

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

Графічна частина до магістерської  
кваліфікаційної роботи зі спеціальності 8.07010601

На тему:

# **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДИЗЕЛЬНИМ ДВИГУНОМ COMMON RAIL**

Автомобілі та автомобільне господарство  
08-29.МКР.008.00.000 ПЗ

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

Розробив студент гр. 1АТ-15м  
О.В. Пушкар

**Мета роботи** – удосконалення методики діагностування системи керування двигуном Common Rail, шляхом підвищення ступеня автоматизації процесу діагностування

**Об'єкт дослідження** – процес діагностування системи керування двигуном Common Rail

**Предмет дослідження** – методи і алгоритми діагностування системи керування двигуном Common Rail

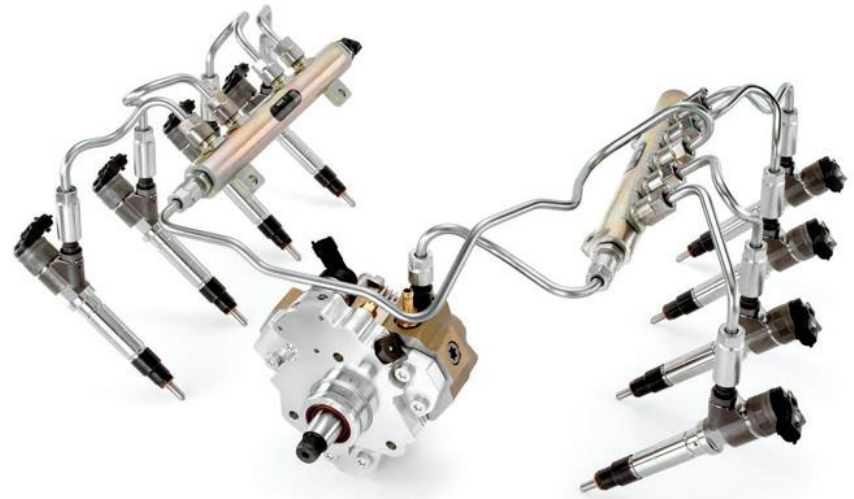
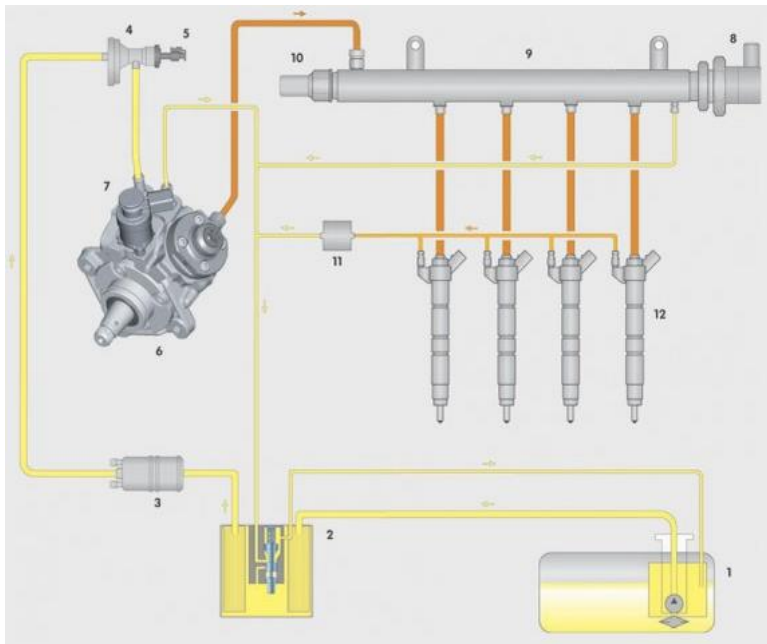
**Основні задачі роботи:**

1. Виконати аналіз сучасних методів і способів діагностування системи керування двигуном Common Rail.
2. Вибрати і обґрунтувати діагностичні параметри системи керування двигуном Common Rail, які мають високу інформативність і прості в реалізації вимірювань. Проаналізувати фактори, що на них впливають.
3. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо удосконалення процесу діагностування системи керування двигуном Common Rail.
4. З метою підвищення ефективності діагностування системи подачі па-лива високого тиску розробити й дослідити діагностичну модель в системі Matlab/Simulink на основі нейро-нечітких мереж.
5. Розробити алгоритм практичної реалізації методики діагностування системи керування двигуном Common Rail.

## Наукова новизна отриманих результатів

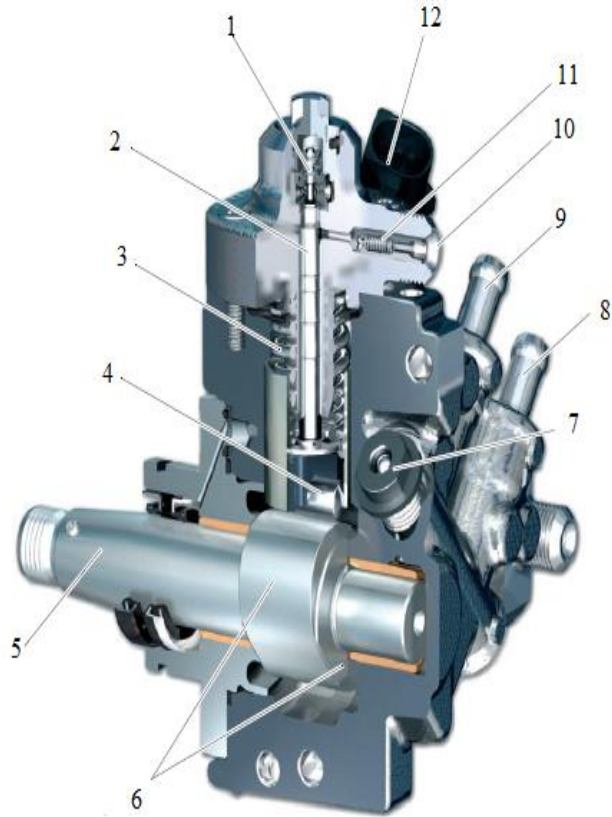
1. Запропоновано науковий підхід діагностування системи керування двигуном Common Rail, який ґрунтується на застосуванні нейро-нечітких мереж та моделюванні взаємозв'язку між діагностичними параметрами та причинами несправностей, що дає можливість підвищення ефективності та автоматизації процесу діагностування.
2. Одержав подальший розвиток метод поглибленого діагностування системи керування двигуном із застосуванням комп'ютерного діагностичного обладнання на основі зчитування осцилограм сигналів різної природи та їх цифрової обробки.

# Принципова схема системи Common Rail

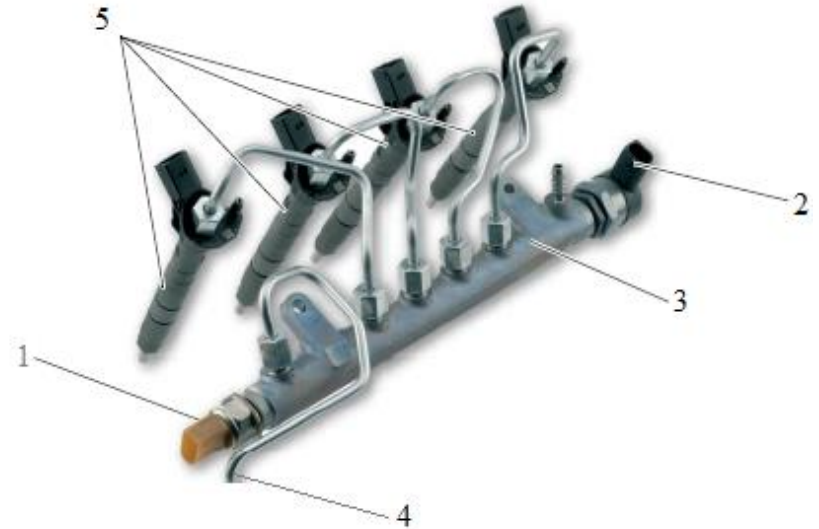


1 - підкачувальний паливний насос; 2 - паливний фільтр з клапаном попереднього підігріву; 3 - додатковий паливний насос; 4 - сітчастий фільтр; 5 - датчик температури палива; 6 - насос високого тиску (ПНВТ); 7 - клапан дозування палива; 8 - регулятор тиску палива; 9 - акумулятор тиску (паливна рампа);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

## Основні елементи системи подачі палива

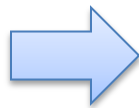
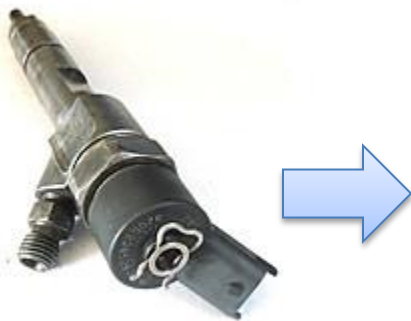


1 - впускний клапан; 2 - плунжер насоса; 3 - пружина плунжера; 4 - ролик; штуцер для підключення до паливної рампи; плунжер насоса; 5 - привідний вал; 6 - кулачки; 7 - перепускний клапан; 8 - зворотній паливо провід; 9 - штуцер для підводу палива; 10 - штуцер для підключення до паливної рампи; 11 - випускний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



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

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

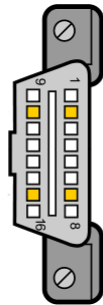
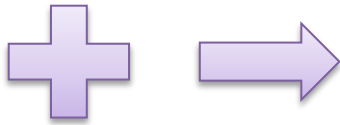
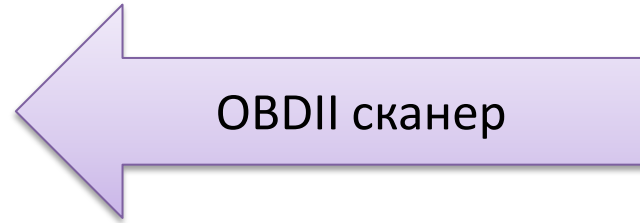


Мультитестер

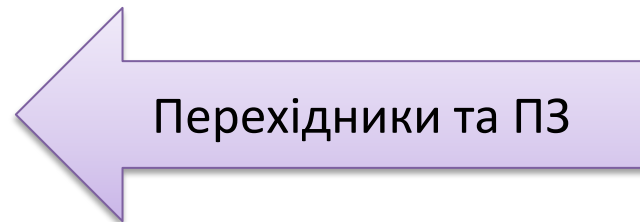


- Опір
- Напруга
- Обрив

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



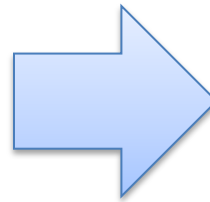
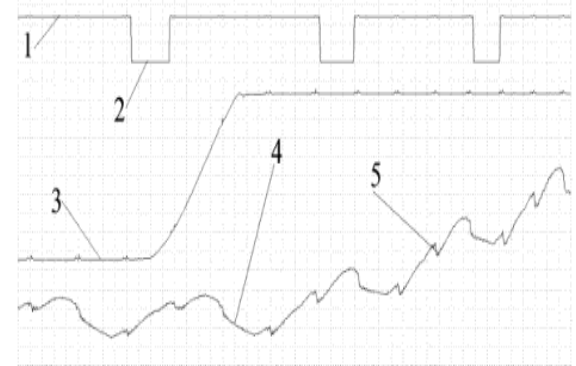
- Зчитування та перегляд кодів несправностей
- Зчитування поточних параметрів роботи
- Отримання збережених параметрів роботи на момент виникнення несправностей (заморожений кадр)
- Управління виконавчими механізмами



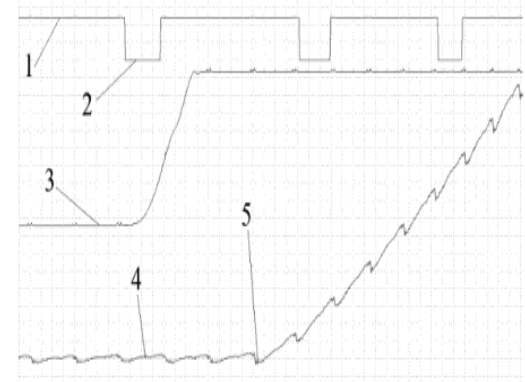
# Діагностування за допомогою комп'ютерного діагностичного стенду способом аналізу осцилограм

Зчитування інформації із систем автомобіля

Форсунки справні



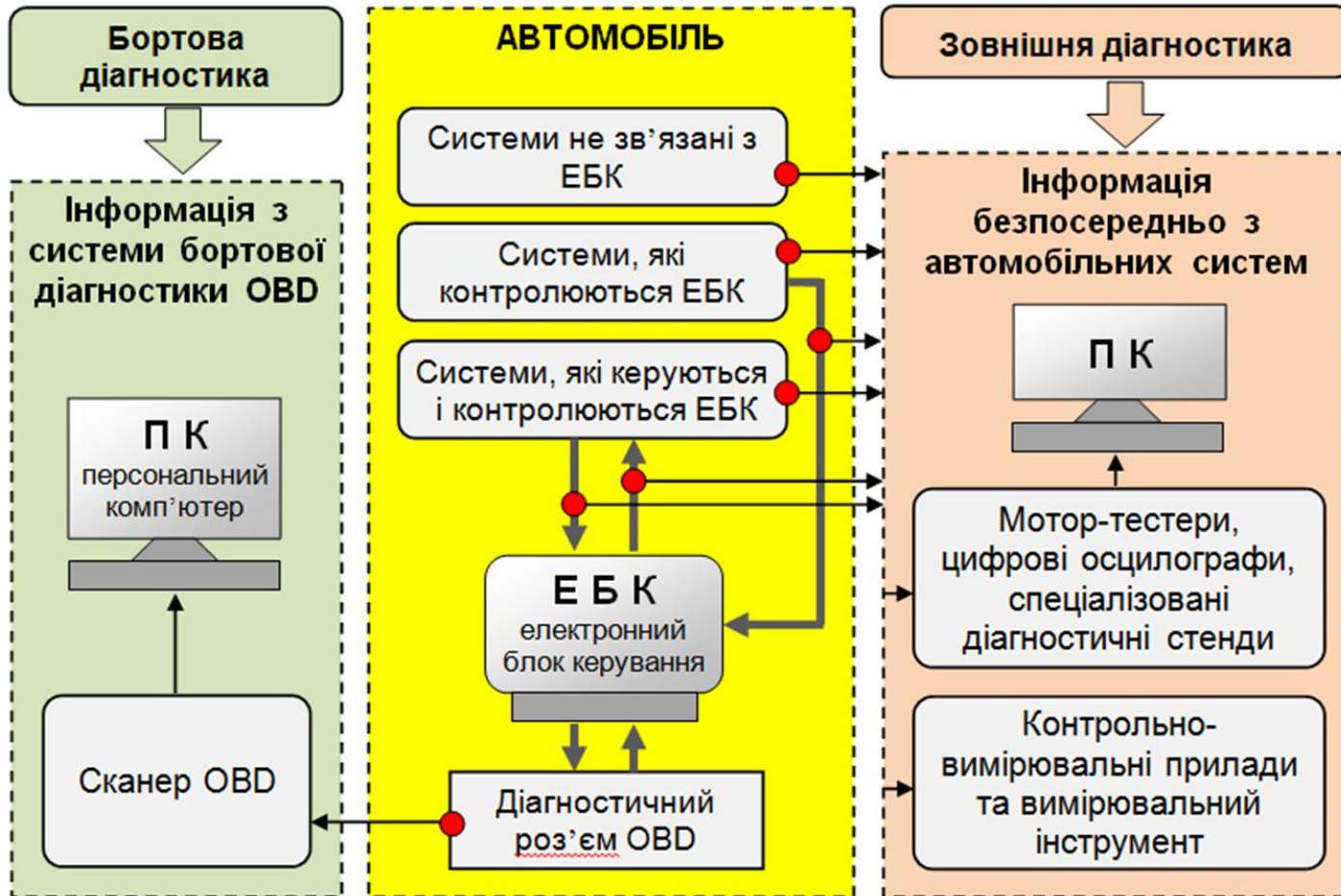
Форсунки несправні



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



# Класичні способи діагностування

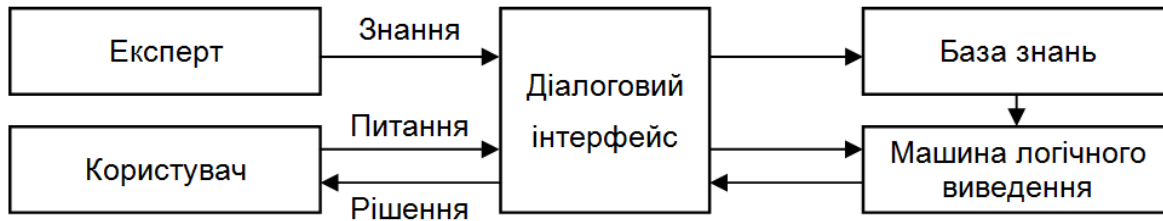


Необхідна діагностична система, яка мінімізує затрати часу та дасть можливість автоматизації процесу діагностування

# Модель діагностичної системи

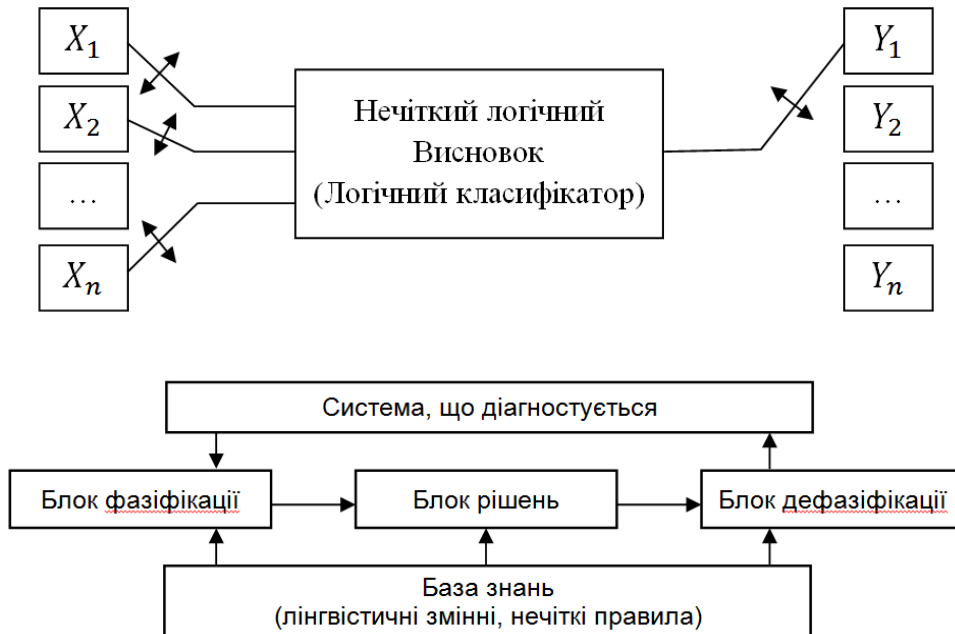


## ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА



Потребує постійного поновлення знань кваліфікованих експертів

## СИСТЕМА НЕЧІТКОГО ЛОГІЧНОГО ВИСНОВКУ



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

# Формування бази вхідної інформації та діагностичних параметрів системи впорскування палива

**Діагностичні параметри, які характеризують роботу системи впорскування**

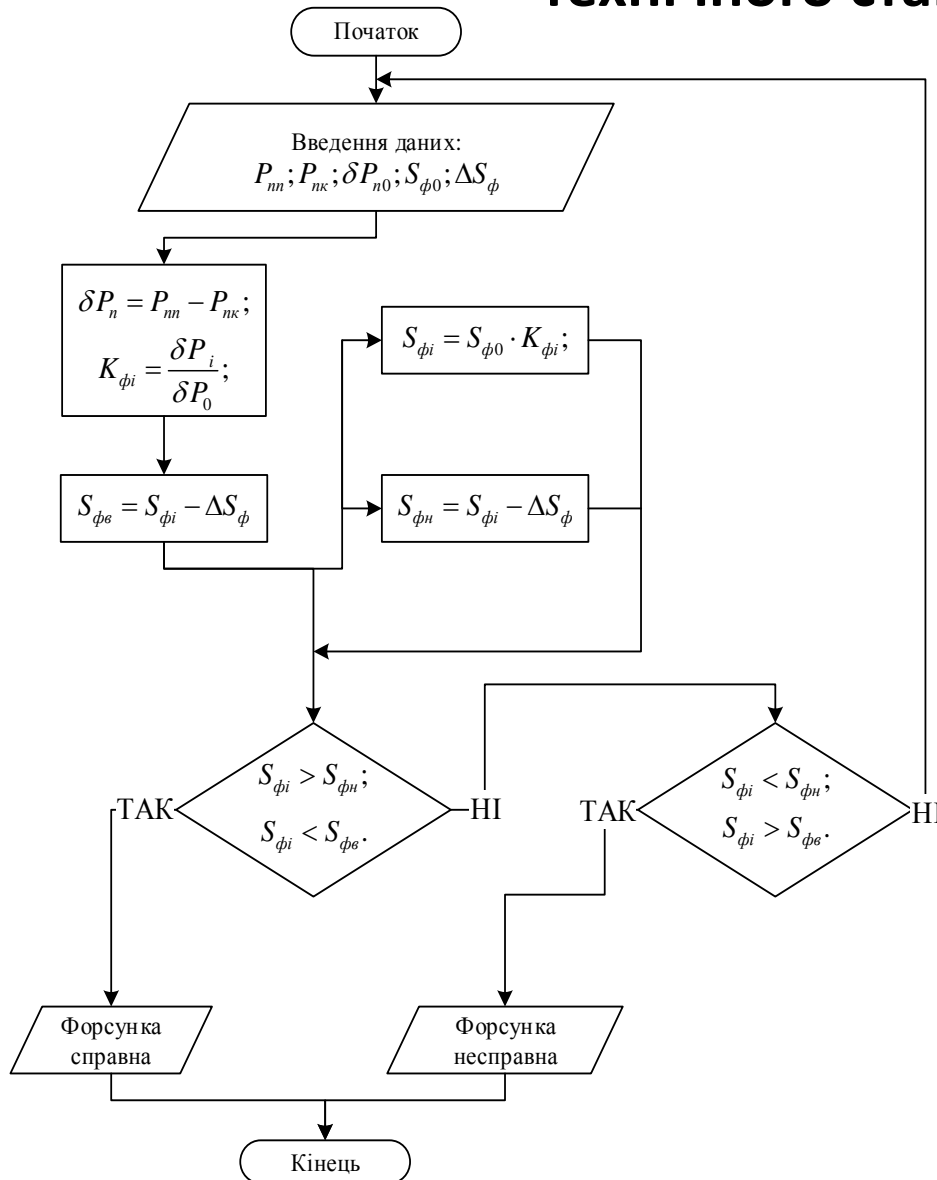
- тиск палива в рампі;
- прохідний перетин отвору форсунки;
- перепад тиску палива на розпилювачі форсунки;
- тривалість впорскування;
- продуктивність паливного насоса;



База вхідної інформації

- $P_{\Pi}$  - тиск палива в системі при проливанні форсунок;
- $P_T$  - робочий тиск палива при роботі двигуна;
- $G_{\Pi}$  - витрата палива двигуном;
- $G_{\text{ПОВ}}$  - витрата повітря;
- $\rho_{\Pi}$  - щільність палива;
- $\beta_{\Pi}$  - коефіцієнт зміни щільності палива від температури;
- $S_{\text{ф0}}$  - продуктивність зразкової форсунки;
- $Q_{\text{НН}}^*$  - номінальна продуктивність паливного насоса;
- $\alpha_{\text{ХХ}}$  - коефіцієнт надлишку повітря в режимі холостого ходу;

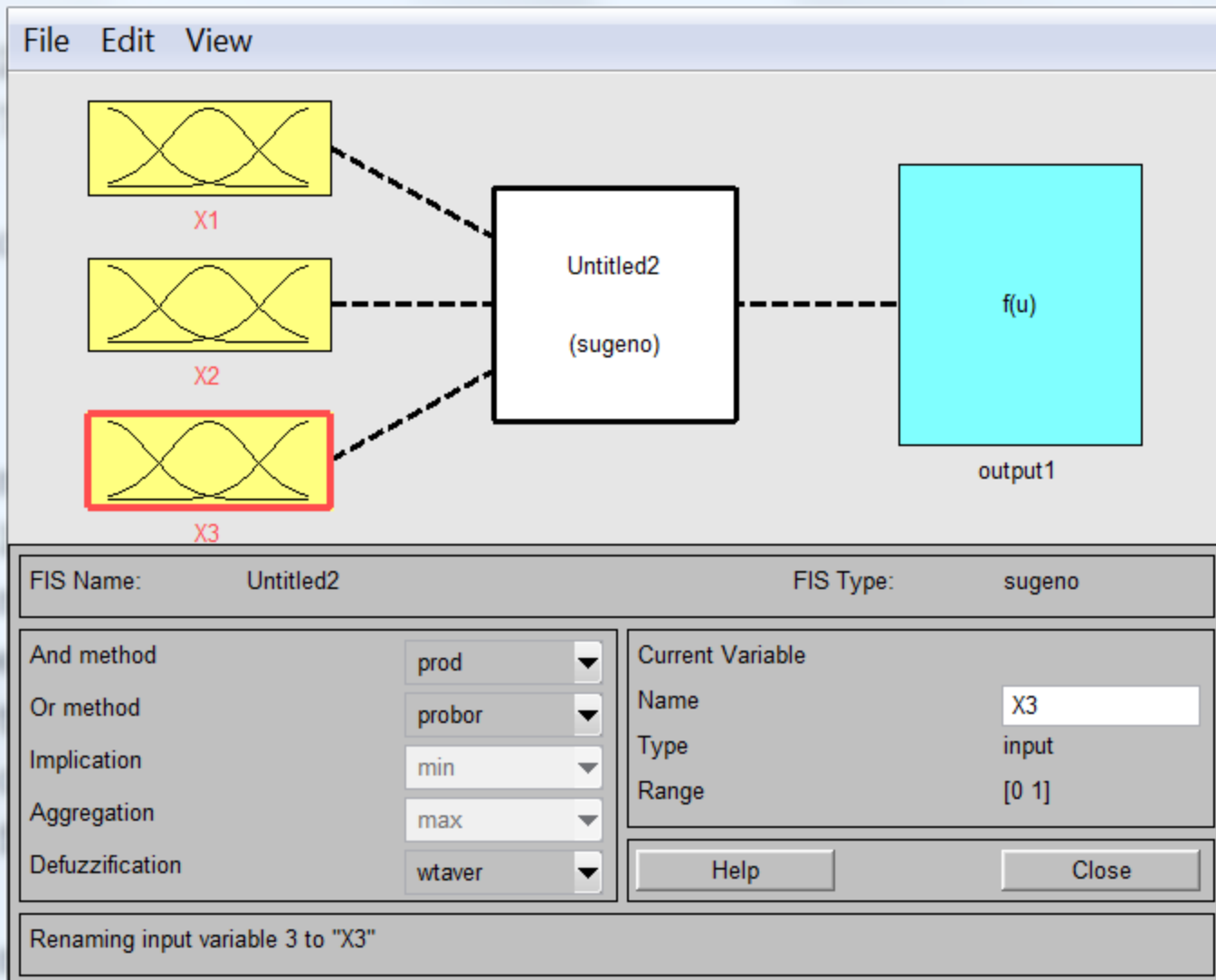
# Алгоритм формування вхідної інформації для визначення технічного стану форсунок



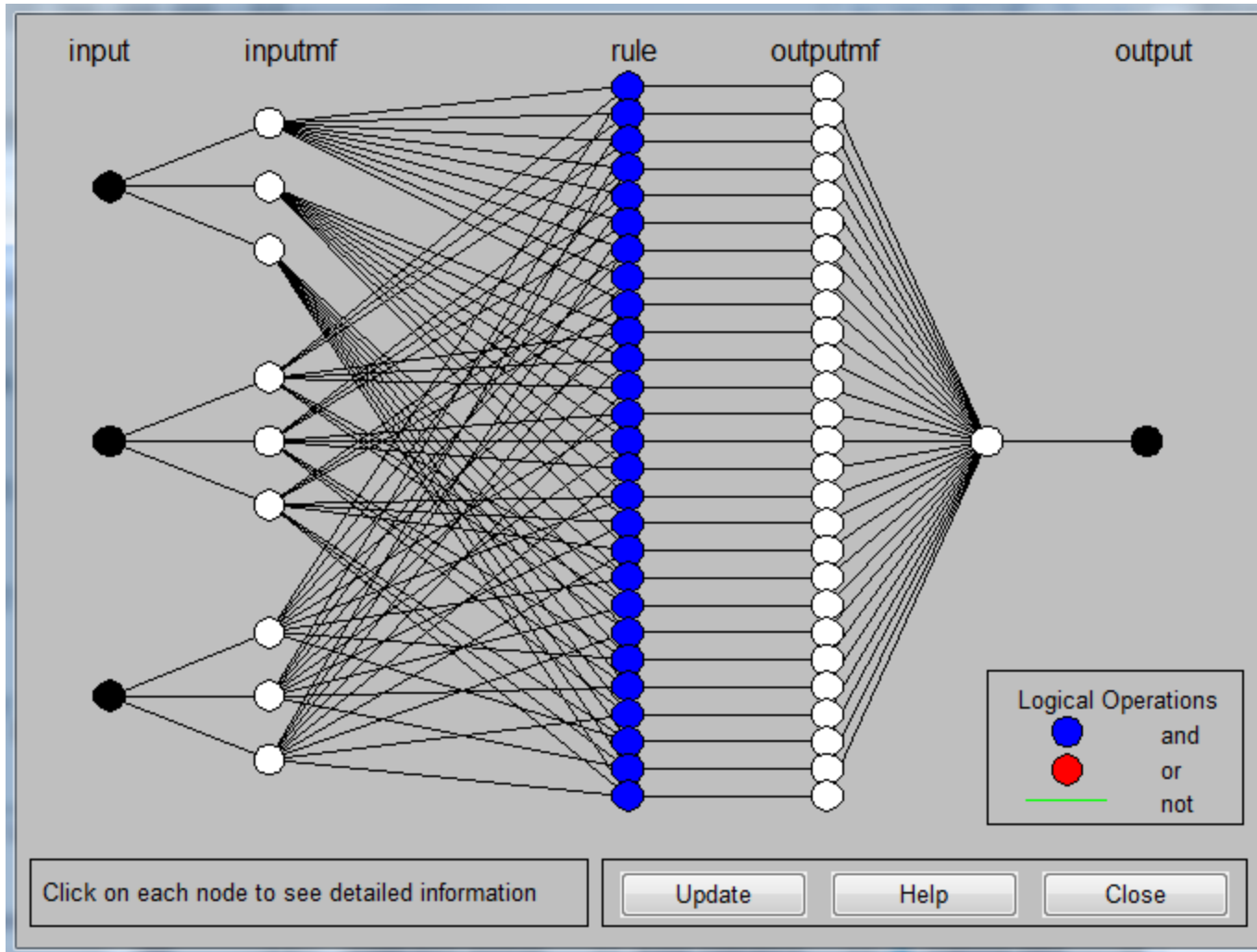
Вхідні дані:

- $P_{\text{пп}}, P_{\text{пк}}$  - Початковий і кінцевий тиск палива в рампі при проливанні;
- $\delta P_{\text{п0}}$  - падіння тиску палива при проливанні зразкової форсунки;
- $S_{\text{φi}}$  - продуктивність зразкової форсунки;
- $\Delta S_{\text{φ}}$  - допуск на продуктивність форсунки.

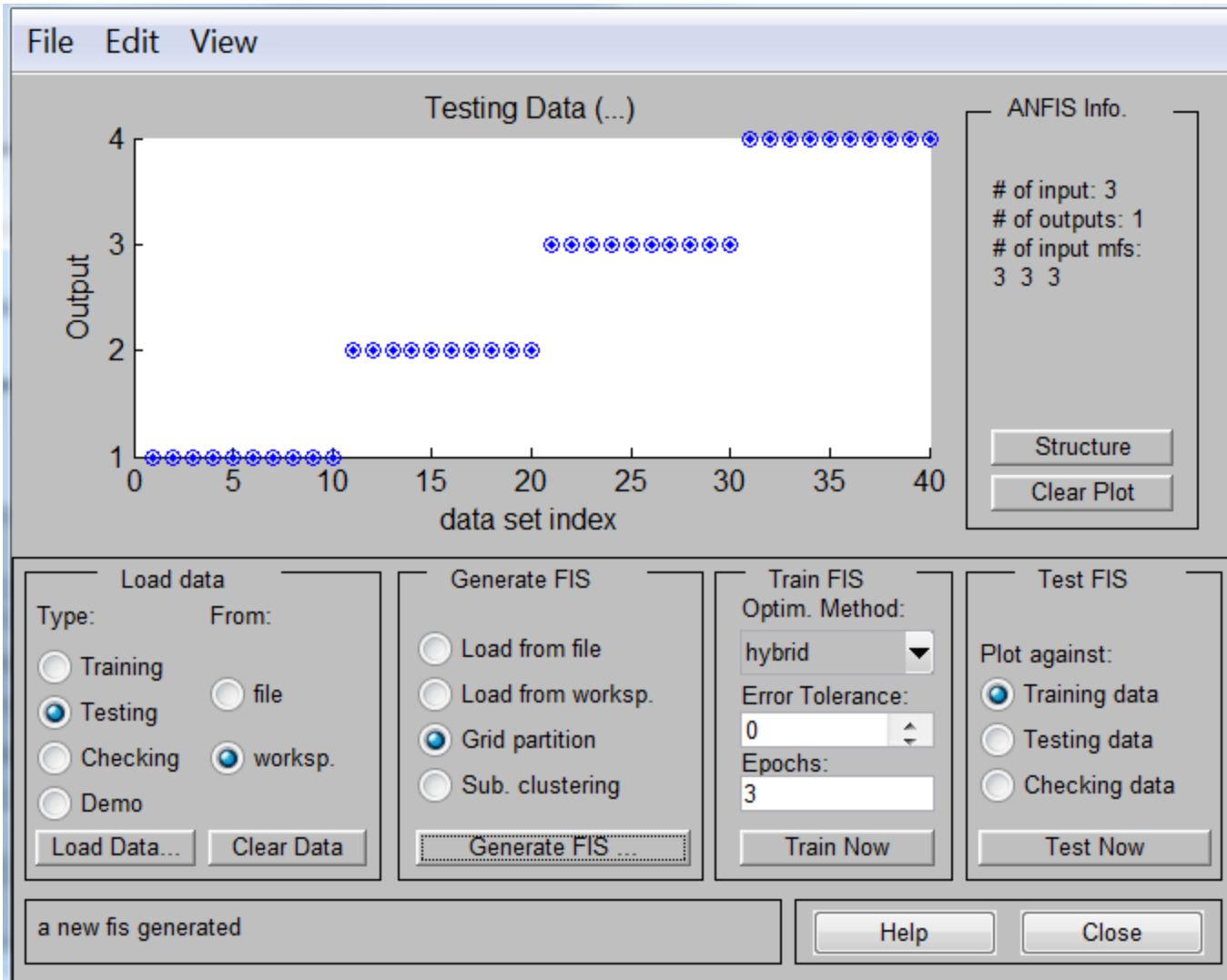
# ВІДПОВІДНОСТІ ВХІДНИХ І ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ



# СТРУКТУРА НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ

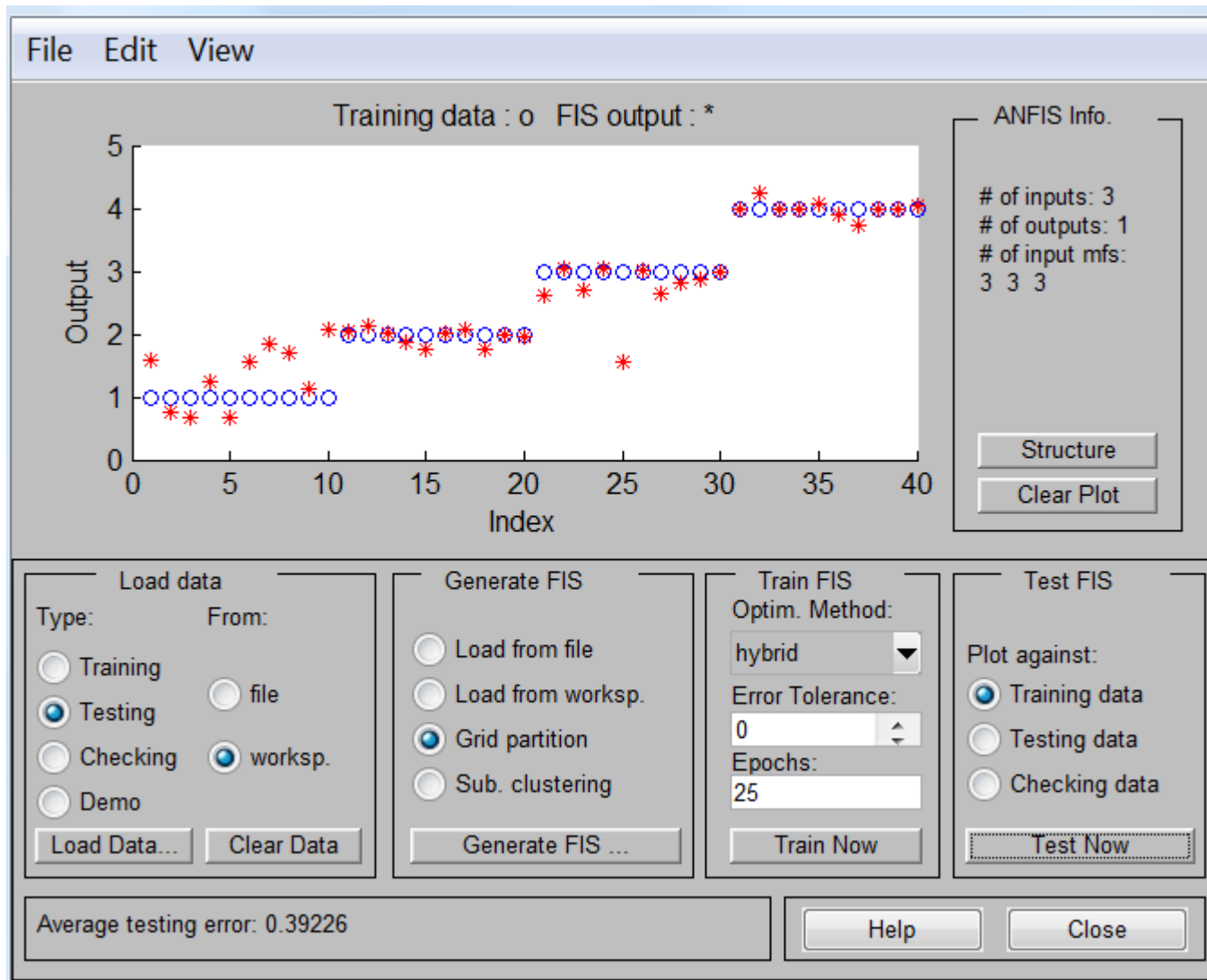


# НАВЧАННЯ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ





# ПЕРЕВІРКА НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ МЕРЕЖІ ТЕСТОВОЮ ВИБІРКОЮ



## ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу науково-технічної літератури обґрунтована необхідність удосконалювання методів і засобів технічного діагностування системи керування двигуном Common Rail. Існуючі засоби й методи діагностування не дозволяють швидко, точно й однозначно розрізнити характерні несправності даної системи.
2. Обґрунтовано доцільність вибору діагностичних параметрів системи керування двигуном Common Rail, що безпосередньо характеризують зміну структурних параметрів системи.
3. На основі запропонованого наукового підходу розроблено діагностичну систему, яка ґрунтується на математичному моделюванні робочого процесу системи впорскування та розробці діагностичної моделі на основі нейронечіткої мережі. Це дає можливість підвищення ефективності діагностування системи керування двигуном та можливості автоматизації процесу діагностування.
4. Розроблено приклад реалізації в програмному середовищі Matlab-Simulink алгоритму діагностування системи подачі палива високого тиску, який показує порядок створення алгоритмів діагностування для інших вузлів і підсистем системи керування двигуном Common Rail.