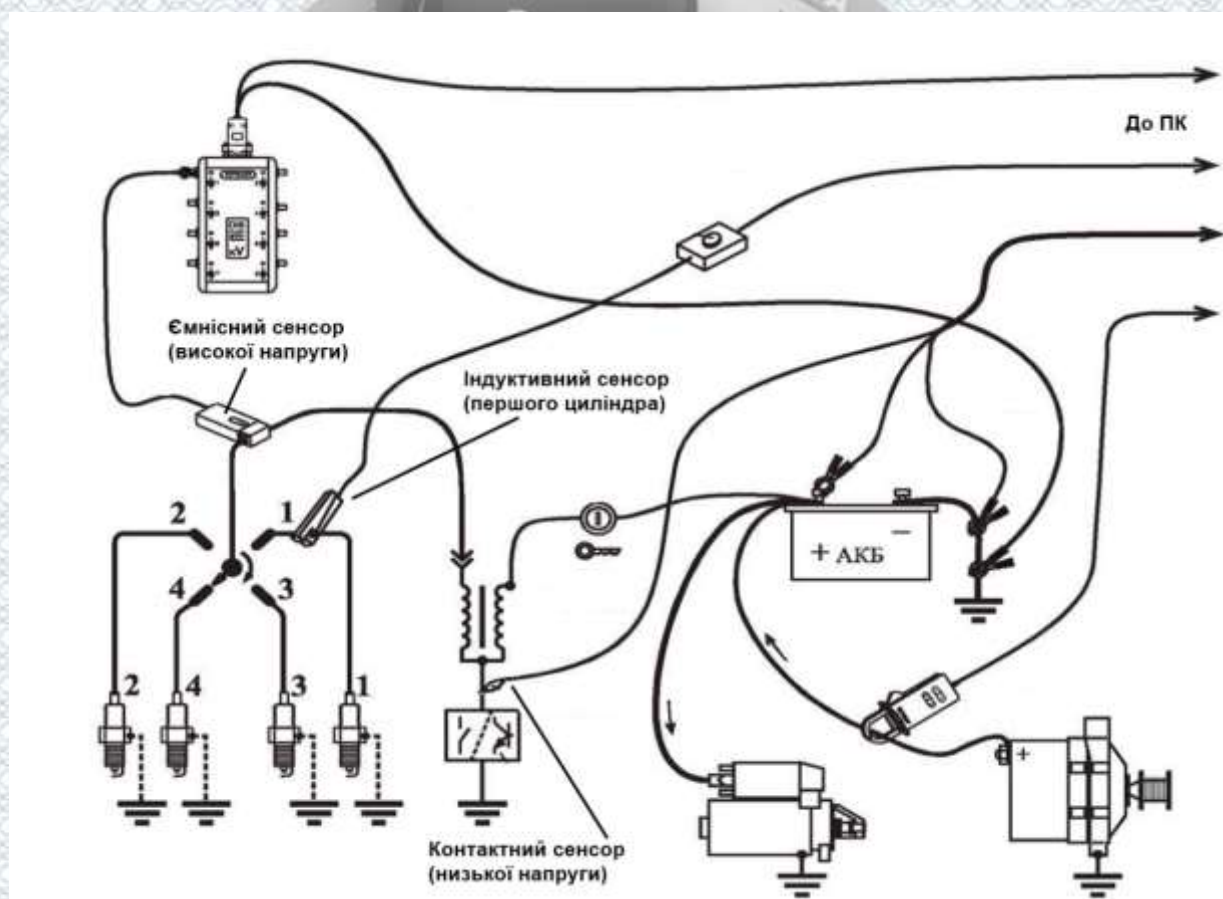


Рисунок 3.11 – Схема приєднання сенсорів в для діагностування системи запалювання з розподільником

Другий тип системи запалювання системи з холостою Іскрою. В таких системах містяться дві катушки запалювання. Кожна катушка запалювання працює



на два циліндри. Для зчитування осцилограми високої напруги необхідно кількість сенсорів відповідає кількості циліндрів двигуна. До кожного високовольтного провада який виходить з модуля запалювання до циліндрів приєднується свій ємнісний сенсор. Схема приєднання сенсорів показана на рис. 3.13.

Останній тип системи запалювання увага системі з індивідуальними катушками. В таких системах запалювання відсутні високовольтні провади. Для зчитування осцилограми напруги використовуються спеціальні ємнісні сенсори які приєднуються безпосередньо до індивідуальних катушок запалювання. Схема приєднання сенсорів показана на рис. 3.14.

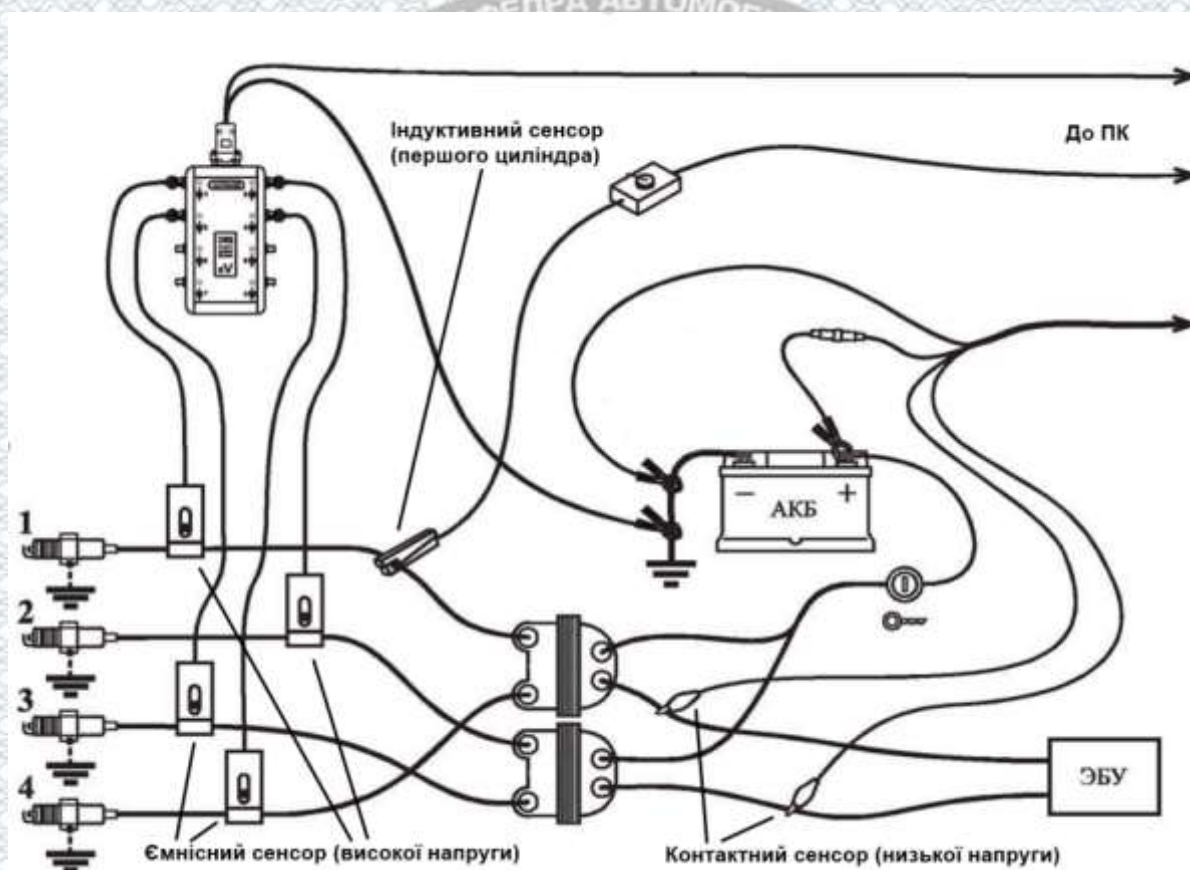


Рисунок 3.12 – Схема приєднання сенсорів в для діагностування системи запалювання з двоіскровими катушками



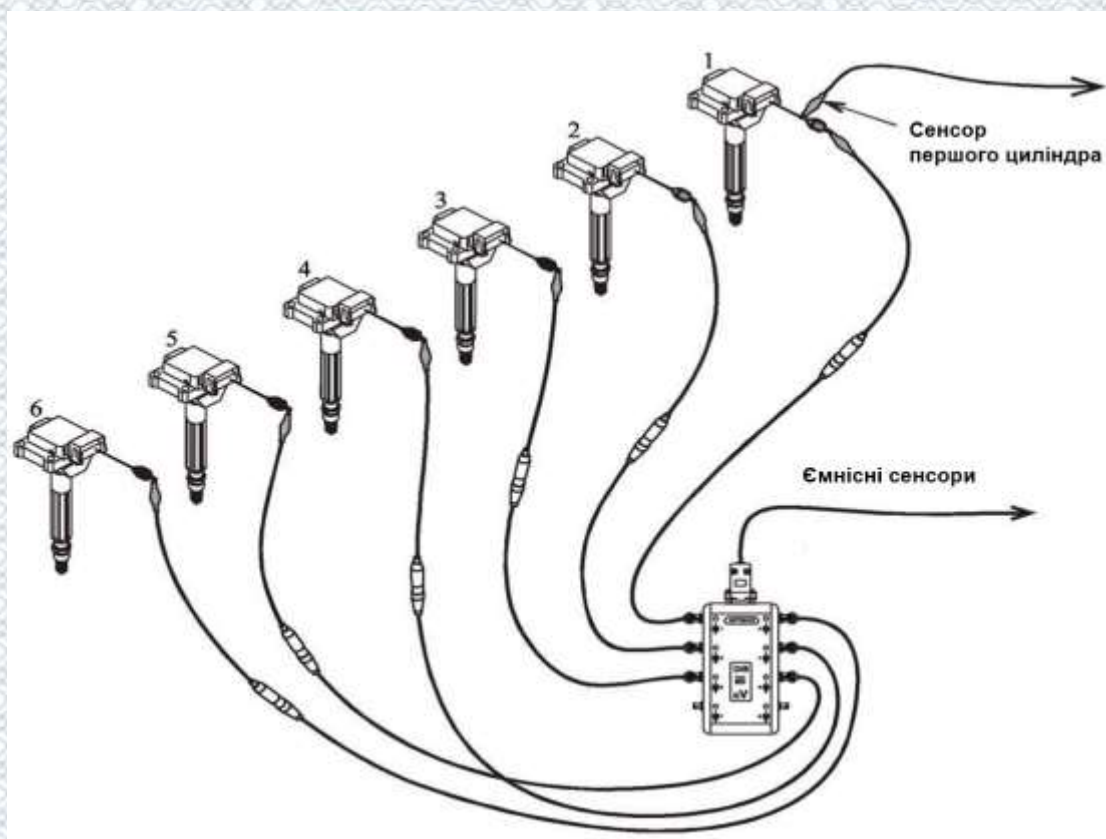


Рисунок 3.13 – Схема приєднання сенсорів в для діагностування системи запалювання з індивідуальними котушками

### 3.4 Логічний опис об'єкта діагностування

Для діагностування будь-якої системи необхідно визначити взаємозв'язок між діагностичними і структурними параметрами. Під час діагностування не допускається розбирати об'єм діагностування. Система запалювання як об'єкт діагностування може розглядатися як чорний ящик який має певну кількість входів і виходів. Ці входи і виходи характеризують діагностичні параметри які можуть бути виміряні під час діагностування а також множину структурних параметрів які пов'язані безпосередньо з можливими несправностями системи запалювання.

Описати модель об'єкта діагностування можна таким чином:



$$Y = F\{Z, X\}, \quad (3.1)$$

де  $Y$  - множина типових несправностей;

$Z$  - множина зовнішніх факторів;

$X$  - множина діагностичних параметрів;

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

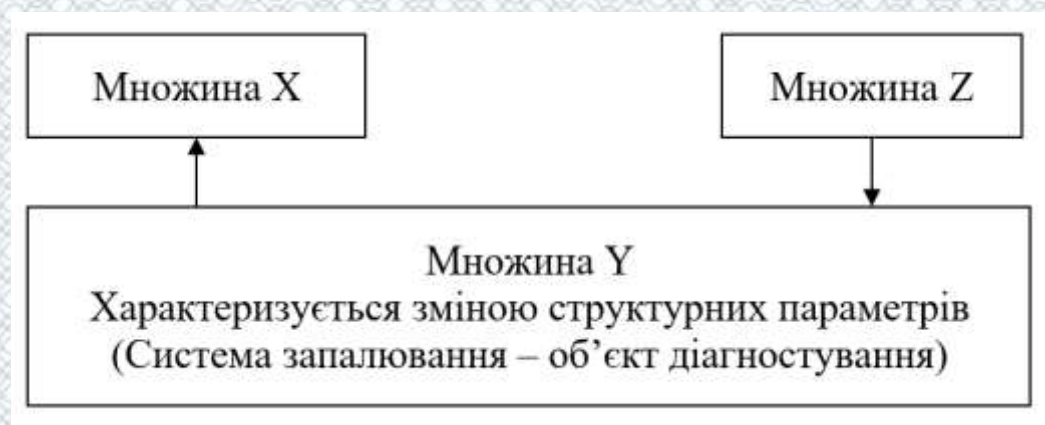


Рисунок 3.14 – Зображення об'єкта діагностування у вигляді «чорного ящика» із множинами  $Z$ ,  $Y$  і  $X$

Під час діагностування системи запалювання враховуються зовнішні фактори. Це фактори які визначають певний режим роботи двигуна. Режим роботи двигуна визначається частотою обертання колінчастого вала, кутом відкриття дросельної заслінки, а також температурою охолоджувальної рідини.

Для діагностування системи запалювання можна вибрати такий режим при якому вказані параметри будуть стабільними. Виходячи з цього опис моделі діагностування буде мати такі вид:

$$Y = F\{X\}. \quad (3.2)$$

Для можливості діагностування будь-якої системи необхідно задати



кінцеву множину типових несправностей які будуть визначатися в результаті діагностування.

Система запалювання має свої особливості діагностування які полягають в тому що кожному циліндрі можуть виникати різні несправності. Таким чином модель діагностування повинна враховувати всі циліндри двигуна:

$$Y_i = F\{X_i\}, \quad (3.18)$$

де  $Y_i$  – множина типових несправностей в  $i$ -ому циліндрі;

$X_i$  – множина діагностичних параметрів стосовно кожного  $i$ -ого циліндра.

До вихідних параметрів автомата можна віднести відомі значення діагностичних параметрів. Для розв'язку такого діагностичного завдання створюється математична модель яка в автоматизованому режимі дозволяє визначити необхідні значення параметрів  $Y$ .

Математична модель цифрового автомата (діагностичного пристрою) має  $n$  логічних змінних (вхідних сигналів)  $x_1, x_2, \dots, x_n$  і  $m$  логічних функцій  $y_1, y_2, \dots, y_m$ . Якщо кожній логічній змінній з множини  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  присвоїти конкретне значення 0 або 1, то одержимо цифровий набір логічних змінних.

Якщо число змінних рівне  $n_i$  кожна змінна приймає два значення, то кількість цифрових наборів логічних яка можлива:

$$N = 2^{n_i}. \quad (3.19)$$

Математична модель системи запалювання має деякі допущення:

- передбачається, що у двигуні одночасно може виникнути тільки одна несправність, пов'язана з системою запалювання;
- температура охолоджуючої рідини, кут відкриття дросельної заслінки й обертоти колінчатого вала стабілізовані;

Перш за все вважається що параметри які впливають зовнішні є



стабільними. Це кут відкриття дросельної заслінки, частота обертання колінчастого вала та температура охолоджувальної рідини. По-друге вважається що одночасно у кожному циліндрі двигуна може виникнути тільки одна несправність яка пов'язана із системою запалювання.

Логічні функції задаються різними способами. Це може бути виконано формулами таблицями або словесним описом. Необхідно визначити попередньо загальну кількість логічних функцій. Відповідно до цього визначається кінцева множина типових несправностей які відповідають граничним станом структурних параметрів:

$$Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\}, \quad (3.20)$$

- де  $y_1$  - Іскровий зазор збільшений;
- $y_2$  - Іскровий зазор зменшений;
- $y_3$  - Обрив в колі високої напруги;
- $y_4$  - Забруднення свічки запалювання;
- $y_5$  - Збільшений опір первинного кола;

З приведенного переліку видно що для системи запалювання визначено множину із п'яти типових несправностей а також визначено множину діагностичних параметрів. Мікропроцесорна система запалювання є складною системою. Для її діагностування необхідно визначити взаємозв'язки між діагностичними і структурними параметрами. Оскільки кількість таких параметрів велика і самі значення параметрів не є стабільними величинами то для визначення цих взаємозв'язків пропонується застосовувати діагностичну модель на основі нейронетичних мереж.



### 3.5 Формування моделі та алгоритму діагностування на основі нейро-нечіткої мережі

Для формування Нейрони чіткої діагностичної моделі необхідно створити перелік діагностичних і структурних параметрів (табл. 3.1 і 3.2). Ці переліки параметрів зчитується із системи запалювання автомобільного двигуна під час виконання діагностичних робіт. При цьому застосовується спеціальне діагностичне обладнання. Це може бути мотор-тестер.

Таблиця 3.1 – Перелік вхідних (діагностичних) параметрів

Позначення	Назва параметра	Джерело отримання інформації
$X_1$	Пробивна напруга СЗ	Осцилограма високої напруги
$X_2$	Напруга горіння іскри	Осцилограма високої напруги
$X_3$	Тривалість горіння іскри	Осцилограма високої напруги
$X_4$	Стабільність напруги горіння іскри	Осцилограма високої напруги
$X_5$	Стабільність тривалості горіння іскри	Осцилограма високої напруги

Таблиця 3.2 – Перелік вихідних параметрів – типових несправностей

Позначення	Типова несправність
$Y_1$	Іскровий зазор збільшений
$Y_2$	Іскровий зазор зменшений
$Y_3$	Обрив в колі високої напруги
$Y_4$	Забруднення свічки запалювання
$Y_5$	Збільшений опір первинного кола

Після зчитування діагностичної інформації її вона подається для обробки в програмне забезпечення. Спеціалізоване програмне забезпечення формує навчальну і тестову вибірку нейро-нечіткої мережі (табл. 3.3 і 3.4). Такі вибірки являють собою базу знань яка містить правила для визначення типових



несправностей системи. Відповідно до цих правил кожна Комбінація значень діагностичних параметрів відповідає певній типовій несправності системи.

Навчальна вибірка призначена для формування і навчання нейро-нечіткої мережі. Тестова вибірка призначено для перевірки адекватності та достовірності розробленої діагностичної моделі.

Таблиця 3.3 – Навчальна вибірка діагностичної системи

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$Y$
1	2	3	4	5	6
10,22	2,17	2,82	1	1	$Y_1$
12,38	2,09	2,76	1	1	$Y_1$
11,63	2,21	2,92	1	1	$Y_1$
10,96	2,01	2,74	1	1	$Y_1$
13,04	3,04	2,43	1	1	$Y_1$
13,17	2,12	3,12	1	1	$Y_1$
12,19	2,22	2,62	1	1	$Y_1$
11,17	2,46	2,73	1	1	$Y_1$
12,27	3,11	2,28	1	1	$Y_1$
13,14	2,32	2,65	1	1	$Y_1$
11,32	2,19	2,95	1	1	$Y_1$
4,16	1,98	2,78	1	1	$Y_2$
3,87	2,05	2,97	1	1	$Y_2$
4,16	2,24	2,45	1	1	$Y_2$
3,68	2,56	3,09	1	1	$Y_2$
3,79	2,15	3,14	1	1	$Y_2$
3,82	2,65	2,87	1	1	$Y_2$
4,39	1,89	3,04	1	1	$Y_2$
4,69	2,43	3,14	1	1	$Y_2$
4,85	1,78	2,78	1	1	$Y_2$
3,94	2,05	3,02	1	1	$Y_2$
16,82	0,34	0,16	0	0	$Y_3$
17,53	0,65	0,12	0	0	$Y_3$
18,65	0,47	0,11	0	0	$Y_3$
19,34	0,24	0,14	0	0	$Y_3$
17,34	0,17	0,11	0	0	$Y_3$
17,85	0,34	0,17	0	0	$Y_3$
19,76	0,21	0,14	0	0	$Y_3$
18,51	0,14	0,19	0	0	$Y_3$
17,76	0,16	0,23	0	0	$Y_3$
18,43	0,17	0,21	0	0	$Y_3$



Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
7,86	3,26	3,11	1	0	$Y_4$
7,23	3,45	3,13	1	0	$Y_4$
8,58	3,76	2,74	1	0	$Y_4$
8,84	3,87	2,96	1	0	$Y_4$
7,48	3,32	3,21	1	0	$Y_4$
7,91	3,58	3,19	1	0	$Y_4$
8,32	3,93	2,74	1	0	$Y_4$
7,27	3,63	3,23	1	0	$Y_4$
8,38	3,85	2,88	1	0	$Y_4$
7,94	3,61	2,96	1	0	$Y_4$
8,76	2,64	2,94	0	1	$Y_5$
8,74	2,57	2,92	0	1	$Y_5$
7,76	3,12	2,74	0	1	$Y_5$
8,13	2,87	2,43	0	1	$Y_5$
7,84	2,98	3,14	0	1	$Y_5$
8,25	2,68	2,94	0	1	$Y_5$
7,96	2,74	2,85	0	1	$Y_5$
8,19	2,89	3,18	0	1	$Y_5$
7,88	3,12	2,63	0	1	$Y_5$
7,93	2,79	2,18	0	1	$Y_5$

Таблиця 3.4 – Тестова вибірка діагностичної системи

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$Y$
12,34	3,12	2,62	1	1	$Y_1$
11,25	2,87	2,73	1	1	$Y_1$
12,76	2,98	2,28	1	1	$Y_1$
13,23	2,68	2,65	1	1	$Y_1$
11,76	2,09	2,95	1	1	$Y_1$
3,47	2,21	2,87	1	1	$Y_2$
4,15	2,01	3,04	1	1	$Y_2$
4,97	3,04	3,14	1	1	$Y_2$
4,12	2,12	2,78	1	1	$Y_2$
3,89	2,05	3,02	1	1	$Y_2$
18,94	0,34	0,17	0	0	$Y_3$
20,31	0,21	0,12	0	0	$Y_3$
19,74	0,14	0,11	0	0	$Y_3$
21,15	0,16	0,14	0	0	$Y_3$
19,83	0,17	0,11	0	0	$Y_3$
8,34	3,87	3,19	1	0	$Y_4$
8,84	3,67	2,74	1	0	$Y_4$
8,16	3,92	3,23	1	0	$Y_4$



7,65	3,98	2,88	1	0	$Y_4$
7,24	3,79	2,96	1	0	$Y_4$
8,14	2,68	2,94	0	1	$Y_5$
7,94	2,74	2,85	0	1	$Y_5$
7,67	2,97	3,18	0	1	$Y_5$
8,15	3,32	2,74	0	1	$Y_5$
8,24	2,84	2,65	0	1	$Y_5$

Алгоритм діагностування системи запалювання із застосуванням діагностичної моделі на основі нейро-нечіткої мережі показаний на рис. 3.15.

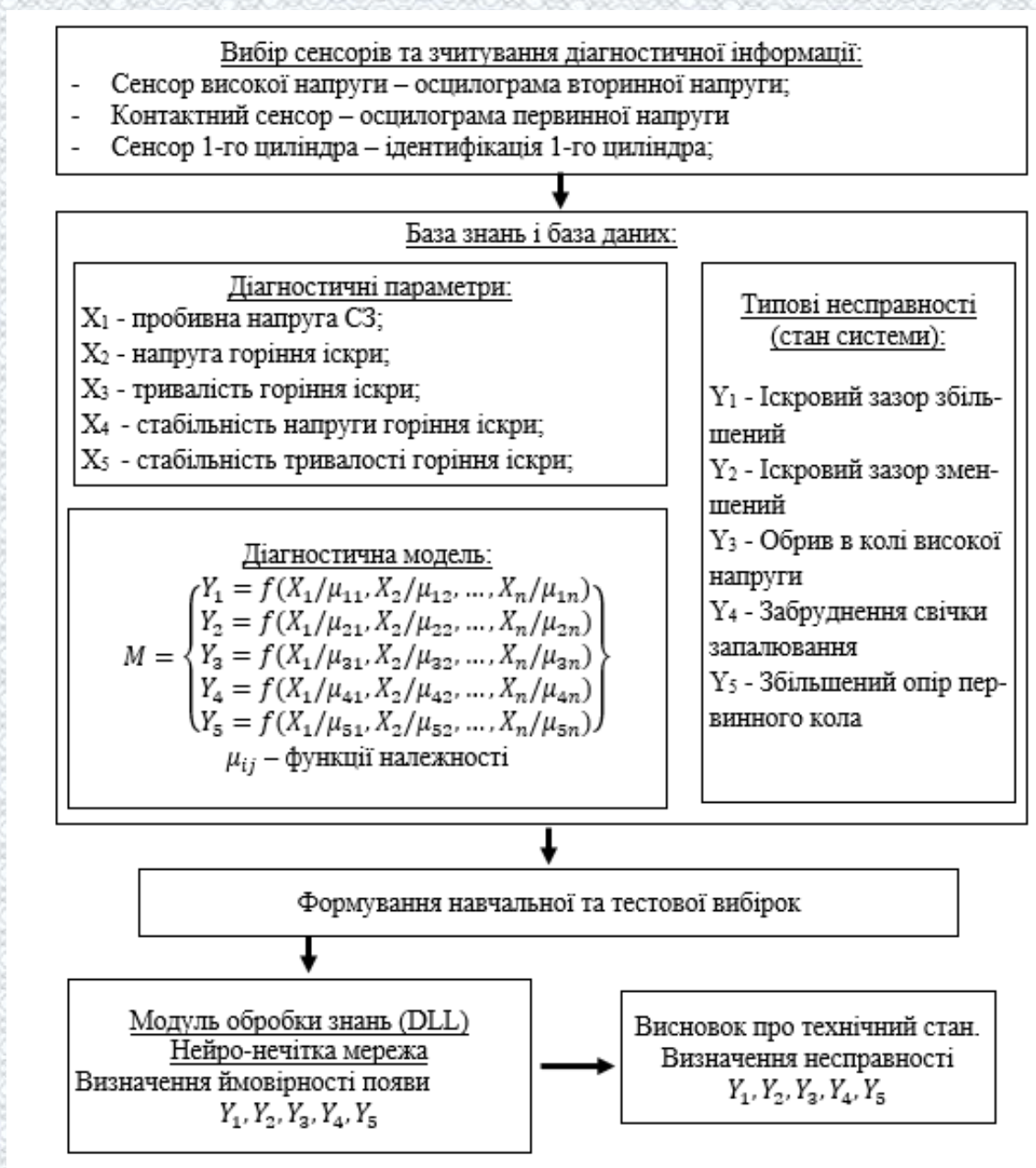


Рисунок 3.15 – Алгоритм діагностування системи запалювання



Проведення дослідження і обробка діагностичної інформації виконувались із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення MatLab і пакет FuzzyLogicToolbox. Це програмне середовище призначене для підтримання всіх фаз розробки нечітких систем. Однією з найбільших переваг даної системи є можлива візуалізація під час формування діагностичної моделі (ANFIS). Така візуалізація дає можливість проектувати навчати і тестувати нейро-нечітку мережу з безпосереднім аналізом всіх етапів проектування. Програмне середовище має досить розширену функціональність. Воно дозволяє формувати вхідні і вихідні параметри, формувати функції належності, формувати структуру нейро-нечіткої мережі, проводити процедуру навчання мережі, проводити процедуру тестування мережі, а також ж візуально аналізувати результати роботи діагностичної моделі. Процедури формування, навчання і тестування нейро-нечіткої мережі показані на рис. 3.16-3.21.

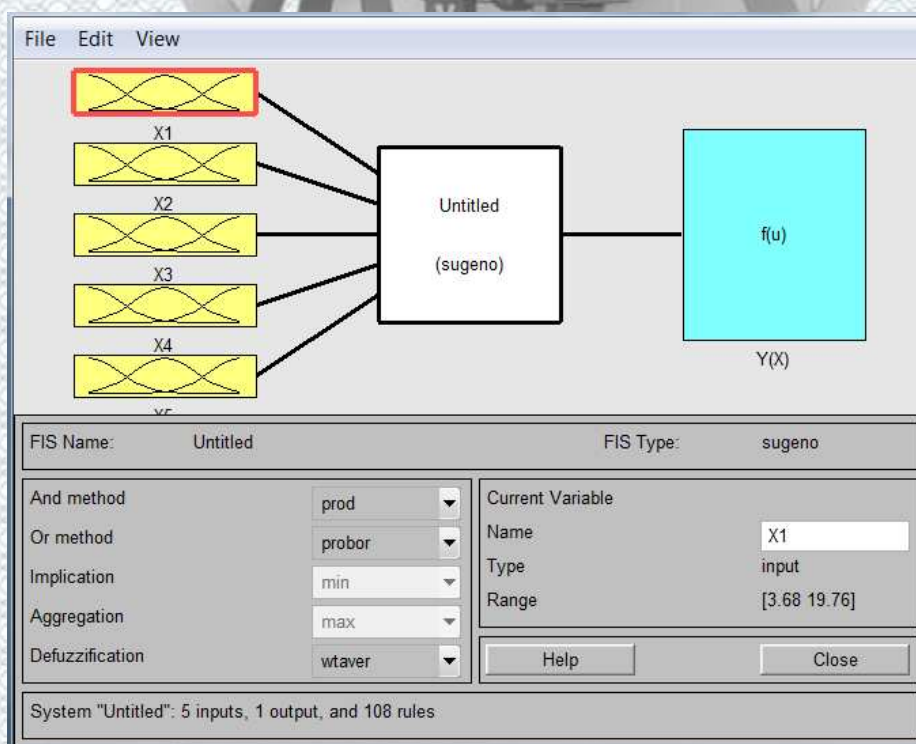


Рисунок 3.16 – Формування вхідних і вихідних параметрів нейро-нечіткої мережі



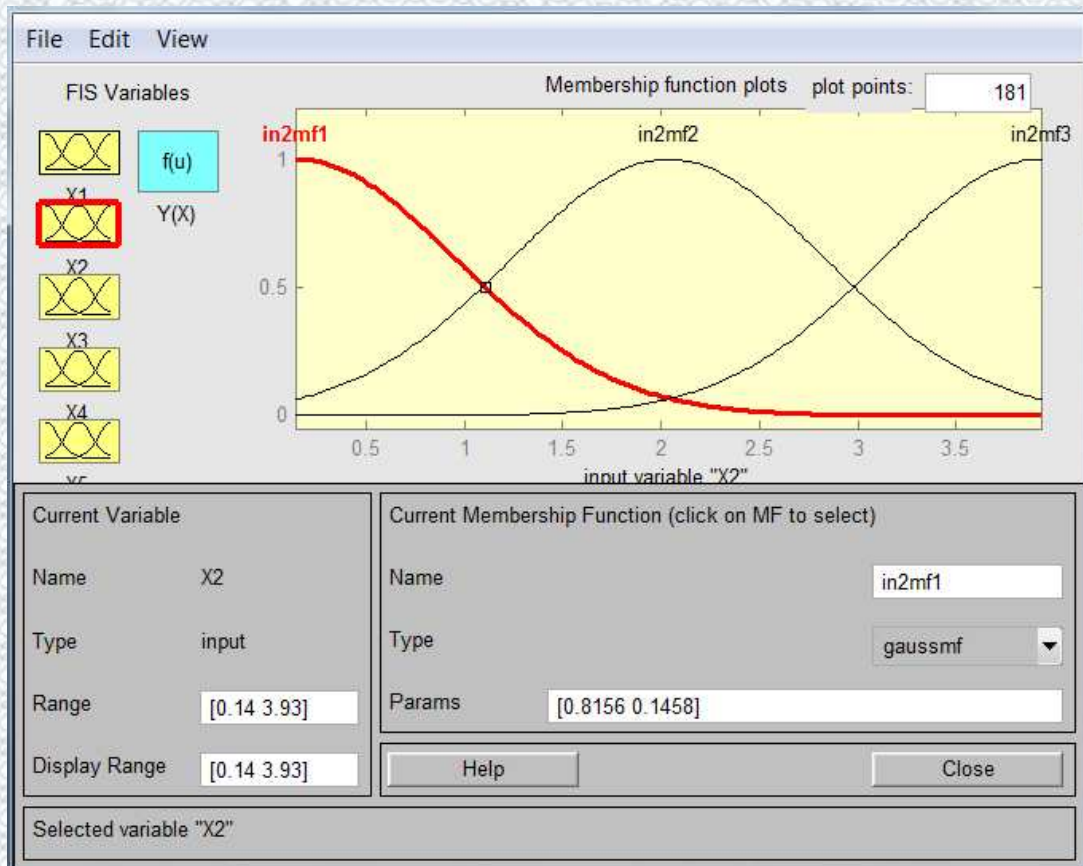


Рисунок 3.17 – Формування функцій належності

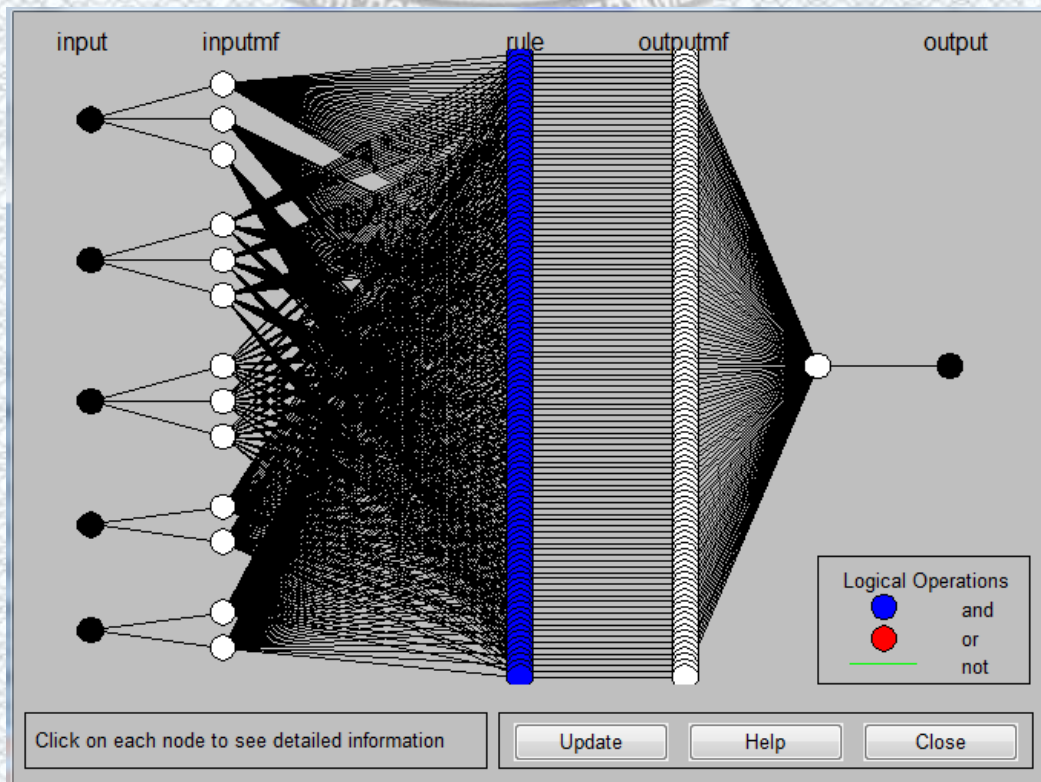


Рисунок 3.18 – Структура нейро-нечіткої мережі



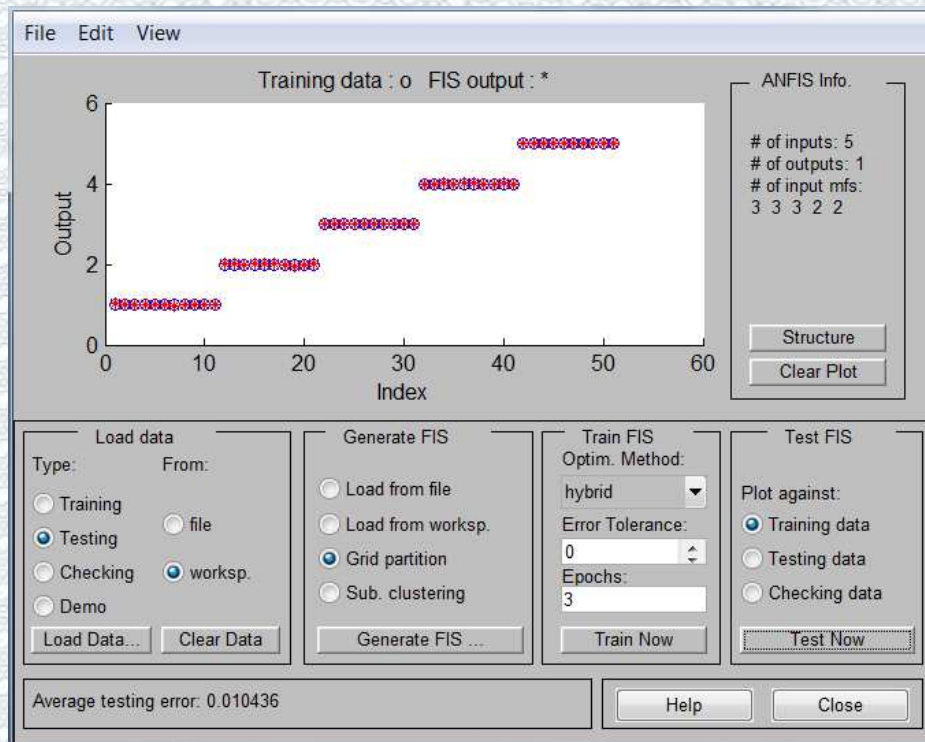


Рисунок 3.19 – Процедура навчання нейро-нечіткої мережі

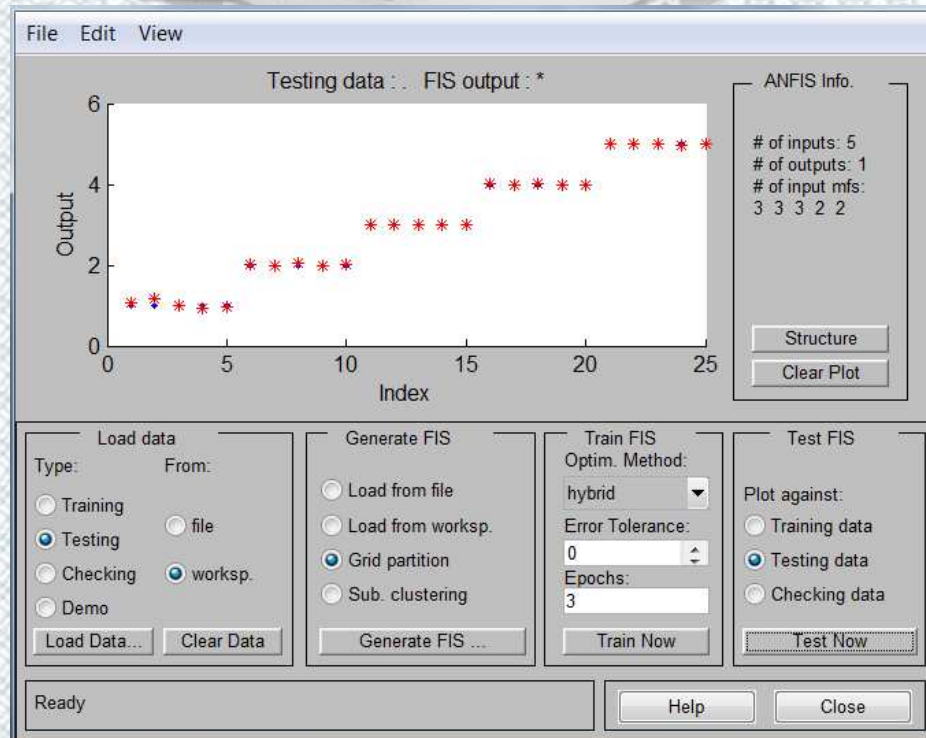


Рисунок 3.20 – Процедура тестування нейро-нечіткої мережі



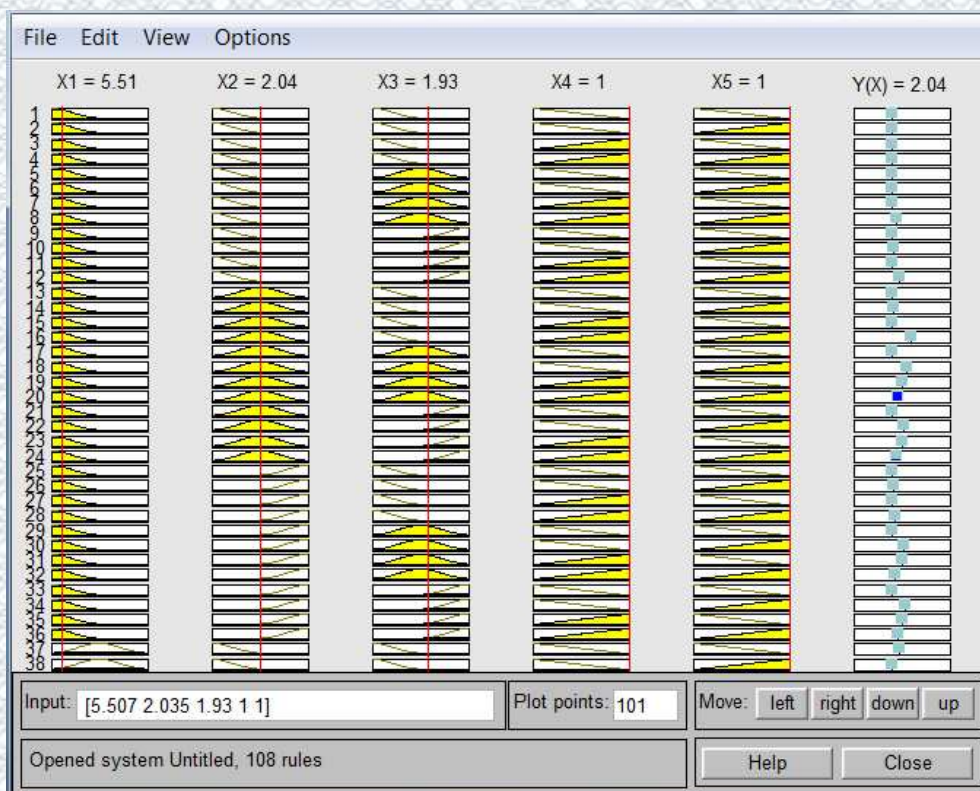


Рисунок 3.21 – Результат роботи нейро-нечіткої мережі

Вікно результатів роботи діагностичної моделі дає можливість задавати будь-які значення вхідних параметрів і при цьому отримувати значення вихідного параметра. А таким вихідним параметром є типова несправність системи запалювання.

Таблиця 3.5 – Вхідні параметри нейро-нечіткої мережі

Позначення	Назва параметра	Значення	Опис
$X_1$	Пробивна напруга СЗ	5,51	Зменшене
$X_2$	Напруга горіння іскри	2,04	Норма
$X_3$	Тривалість горіння іскри	1,93	Норма
$X_4$	Стабільність напруги горіння іскри	1	Норма
$X_5$	Стабільність тривалості горіння іскри	1	Норма



## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 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	$k_{\text{стан.}} = 0,7$	$N_{\text{час}} = 125$	$k_{\text{скл}} = 1,08$	$k_{\text{м}} = 1$

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.

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

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

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  $BB_{ЄСВ}$  - 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 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 по-значення	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.  
 $\beta$  – 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.

$\Delta E$  – 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

ГОСТ 12.0.003-74 передбачає чотири класи шкідливих та небезпечних виробничих факторів: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. При роботі у зоні ТО і ПР, головним чином, виникають фактори фізичні (машини та механізми що рухаються, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання, вироби що рухаються, заготовки, матеріали; підвищена запиленість, рівень шуму, вібрації та ін.) і психофізіологічні (фізичне та розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, емоційні перевантаження).

При роботах виникає ряд шкідливих факторів: інтенсивний високочастотний шум, високодисперсний аерозоль металів, токсичні гази, ультрафіолетова та інфрачервона радіація.

Аерозоль утворюється в повітряному середовищі з мілких металічних частинок та їх з'єднань у вигляді оксидів, нітридів, конденсійних парів.

Отже, аерозоль являє багатокомпонентну парогазопилову суміш високої дисперсності яка приводить нерідко до ураження дихальних шляхів оператора.

Тривале опромінення яскравими видимими проміннями приводить до послаблення зору. Інфрачервоне випромінювання інтенсивне джерело радіації і тривала його дія може призвести до втрати зору.

В процесі роботи проходить утворення середніх та важких іонів, кількість яких зростає до  $3 \cdot 10^7$ .

#### **5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи**

##### **5.1.1 Вимоги безпеки під час виконання роботи**

До робіт допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичне освідчення та спеціальне навчання і мають посвідчення на право виконання вказаних робіт та групу по електробезпеці не нижчу за другу.

При постановці автомобіля на пост необхідно вивішувати на рульове



колесо табличку з написом: “Двигун не пускати – працюють люди!”.

Після постановки на пост автомобіль слідє загальмувати стоянковим гальмом, включити нижчу передачу, виключити запалення (подачу палива), а під колеса підложити упори (башмаки) не менше 2-х.

Забороняється проводити ремонт автомобіля при робочому двигуні, за виключенням регулювання системи живлення і електрообладнання двигуна і випробування гальм.

При проведенні ТО і ПР автомобілів робочому потрібно виконувати різні операції зверху, знизу і з боків автомобіля. Незручне положення робочого під час ремонту призводить до передчасної втоми і до незадовільної якості робіт, що виконуються.

Всі монтажно-демонтажні операції необхідно виконувати в послідовності, яка вказана в технологічних картах. В них повинні відображатися правильність і безпека виконання відповідних операцій, а також інструменти і оснащення, що використовуються. Технологічні карти повинні бути вивішені на робочих місцях. Послідовність виконання робіт повинна виключати можливість одночасної роботи зверху і знизу біля того або іншого вузла або агрегату автомобіля, так як при падінні інструменту зверху може трапитись нещасний випадок з робітником працюючим знизу. Тому в технологічній карті за робітниками слід закріплювати певний перелік робіт, що підвищує в той же час відповідальність робочого за виконану роботу.

На кріпильних операціях бажано користуватися накидними і торцевими ключами. При закручуванні і відкручуванні болтів або гайок в важкодоступних місцях при обмеженому куті можливого повороту ключа доцільно користуватися ключами з трищітками. Якщо зняття агрегатів і деталей пов'язано з великим фізичним навантаженням а також створює незручності в роботі слід використовувати відповідне оснащення (зйомники), що забезпечують безпеку при виконанні цієї роботи.

Зняття, транспортування і встановлення двигуна, коробки швидкостей, заднього мосту і інших агрегатів автомобіля вагою більше 20 кг слід проводити з



допомогою підйомно-транспортних механізмів, обладнаних оснащенням (захватами), гарантуючими повну безпеку робіт.

Знятті при демонтажу важкі та громіздкі вузли та деталі не можна спирати на стіни, обладнання залишати в нестійкому положенні. Їх слід вкладати на стелажі, полки спеціальні підставки.

Візки для транспортування повинні мати стійки та упори, що запобігають падінню агрегатів і самостійного переміщення по платформі.

При знятті двигуна, коробки швидкостей, заднього мосту, радіатора і інших агрегатів і деталей пов'язаних з системами охолодження і мащення автомобіля необхідно попередньо злити масло і охолоджуючу рідину в спеціальні резервуари не допускаючи пролиття рідини

#### 5.1.2 Електробезпека приміщення

Електробезпека забезпечується конструкцією електроустановок, організаційними та технічними міроприємствами, технічними способами та засобами захисту.

Приміщення відноситься до класу приміщення підвищеної електробезпеки, так як на ділянці є струмопровідні заземлені частини обладнання які можуть проводити струм. Тому все електрообладнання повинно відповідати правилам пристроїв електроустановок [ПУЕ], а його експлуатація - правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів та правилам техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів.

У зоні застосовується трифазна чотирьохпровідна електромережа з заземленою нейтраллю. Для попередження ураження електричним струмом все обладнання повинно бути заземлене. Стан заземлення перевіряють не рідше одного разу в квартал.

Електроустановки, електрообладнання та проводку дозволяється ремонтувати тільки після відключення їх від мережі.

#### 5.1.2 Пожежна безпека

Зона ТО і ПР відноситься до категорії Г-за пожежною небезпекою. До цієї категорії відносяться виробництва, зв'язані з обробкою неспалених речовин і



матеріалів у гарячому, розжареному або розплавленому стані, який супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і полум'я, а також виробництва, зв'язані із спалюванням твердого, рідкого й газоподібного палива.

Усі будівельні матеріали і конструктивні елементи за ступенем їх займистості поділяються на три групи : неспалимі, важкоспалимі та спалимі. За ступенем вогнестійкості будівля відноситься до групи II.

Ступінь вогнестійкості будівлі II-це будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плиткових матеріалів.

При проведенні робіт забороняється: користуватися несправною апаратурою; працювати в приміщеннях де застосовуються або зберігаються легкозаймисті матеріали та рідини; прокладати струмоведучі зварювальні проводи разом із газозварювальними шлангами та трубопроводами; зберігати у зварювальних кабінах одяг і рукавиці з слідами мастила, бензину, газу.

На кожному небезпечному об'єкті мають бути всі засоби для швидкого виклику пожежної охорони. На особливо важливих і небезпечних щодо пожежі об'єктах рекомендується налагодити прямий телефонний зв'язок з пожежною командою. Справність усіх видів пожежного зв'язку та сигналізації систематично контролюється.

Для захисту від прямих ударів блискавки влаштовують блискавковідводи, що складаються з блискавкоприймача, струмовідводу та заземлюючих пристроїв. При ударі блискавки розряд атмосферної електрики проходить крізь блискавкопровід, обминаючи захищений об'єкт.

## **5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії**

Для усунення шкідливої дії небезпечних факторів при проведенні технологічного процесу і створення в робочій зоні здорового повітряного середовища необхідно:

- зону розміщувати на першому поверсі;
- площа не зайнята обладнанням, повинна бути не менше 10 м<sup>2</sup>, висота



приміщення від рівня підлоги до стелі не менше 3,5м;

- підлога повинна бути незгораєма з малою теплопровідністю, стійкою до механічних та хімічних дій, не слизькою;

Площа виробничого приміщення на одного робітника повинна бути не менше 4,5м<sup>2</sup>.

### 5.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень залежить від швидкості руху повітря на ділянці та його прискорення. В доповнення до місцевої вентиляції повинна бути встановлена загальнообмінна вентиляція, що забезпечує рівномірне розподілення повітря по всьому приміщенню зі швидкістю не більше 0,3м/с. Зона відноситься до приміщень з незначними надлишками явного тепла 20ккал/м<sup>3</sup> год. і менше. Отже, категорія робіт II б. робоче місце постійне. Оптимальні та допустимі значення мікроклімату наведені в табл. 5.3

Таблиця 5.3- Оптимальні та допустимі значення мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура		Вологість		Шв. руху повітря	
		Оптимал.	допуст.	Оптимал.	допуст.	Оптимал.	допуст.
Холодний	II б	15-19	15-21	60-75	75	0,2-0,4	0,4
Теплий	II б	20,25	16-27	60-75	70	0,2-0,4	0,2-0,5

### 5.2.2 Склад повітря робочої зони

Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони ТО і ПР приведена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4- Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони ТО і ПР

Концентрація шкідливих речовин мг/м <sup>3</sup>		
Оксид азоту	Озон	Тверда фаза
2,74±0,18	0,76±0,026	0,7

Гранична допустимі концентрації шкідливих газів, парів та пилу в повітрі робочих зон приведені в таблиці 5.5.



Таблиця 5.5 - Гранична допустимі концентрації шкідливих газів

Забруднюючі речовини	Допустимі	Неблагоприємні	Недопустимі
Вуглеводні, мг/л	-	0,1-0,3	більше 0,3
Аерозолі, мг/м <sup>3</sup>	900,3	0,2-0,3	більше 0,3
Пил, мг/м <sup>3</sup>	905	5-10	більше 10
CO <sub>2</sub> , %	до 0,17	0,17-10	більше 10
CO, мг/л	0,02	0,02-0,03	0,03

### 5.2.3 Виробниче освітлення

У зоні ПР необхідно передбачити природне (бокове двохстороннє) та штучне освітлення. При боковому освітленні коефіцієнт природного освітлення повинен бути не менше 1,5%. Штучне освітлення повинно складати 400-500 лк. Значення кількісних показників освітлення наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Значення кількісних показників освітлення.

Характер зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення	Характеристика фону	Штучне освітлення	Періодне освітлення
					Лк	КЕО,%
						Бічне
Тонка робота	0,5-1	IVo	Великий	Світлий	500	1,5

Штучне освітлення проводиться світильниками з лампами розжарення. Вони забезпечують усунення сліпучої дії джерела світла. Освітленість проходів в виробничому приміщенні повинна складати – 75 Лк. Світильники місцевого освітлення живляться від мережі напругою 36 В, загального 220 В. Всі світильники повинні мати заземлення і бути герметичними по ступені захисту IP65.



#### 5.2.4 Виробничий шум і вібрації

В зв'язку з значним шумом який виникає, зону необхідно розміщувати в ізольованому приміщенні. При розміщенні зони в цеху в окремій кабіні стіни необхідно облицьовувати звуопоглинаючими матеріалами з коефіцієнтом звукопоглинання не нижче 0,7. Для захисту органів слуху від шуму необхідно застосовувати антифони. Значення кількісних показників освітлення представлені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Нормативні рівні звукового тиску

Робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ у октавних смугах із середньгеометричними частинами Гц									Еквівалент- ний рівень звуку дБ (A)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
постійні	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Джерелами вібрації являються автомобілі, які рухаються по зоні, працюючі ДВЗ та інші агрегати автомобілів, компресори, вентиляційні системи та ін. На робітників може діяти локальна і загальна вібрація. Локальна передається через руки, загальна через підшви ніг. Загальна вібрація категорії “а”, критерій оцінки – границя зниження продуктивності.

Амплітуду коливань при вібраціях вимірюють з допомогою електричних віброметрів АИН-4. Орієнтовані заміри вібрацій виконують механічними вібрографами.

Вібрації знижуються при використанні амортизаторів, змащувальних матеріалів та реактивних гасників пульсації. Особливе значення в боротьбі з вібрацією мають фундаменти виробничих будівель, а також фундаменти під устаткуванням. На робітників може діяти локальна і загальна вібрація. Локальна передається через руки, загальна через підшви ніг. Загальна вібрація категорії “а”, критерій оцінки – границя зниження продуктивності.



### 5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

#### 5.3.1 Розробка та розрахунок пункту спеціальної обробки (ПуСО)

Для зниження можливих доз опромінення при ліквідації наслідків у зонах забруднення проводиться дезактивація території, будинків і споруджень, устаткування, техніки й інших об'єктів, виконуються заходи щодо усунення пилу. Роботи ведуться позмінно з урахуванням припустимих доз опромінення, встановлених для формувань. Радіоактивні відходи, що утворюються при дезактивації, вивозяться на спеціально створювані пункти захоронення.

Пункти спеціальної обробки (ПуСО) створюються на межах зон забруднення; люди і транспорт, що відбувають із зон забруднення, на них проходять дозиметричний контроль. При виявленні забруднення вище припустимих рівнів люди проходять санітарну обробку, транспорт – дезактивацію. Забруднений одяг відправляється на дезактивацію, замість нього з підмінного фонду видається чистий. Санобробка людей може також проводитися на стаціонарних санітарно-обмивальних пунктах (СОП), дезактивація – на станціях знезаражування транспорту (СЗТ).

Техніка і майно, що вивозяться із забрудненої території, дезактивуються на спеціальних майданчиках, які обладнуються біля ПуСО.

#### 5.3.2 Розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки

Визначення кількості естакад необхідних для миття автомобілів:

$$N_e = \frac{H_{год} \cdot t_m}{60} = \frac{16 \cdot 16}{60} = 4,27$$

де  $H_{год}=16$  (авт/год) – інтенсивність руху автомобілів;

$t_m=16$  (хв.) – час витрачений на миття одного автомобіля.

Отже для організації ПуСО необхідно 5 естакад.



Необхідна кількість постів для прибирання:

$$N_e = \frac{H_{год} \cdot t_n}{60} = \frac{16 \cdot 18}{60} = 4,8$$

де  $t_n = 18$  (хв) – мінімальний час необхідний для прибирання одного автомобіля.

Отже для організації ПуСО необхідно 5 постів для прибирання.

Схема організації ПуСО показана на рис. 5.1.

Необхідна кількість води для миття автомобілів на 5 днів:

1. Протягом 5-ти днів безперервної роботи через ПуСО пройде

$$H_{5д} = H_{год} \cdot 24 \cdot 4 = 16 \cdot 24 \cdot 5 = 1920 \text{ (авт).}$$

2. Необхідна кількість води для миття одного автомобіля  $V_a = 180$  л, тоді необхідна кількість води на 4 доби

$$V_{5д} = 1920 \cdot 180 = 345600 \text{ (л);}$$

Визначаємо необхідну кількість препарату для дезактивації за умови, що витрати необхідного розчину будуть такі ж як витрати води:

$$V_{п} = M_{п} \cdot V_a,$$

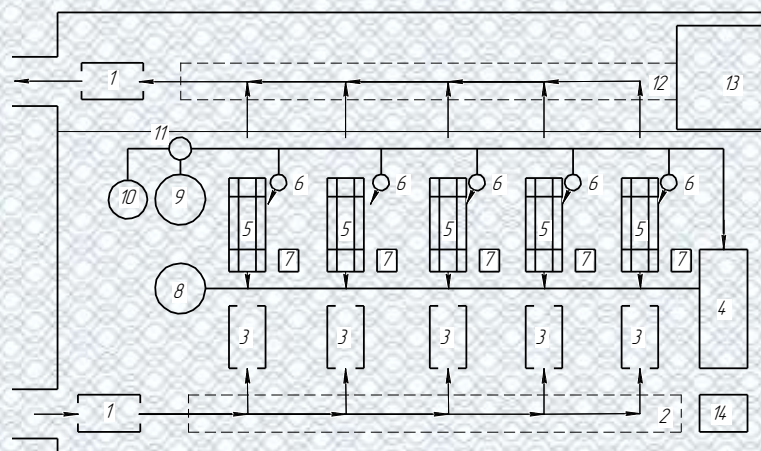


Рисунок 5.1 – План пункту спеціальної обробки



1 – зона дозиметричного контролю, 2 – зона висадки пасажирів та очікування, 3 – зона проведення прибирання, 4 – пункт санітарної обробки пасажирів та тимчасового перебування, 5 – естакади, 6 – пристрої подачі води, 7 – столи для обробки вузлів, 8 – відстійник стічних вод, 9 – ємність з водою, 10 – ємність дезактиваційним розчином, 11 – дозатор, 12 – зона посадки пасажирів, 13 – зона очікування, 14 – склад відпрацьованих ЗІЗ

Норми витрати препарату ОП-10 на один літр води складають

$M_n = 0,3\%$ , тоді:

$$V_{п5д} = M_n \cdot V_{5д} = 0,003 \cdot 345600 = 1036,8 \text{ (л)};$$

Норми витрати натрію гексаметафосфату (ГМФН) 0,7%, знайдемо його необхідну кількість:

$$V_{п5д} = M_n \cdot V_{5д} = 0,007 \cdot 345600 = 2688 \text{ (л)}.$$

До основних способів відносять дезактивації техніки і транспорту:

- змивання радіоактивних речовин розчинами для дезактивації, водою і розчинниками з одночасною обробкою зараженої поверхні щітками дегазаційних машин і приборів дозволяє знизити зараженість у 50-80 разів;
- змивання радіоактивних речовин струменем води під тиском дозволяє знизити зараженість в 20 разів;
- видалення радіоактивних речовин переривистим газо-крапельним потоком з використанням спеціальної техніки з турбореактивними двигунами;
- видалення радіоактивних речовин обтиранням заражених поверхонь тампонами з ганчірок, змоченими розчинами для дезактивації, водою або розчинниками; використовується в основному для внутрішніх поверхонь техніки і транспорту;
- замітання (змивання) радіоактивного пилу віниками, щітками, мотлохом та іншими підручними засобами; використовується в основному при проведенні часткової дезактивації;
- видалення радіоактивного пилу методом відсмоктування пилу,



здійснюється за допомогою спеціальних комплектів (ДК 4).

При частковій дегазації і дезінфекції з використанням дегазаційних комплектів насамперед обробляються ті частини і поверхні техніки та транспорту, з якими необхідний контакт при виконанні роботи (поставленої задачі).

Повна дегазація складається з повного знезаражування або видалення зі всієї поверхні техніки і транспорту отруйних речовин шляхом протирання заражених поверхонь розчинами для дегазації; при їх відсутності можуть бути використані розчинники і розчини для дезактивації.

Для протирання використовуються щітки дегазаційних машин, комплектів і приладів.

Повна дезінфекція виконується тими самими способами, що і дегазація, але тільки з використанням активних розчинів для дегазації і дезінфекції.

Якщо можливо, то доцільно провадити відразу повну, а не часткову дезактивацію, дегазацію і дезінфекцію техніки та транспорту.





## ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз виробничої діяльності станції технічного обслуговування показав що для підвищення ефективності функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту необхідно удосконалити підходи щодо діагностування автомобілів. Виконання діагностичних робіт класичними методами з послідовним визначенням діагностичних параметрів займає багато часу і має велику трудомісткість. Тому більш доцільним є застосування автоматизованих систем діагностування які зменшують час виконання діагностичних робіт.

2. У даній роботі запропоновано удосконалити метод діагностування системи керування двигуном шляхом автоматизованого визначення параметрів на основі аналізу осцилограм сигналів. Аналіз осцилограми напруги різних датчиків та виконавчих пристроїв системи керування двигуном дає можливість більш точно визначити технічний стан цих елементів.

3. Для можливості автоматизації процесу діагностування в роботі запропоновано діагностичну модель яка побудована на основі методів інтелектуальної обробки інформації, а зокрема - нейро-нечітких мережах. Такий підхід дав можливість створити базу знань яка містить переліки діагностичних параметрів які можна отримати під час діагностування а також множину типових несправностей. Діагностична модель може самонавчатися шляхом внесення в базу знань взаємозалежних зв'язків між діагностичними параметрами та типовими несправностями.



## 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. Автомобильные двигатели. Системы управления и впрыск топлива [Текст]: руководство (пер. с англ.). – СПб. : ЗАО "Альфамер Паблишинг", 1999. – 338 с. – ISBN 5-93773-003-8.
4. Автомобильный справочник BOSCH [Текст] : (перевод: "Automotive Handbook BOSCH") – М. : ЗАО КЖИ "За рулем", 2004. – 992 с. – ISBN 5-85907-327-5.
5. Бронштейн М. И. Электронное управление двигателем, трансмиссией и ходовой частью автомобиля [Текст] : учеб. пособие для студ. спец. "Электрические системы и комплексы автотранспортных средств" / М. И. Бронштейн. – Харьков : ХГАДТУ, 2001. – 150 с.
6. Говорущенко Н. Я. Системотехника транспорта (на примерах автомобильного транспорта) [Текст]. В 2-х частях / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 1998. – Т.1 – 255 с.; – Т.2 – 219 с.
7. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта [Текст] : учебное пособие / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков : ХГАДТУ, 2001. – 271 с.
8. Диагностический комплекс "Автосканер". Техническое описание. Руководство по эксплуатации [Текст]. – Хмельницкий : ЧМП "Оупен Систем", 2001. – 28 с.
9. Диагностический стенд "Спрут-Тестер". Техническое описание. Руководство по эксплуатации [Текст]. – Луганск : НПО "Энергия", 2002. – 35 с.
10. Диагностическое и гаражное оборудование для станций технического



обслуживания автомобилей [Текст] : информационные листы и каталоги представительства концерна Роберт Бош Лтд в Украине. – К., 2007.

11. 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.

12. Звенигородський А.М. Діагностична модель системи керування двигуном / А.М. Звенигородський, Ю. Ю. Кукурудзяк, // Матеріали Всеукраїнської 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/mn2022>

13. 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.

14. Основы технической диагностики [Текст] / под ред. П.П. Пархоменко. – М. : Машиностроение, 1976. – 462 с.

15. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).

16. Руководство по электрическому оборудованию автомобилей [Текст] : пер. с англ. – СПб. : ЗАО "Альфамер Пабблишинг", 2000. – 288 с. – ISBN 1859605192

17. Системы диагностики. Коды неисправностей автомобилей [Текст] / под ред. С. Афонина. – Батайск : ПОНЧИК, 1999. – 288 с.

18. Системы управления двигателем ВАЗ-2111, 21102, 21122, 21083, 21093, 21099 с распределенным впрыском топлива. – М. : Ливр, 2000. – 144 с. ISBN 5-8051-0018-5.

19. Системы управления двигателем. Системы впрыска и зажигания



бензиновых двигателей. Том 6. Диагностика и проверка узлов автомобилей выпуска 1992 – 96 г. Autodata Limited, England.– М. : «Легион», 1998. – 832 с.

20. Соснин Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей [Текст] : учеб. пособие / Д. А. Соснин. – Изд. 2-е. – М. : СОЛОН-Р, 2005. – 272 с. – ISBN 5-93455-194-9.

21. Соснин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы [Текст] / Соснин Д. А., Яковлев В. Ф. – М. : СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с. : ил. – ISBN 5-98003-201-0.

22. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2008.- 341 с.

23. Техническая диагностика. Термины и определения : ГОСТ 20911–89. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 20 с. – (Нормативні директивні правові документи).

24. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами МАТЪАВ. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 288 с., ил.

25. Яковлев В. Ф. Диагностика электронных систем автомобиля [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Яковлев. – М. : СОЛОН-Пресс, 2003. – 272 с.: ил. – ISBN 5-98003-044-1.





**ДОДАТКИ**



Додаток А

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

ПОГОДЖЕНО

Керівник або заступник  
(назва підприємства або організації та  
прізвище)  
(підпис)

« \_\_\_\_\_ » 20\_\_ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доц. С.В. Цимбал

« \_\_\_\_\_ » 20\_\_ р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

**на виконання магістерської кваліфікаційної роботи**

на тему: Підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Фаворит Авто Вінниця»

08-29.МКР.105.00.000.ТЗ

Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри АТМ  
наук. ступінь, вчене звання (посада)

Кукурудзяк Ю.Ю.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Студент групи 1АТ-20м  
назва групи

Звенигородський А.М.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Вінниця 2021 р.



## **1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)**

наказ № 277 по ВНТУ від «24» вересня 2021 р. про затвердження теми МКР.

## **2. Мета і призначення магістерської кваліфікаційної роботи**

Магістерська кваліфікаційна роботи призначена для вирішення питань підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів.

***Мета роботи:*** Удосконалити виробничий процес діагностичних робіт автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

***Для виконання МКР необхідно розв'язати такі задачі:***

1. Виконати науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів.

2. Проаналізувати фактори та параметри функціонування зони діагностування та обслуговування автомобілів. Розробити заходи щодо покращення параметрів функціонування виробничого підрозділу СТО.

3. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів.

4. Базуючись на методах інтелектуальної обробки інформації розробити діагностичну модель елементів системи керування двигуном.

5. Описати методику практичної реалізації діагностування системи керування двигуном на основі інтелектуальної діагностичної моделі.

## **3. Вихідні дані для написання магістерської кваліфікаційної роботи**

Вимоги до параметрів функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів (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 станції технічного обслуговування. Похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

#### 4. Виконавець МКР – Звенигородський Андрій Миколайович,

ст. гр. 1АТ-20м.

#### 5. Вимоги до виконання МКР

В процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи потрібно – формалізувати перелік першочергових функціональних змін, що підвищують ефективність роботи підприємства в цілому та зони ТО і ПР зокрема, актуальних для автомобілів що обслуговуються в товаристві з обмеженою відповідальністю «Фаворит Авто Вінниця»; розробити методику автоматизації процесу діагностування автомобілів; виконати експериментальне дослідження діагностичних алгоритмів та розробити заходів щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні наукових досліджень.

#### 6. Етапи МКР і терміни їх виконання

Етапи МКР	Зміст етапу	Термін виконання	Очікувані результати
Вибір напрямку дослідження	<ul style="list-style-type: none"> <li>Добір, вивчення та узагальнення наукової та статистичної інформації</li> <li>Розгляд можливих напрямів досліджень та їх оцінювання</li> <li>Вибір напрямку дослідження</li> <li>Обґрунтування прийнятого напрямку дослідження</li> <li>Розроблення, погодження і затвердження ТЗ на МКР</li> </ul>	27.09-04.10.2021	розгорнутий план МКР
Основна частина роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт.</li> </ul>	05.10-12.10.2021	Розділ 1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Визначення параметрів функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту</li> </ul>	13.10-31.10.2021	Розділ 2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт</li> </ul>	01.11-07.11.2021	Розділ 3



	<ul style="list-style-type: none"> <li>Економічна частина</li> </ul>	08.11-15.11.2021	Розділ 4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</li> </ul>	08.11-21.11.2021	Розділ 5
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Складання висновків за результатами досліджень</li> </ul>	16.11-30.11.2021	Висновки МКР
Узагальнення результатів досліджень, підготовка до захисту роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>Узагальнення результатів теоретичних та аналітичних досліджень та написання доповіді на захист МКР</li> <li>Оформлення ілюстративного матеріалу, реферату, підготовка презентації МКР в редакторі Microsoft Office PowerPoint.</li> <li>Одержання відзиву наукового керівника та рецензії</li> </ul>	01.12-08.12.2021	Ілюстративний матеріал, презентація

## 7. Очікувані результати

На основі одержаних наукових результатів отримати практичні рекомендації щодо підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Фаворит Авто Вінниця».

## 8. Матеріали, які подають після завершення написання МКР та її етапів

Переплетена пояснювальна записка магістерської кваліфікаційної роботи; графічний матеріал; відгук керівника; рецензія зовнішнього рецензента.

## 9. Порядок приймання МКР та її етапів

Результати магістерської кваліфікаційної роботи розглядаються на процентовках керівником роботи та завідувачем кафедри відповідно до етапів роботи та термінів їх виконання; проводиться попередній захист роботи та офіційний захист магістерської кваліфікаційної роботи.

Дата початку роботи – 27 вересня 2021 р.

Граничний термін закінчення робіт – 8 грудня 2021 р.



**Підвищення ефективності виробничого процесу  
діагностичних робіт в умовах станції технічного  
обслуговування автомобілів товариства з обмеженою  
відповідальністю «Фаворит Авто Вінниця»**

магістерська кваліфікаційна робота

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

Розробив студент гр. 1Т-20м  
А.М. Звенигородський



**Мета роботи** – Удосконалити виробничий процес діагностичних робіт автомобілів в умовах станції технічного обслуговування

**Основні задачі роботи:**

1. Виконати науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів.
2. Проаналізувати фактори та параметри функціонування зони діагностування та обслуговування автомобілів. Розробити заходи щодо покращення параметрів функціонування виробничого підрозділу СТО.
3. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів.
4. Базуючись на методах інтелектуальної обробки інформації розробити діагностичну модель елементів системи керування двигуном.
5. Описати методику практичної реалізації діагностування системи керування двигуном на основі інтелектуальної діагностичної моделі.

**Об'єкт дослідження** – процес організації робіт діагностування системи керування двигуном автомобілів в умовах станції технічного обслуговування

**Предмет дослідження** – методи і алгоритми підвищення ефективності виробничого процесу діагностичних робіт автомобілів на СТО

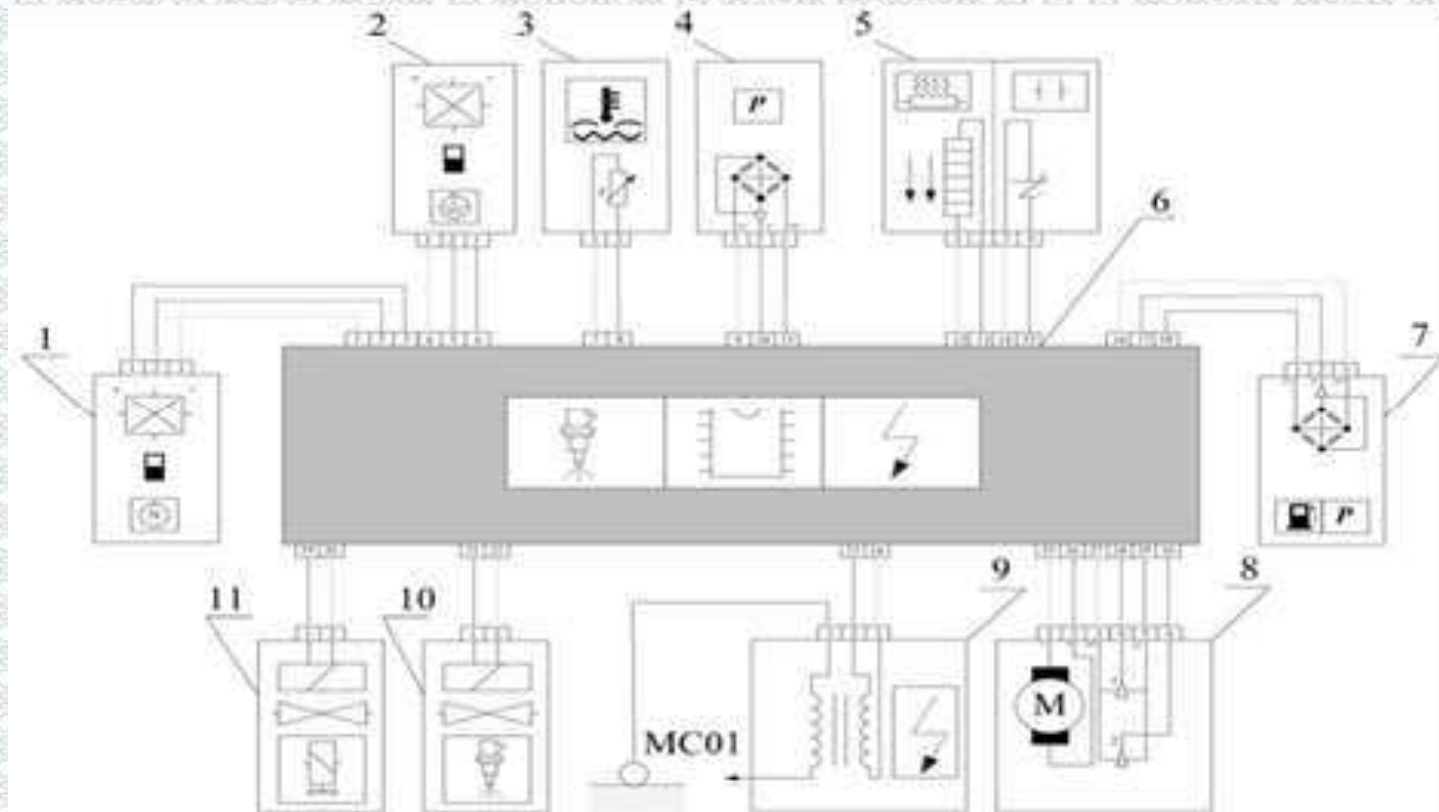


## Наукова новизна отриманих результатів

1. Запропоновано науковий підхід підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном, що ґрунтується на діагностичній моделі на основі інтелектуальної обробки знань та нейро-нечітких мережах.
2. Отримав подальший розвиток метод діагностування системи керування двигуном шляхом зчитування і аналізу осцилограм на прикладі системи запалювання.



# Схема системи керування двигуном



1 – датчик положення розподільного валу; 2 – датчик положення колінчастого валу; 3 – датчик температури охолоджуючої рідини; 4 – датчик тиску повітря; 5 – датчик кисню; 6 – ЕБК; 7 – датчик тиску палива; 8 – електромагнітний клапан регулювання фаз ГРМ; 9 – електромагнітна форсунка; 10 – котушка запалювання; 11 – електронна дросельна заслінка.



# МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ



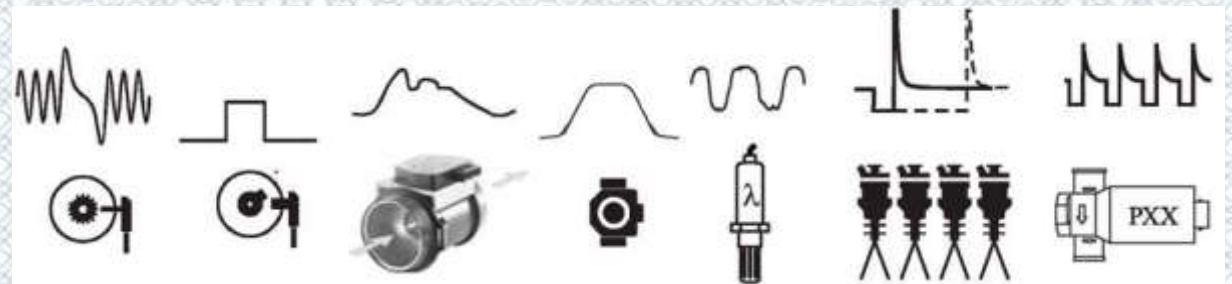
Необхідна діагностична система, яка мінімізує визначені недоліки та дає можливість автоматизації процесу діагностування



## Засоби отримання діагностичної інформації



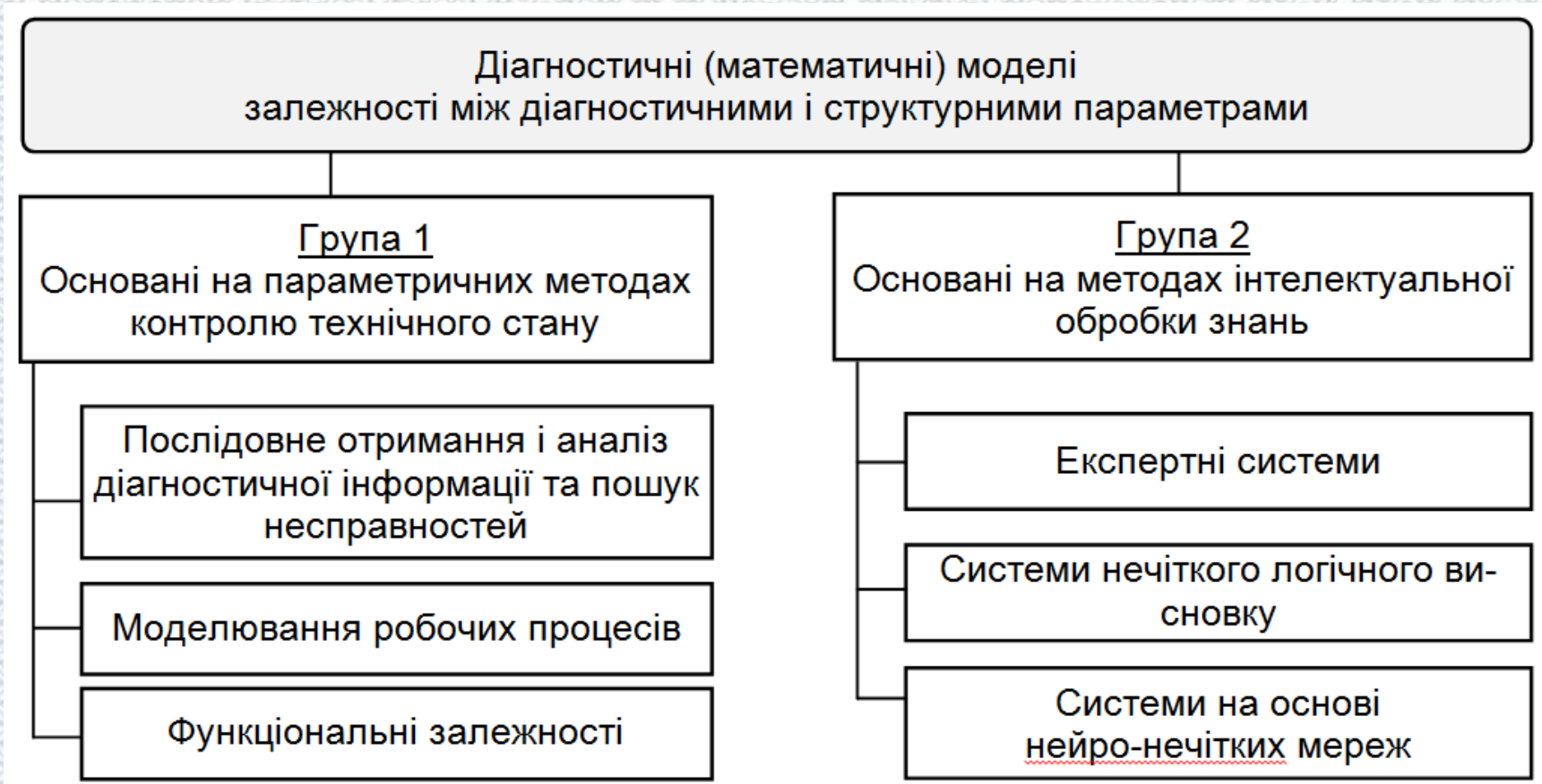
Сканер діагностування OBD



Комп'ютерний діагностичний стенд (мотор-тестер)



# 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

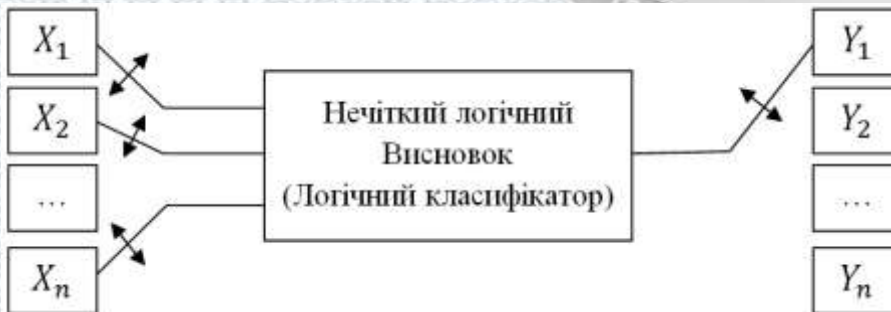


## ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА

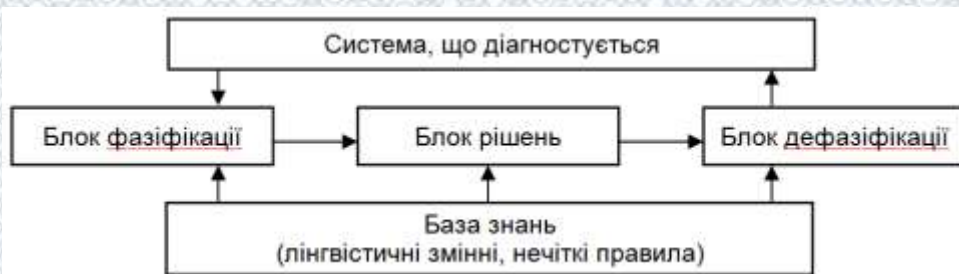


Потребує постійного поновлення знань кваліфікованих експертів

## СИСТЕМА НЕЧІТКОГО ЛОГІЧНОГО ВИСНОВКУ



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



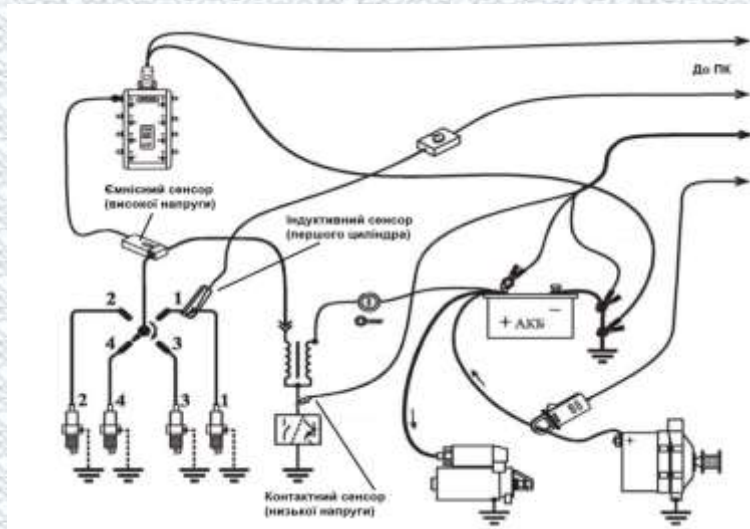


# АВТОМАТИЗОВАНА ДІАГНОСТИЧНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ

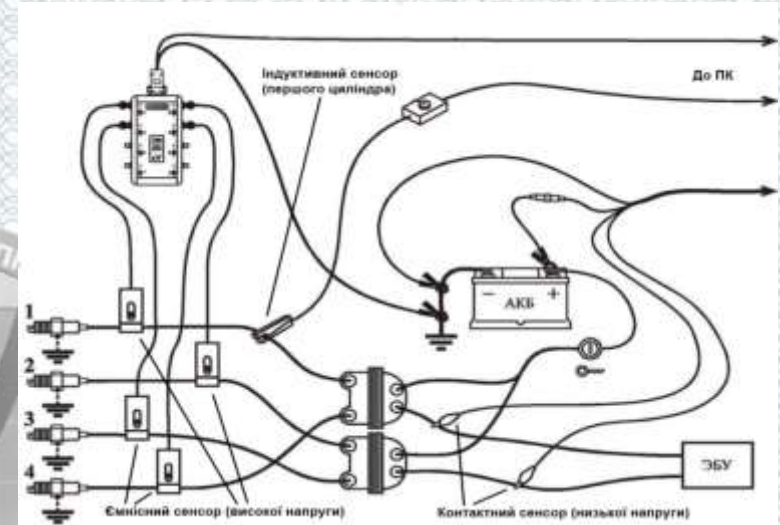




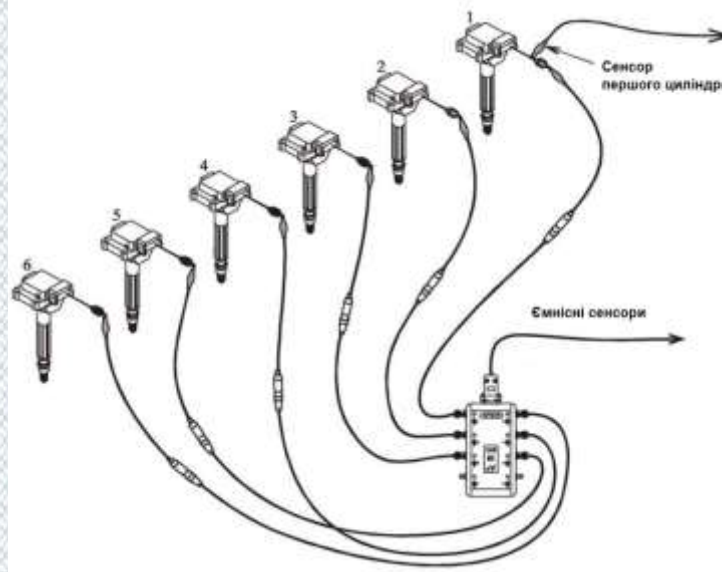
# ЗЧИТУВАННЯ ОСЦИЛОГРАМИ НАПРУГИ



Система з розподільником



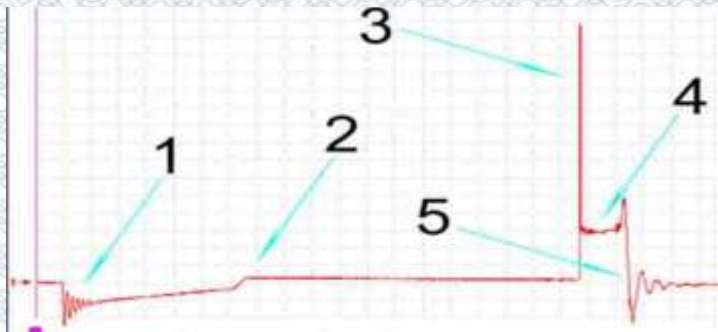
Система з двохіскровими котушками



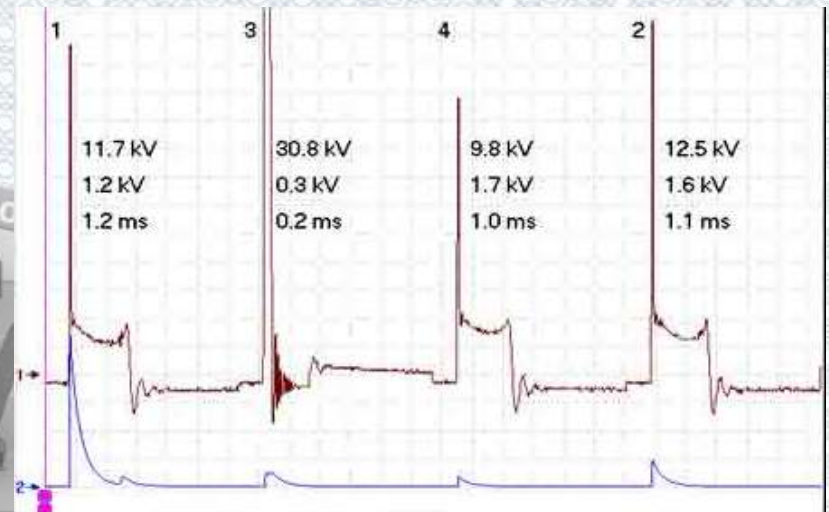
Система з індивідуальними котушками



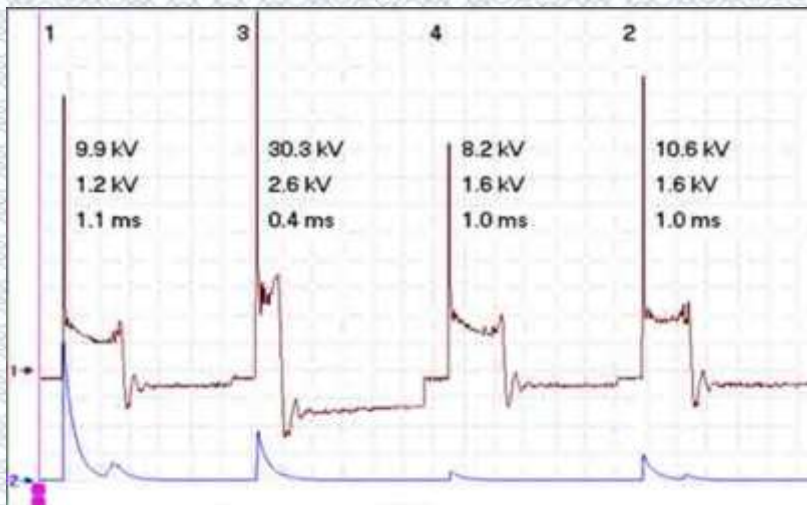
# ПАРАМЕТРИ ВТОРИННОЇ НАПРУГИ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ



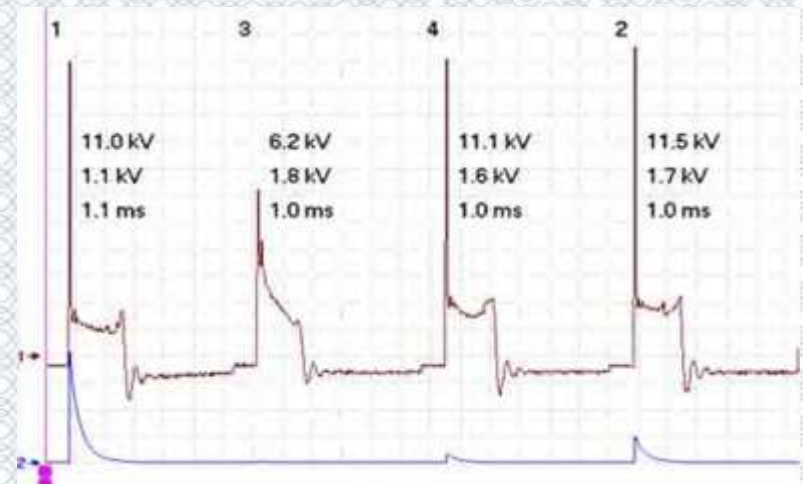
- 1 – початок накопичення енергії (замикання первинного кола);
- 2 – перехід комутатора в режим стабілізації струму;
- 3 – пробій іскрового проміжку (розмикання первинного кола);
- 4 – ділянка горіння іскри;
- 5 – ділянка розсіювання залишкової енергії (затухаючі коливання)



Обрив ПВН 3-го циліндра



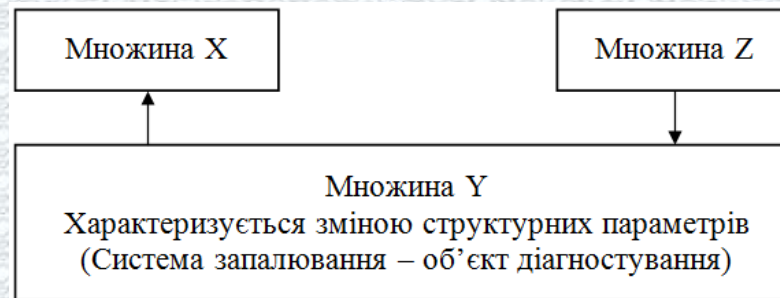
Збільшений іскровий зазор в свічі 3-го циліндра



Забруднення свічки 3-го циліндра



## ФОРМУВАННЯ МНОЖИН ВХІДНИХ І ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ



### Перелік вхідних (діагностичних) параметрів

Позначення	Назва параметра	Джерело отримання інформації
$X_1$	Пробивна напруга СЗ	Осцилограма високої напруги
$X_2$	Напруга горіння іскри	Осцилограма високої напруги
$X_3$	Тривалість горіння іскри	Осцилограма високої напруги
$X_4$	Стабільність напруги горіння іскри	Осцилограма високої напруги
$X_5$	Стабільність тривалості горіння іскри	Осцилограма високої напруги

### Перелік вихідних параметрів – типових несправностей

Позначення	Типова несправність
$Y_1$	Іскровий зазор збільшений
$Y_2$	Іскровий зазор зменшений
$Y_3$	Обрив в колі високої напруги
$Y_4$	Забруднення свічки запалювання
$Y_5$	Збільшений опір первинного кола



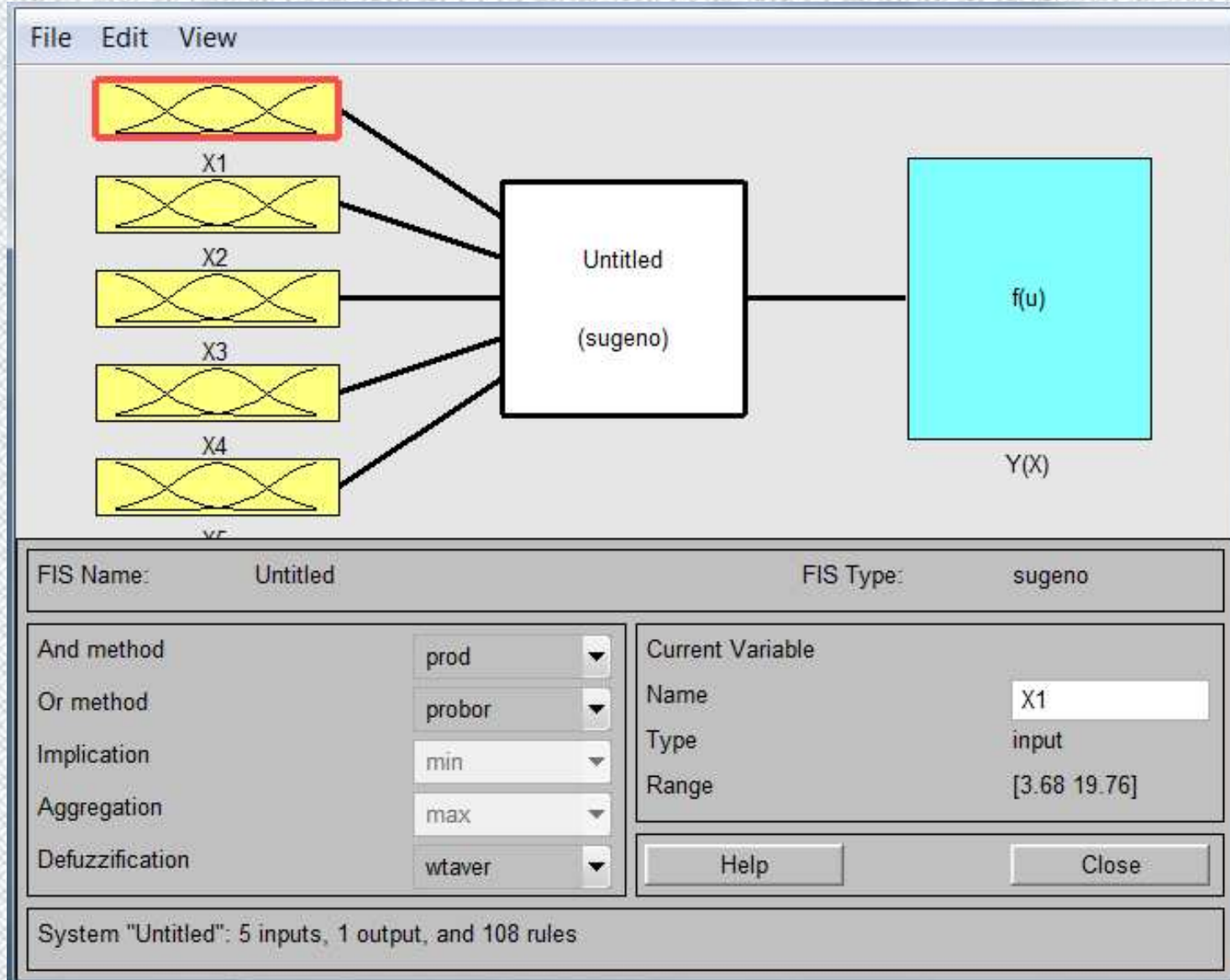
## ФОРМУВАННЯ ВИБІРОК НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ

Приклад навчальної або тестової вибірки нейро-нечіткої мережі

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$Y$
1	2	3	4	5	6
10,22	2,17	2,82	1	1	$Y_1$
12,38	2,09	2,76	1	1	$Y_1$
11,63	2,21	2,92	1	1	$Y_1$
10,96	2,01	2,74	1	1	$Y_1$
13,04	3,04	2,43	1	1	$Y_1$
13,17	2,12	3,12	1	1	$Y_1$
12,19	2,22	2,62	1	1	$Y_1$
11,17	2,46	2,73	1	1	$Y_1$
12,27	3,11	2,28	1	1	$Y_1$
13,14	2,32	2,65	1	1	$Y_1$
11,32	2,19	2,95	1	1	$Y_1$
4,16	1,98	2,78	1	1	$Y_2$
3,87	2,05	2,97	1	1	$Y_2$
4,16	2,24	2,45	1	1	$Y_2$
3,68	2,56	3,09	1	1	$Y_2$
3,79	2,15	3,14	1	1	$Y_2$
3,82	2,65	2,87	1	1	$Y_2$

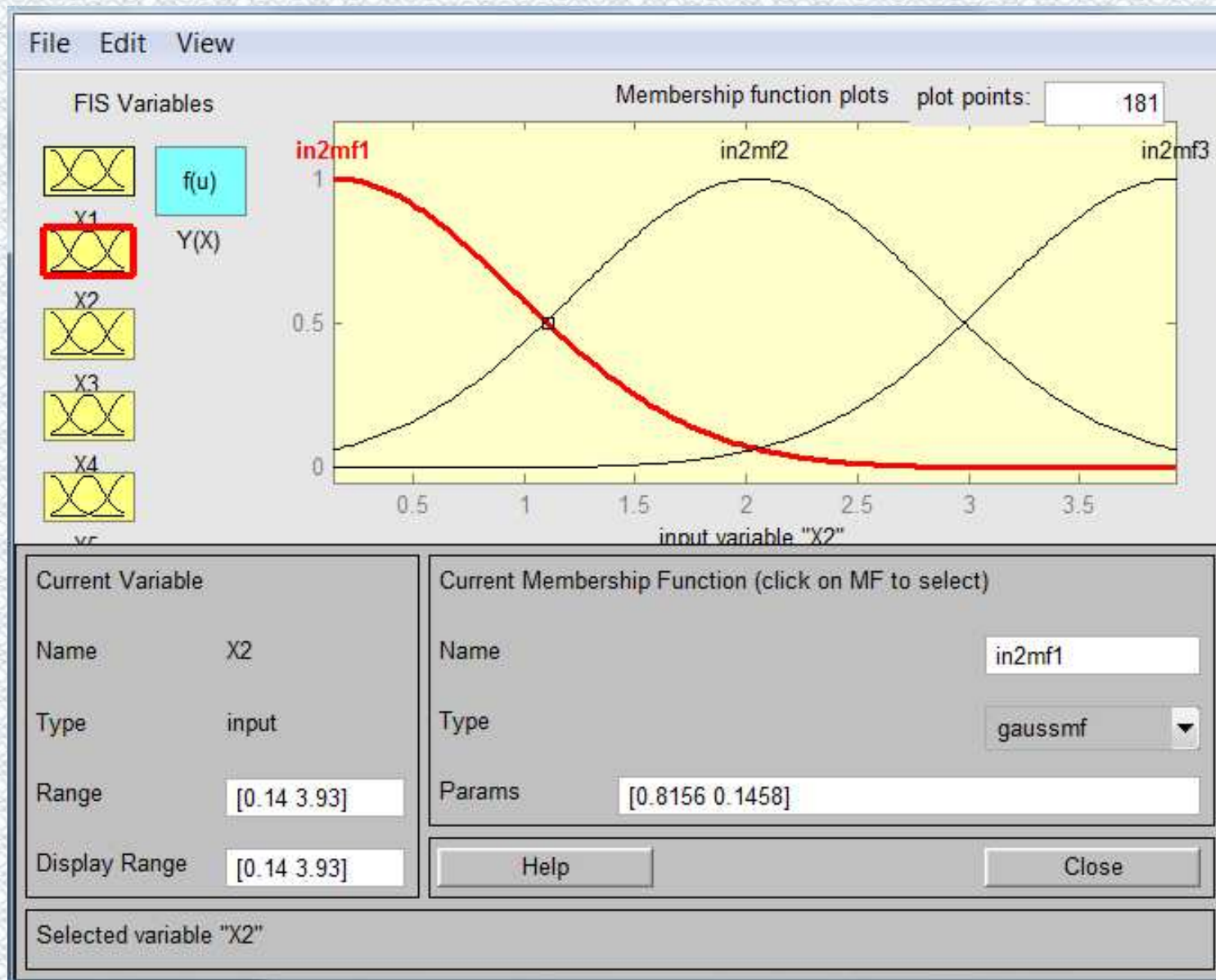


# ВІДПОВІДНОСТІ ВХІДНИХ І ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ



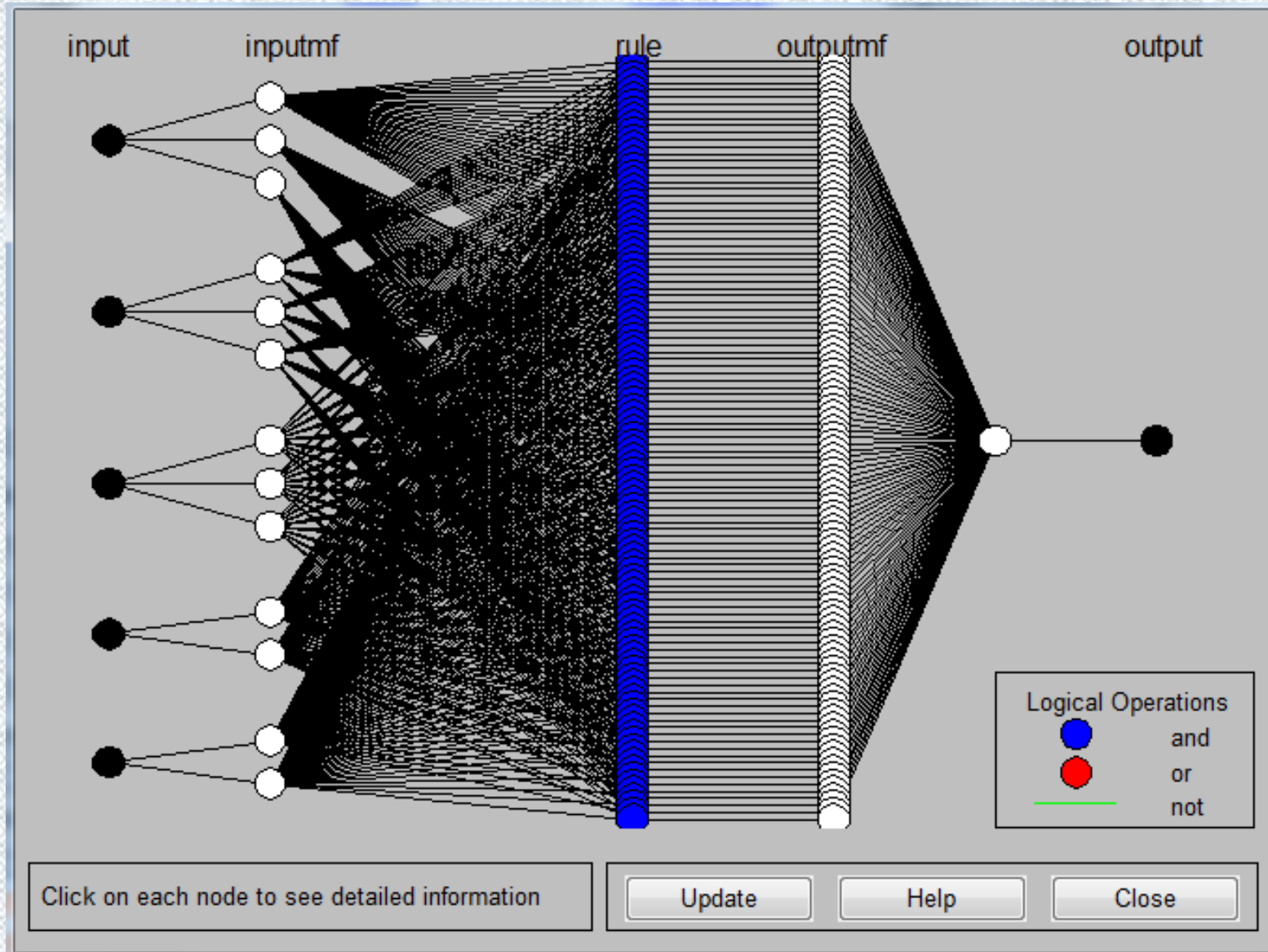


# ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ





# СТРУКТУРА НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ

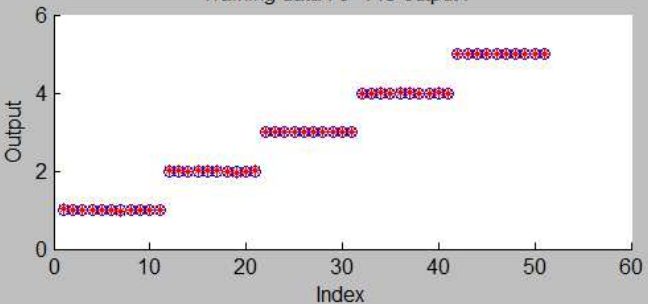




# ПРОЦЕС НАВЧАННЯ І ТЕСТУВАННЯ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ

File Edit View

Training data : o FIS output : \*



ANFIS Info.

# of inputs: 5  
# of outputs: 1  
# of input mfs: 3 3 3 2 2

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

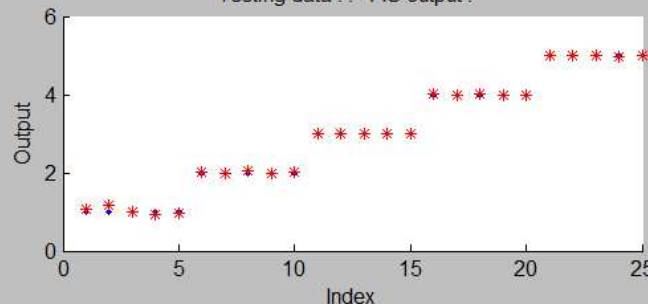
Test Now

Average testing error: 0.010436

Help Close

File Edit View

Testing data : \* FIS output : \*



ANFIS Info.

# of inputs: 5  
# of outputs: 1  
# of input mfs: 3 3 3 2 2

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

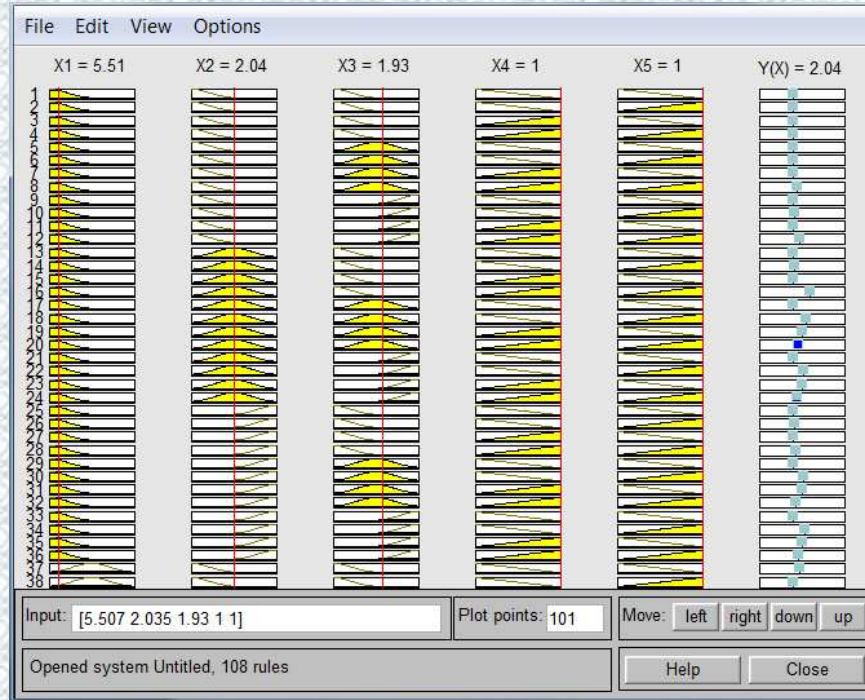
Test Now

Ready

Help Close



## РЕЗУЛЬТАТ РОБОТИ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖИ



Позначення	Назва параметра	Значення	Опис
$X_1$	Пробивна напруга СЗ	5,51	Зменшене
$X_2$	Напруга горіння іскри	2,04	Норма
$X_3$	Тривалість горіння іскри	1,93	Норма
$X_4$	Стабільність напруги горіння іскри	1	Норма
$X_5$	Стабільність тривалості горіння іскри	1	Норма

Висновок:  $Y=2$ . Несправність – зменшений іскровий зазор



# БЛОК-СХЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ

## Вибір сенсорів та зчитування діагностичної інформації:

- Сенсор високої напруги – осцилограма вторинної напруги;
- Контактний сенсор – осцилограма первинної напруги
- Сенсор 1-го циліндра – ідентифікація 1-го циліндра;

## База знань і база даних:

### Діагностичні параметри:

- $X_1$  - пробивна напруга СЗ;
- $X_2$  - напруга горіння іскри;
- $X_3$  - тривалість горіння іскри;
- $X_4$  - стабільність напруги горіння іскри;
- $X_5$  - стабільність тривалості горіння іскри;

### Діагностична модель:

$$M = \left\{ \begin{array}{l} Y_1 = f(X_1/\mu_{11}, X_2/\mu_{12}, \dots, X_n/\mu_{1n}) \\ Y_2 = f(X_1/\mu_{21}, X_2/\mu_{22}, \dots, X_n/\mu_{2n}) \\ Y_3 = f(X_1/\mu_{31}, X_2/\mu_{32}, \dots, X_n/\mu_{3n}) \\ Y_4 = f(X_1/\mu_{41}, X_2/\mu_{42}, \dots, X_n/\mu_{4n}) \\ Y_5 = f(X_1/\mu_{51}, X_2/\mu_{52}, \dots, X_n/\mu_{5n}) \end{array} \right\}$$

$\mu_{ij}$  – функції належності

### Типові несправності (стан системи):

- $Y_1$  - Іскровий зазор збільшений
- $Y_2$  - Іскровий зазор зменшений
- $Y_3$  - Обрив в колі високої напруги
- $Y_4$  - Забруднення свічки запалювання
- $Y_5$  - Збільшений опір первинного кола

Формування навчальної та тестової вибірок

### Модуль обробки знань (DLL)

#### Нейро-нечітка мережа

Визначення ймовірності появи  
 $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5$

Висновок про технічний стан.

Визначення несправності

$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5$



## ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз виробничої діяльності станції технічного обслуговування показав що для підвищення ефективності функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту необхідно удосконалити підходи щодо діагностування автомобілів. Виконання діагностичних робіт класичними методами з послідовним визначенням діагностичних параметрів займає багато часу і має велику трудомісткість. Тому більш доцільним є застосування автоматизованих систем діагностування які зменшують час виконання діагностичних робіт.

2. У даній роботі запропоновано удосконалити метод діагностування системи керування двигуном шляхом автоматизованого визначення параметрів на основі аналізу осцилограм сигналів. Аналіз осцилограми напруги різних датчиків та виконавчих пристроїв системи керування двигуном дає можливість більш точно визначити технічний стан цих елементів.

3. Для можливості автоматизації процесу діагностування в роботі запропоновано діагностичну модель яка побудована на основі методів інтелектуальної обробки інформації, а зокрема - нейро-нечітких мережах. Такий підхід дав можливість створити базу знань яка містить переліки діагностичних параметрів які можна отримати під час діагностування а також множину типових несправностей. Діагностична модель може самонавчатися шляхом внесення в базу знань взаємозалежних зв'язків між діагностичними параметрами та типовими несправностями.