

СМАРТ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ КОМБАЙНІВ

Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М. П. Момотенка

Факультет конструювання та дизайну

Лектор	Роговський Іван Леонідович
Семестр	2
Ступінь вищої освіти	Доктор філософії
Кількість кредитів ЄКТС	3
Форма контролю	Залік
Аудиторні години	30

Загальний опис дисципліни

Дисципліна «Смарт-технології діагностування комбайнів» спрямована на вивчення інноваційних методів оцінки технічного стану складних машин. Курс охоплює дослідження інтелектуальних сенсорів, бездротових сенсорних мереж, алгоритмів штучного інтелекту та предиктивної аналітики Big Data. Технології розглядаються як основа створення та впровадження високоефективних систем дистанційного моніторингу, що мінімізують експлуатаційні ризики..

Теми лекцій:

- 1. Концепція Industry 4.0/5.0 та архітектура кіберфізичних систем діагностування комбайнів.* Еволюція технічного обслуговування: від реактивного до предиктивного (Predictive Maintenance) та прескриптивного.
- 2. Наукові основи формування діагностичних ознак складних динамічних систем.* Фізика процесів зношування, генерація віброакустичних сигналів, теплових полів та гідродинамічних змін у вузлах машин.
- 3. Смарт-сенсори та інтелектуальні первинні перетворювачі в комбайнобудуванні.* Технології MEMS, бездротові сенсорні мережі (WSN), енергонезалежні датчики та методологія їх оптимального розміщення на об'єкті.
- 4. Теорія та методи цифрової обробки діагностичних сигналів.* Спектральний аналіз, віконне перетворення Фур'є, вейвлет-перетворення (\$Wavelet\$) та фільтрація шумів у нестационарних процесах.
- 5. Математичні методи розпізнавання образів та класифікації технічних станів.* Застосування детермінованих, статистичних та ймовірнісних підходів (теорема Баєса, приховані Марковські моделі).

6. *Штучний інтелект та машинні навчання (Machine\ Learning) у предиктивній аналітиці.* Нейронні мережі (CNN, RNN, LSTM), дерева рішень та опорні вектори (SVM) для прогнозування залишкового ресурсу (RUL).

7. *Технології Big Data та хмарні обчислення в системах віддаленого моніторингу.* Архітектура передачі даних (CAN-bus, ISOBUS, телеметрія, 5G/6G), Edge Computing (туманні обчислення) проти Хмарних платформ.

8. *Цифрові двійники (Digital\ Twins) комбайнів як інструмент діагностики.* Створення високоадекватних мультифізичних моделей реального часу для симуляції зносу та деградації вузлів.

9. *Бортові експертні системи та інтелектуальна самодіагностика машин.* Алгоритми реалізації логічного виводу, інтеграція діагностичних модулів в загальну систему керування комбайном.

10. *Методологія розробки та сертифікації засобів смарт-діагностування.* Стандартизація в галузі технічної діагностики (ISO 13374, ISO 17359), оцінка метрологічної надійності інтелектуальних систем та економічна ефективність їх впровадження.

Теми занять: (практичних)

1. *Конфігурування та аналіз потоків даних всередині бортової мережі CAN-bus/ISOBUS.* Зчитування, декодування та фільтрація діагностичних повідомлень (J1939) з електронних блоків керування (ECU).

2. *Цифрова обробка сигналів вібрації підшипників та редукторів комбайна.* Виділення діагностичних ознак у середовищі MATLAB/Python за допомогою швидкого перетворення Фур'є (FFT) та вейвлет-аналізу.

3. *Розробка алгоритму предиктивного аналізу теплового стану вузлів тертя.* Обробка даних тепловізійного моніторингу або масивів температурних датчиків для виявлення аномалій на ранній стадії.

4. *Створення класифікатора технічного стану гідросистеми комбайна за допомогою машинного навчання.* Навчання моделей (SVM, Random Forest) для розпізнавання внутрішніх витоків та кавітації за сигналами тиску й витрати.

5. *Прогнозування залишкового корисної роботи (RUL) двигуна комбайна.* Застосування рекурентних нейронних мереж (LSTM) для розрахунку часових рядів деградації моторної оливи чи ЦПГ.

6. *Розробка елементів «Цифрового двійника» (Digital\ Twin) обмолочувально-сепарувального пристрою.* Створення мультифізичної моделі в Ansys/Simulink для симуляції динамічних навантажень та забивання молотарки.

7. *Програмування Edge-алгоритму фільтрації помилкових спрацьовувань смарт-датчиків.* Розробка математичного фільтра (наприклад, фільтра Калмана) для реалізації на рівні мікроконтролера (мікро-ЕОМ) комбайна.

8. *Інтелектуальний аналіз геопросторових діагностичних даних (GIS\ Telematics).* Суміщення карт урожайності, логів завантаження шнеків та витрати пального для локалізації зон критичного перевантаження техніки.

9. *Синтез нечіткої експертної системи (\$Fuzzy\ Logic\$) для бортової діагностики.* Створення бази правил для прийняття рішень оператором (або автопілотом) у разі виникнення каскадних відмов вузлів комбайна.

10. *Оцінка метрологічної надійності та оптимізація структури сенсорної мережі.* Розрахунок мінімально необхідної кількості та координат розміщення смарт-датчиків на рані чи робочих органах з урахуванням живучості системи.