

# СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ: РОЗРОБКА СИСТЕМ, ОТРИМАНИХ ДАНИХ З ДАТЧИКІВ, РЕЖИМІВ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЇ

*Васюк П. Р., студ. (гр. ПІ-12, ПБФ КПІ ім. Ігоря Сікорського);  
Полукаров О. І., канд. техн. наук, доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

**Анотація.** У даній роботі описуються сучасні виробництва, що потребують ефективних інструментів для забезпечення безперебійної роботи та підвищення продуктивності. Одним з таких інструментів є інтелектуальні системи моніторингу виробничих процесів. Ця стаття присвячена розробці систем, які на основі даних, отриманих з датчиків, дозволяють виявляти відхилення від нормальних режимів роботи обладнання та попереджати про можливі аварії.

**Ключові слова:** збір та обробка даних датчиків, розробка, алгоритми, аномалії, інтерфейс, інтеграція.

**Abstract.** This work describes modern productions that require effective tools to ensure smooth operation and increase productivity. One of these tools is intelligent production process monitoring systems. This article is devoted to the development of systems that, on the basis of data obtained from sensors, allow detecting deviations from the normal operating modes of equipment and warning of possible accidents.

**Keywords:** sensor data collection and processing, development, algorithms, anomalies, interface, integration.

**Вступ.** Сучасний світ виробництва характеризується високими темпами автоматизації та цифровизації. Все більша кількість датчиків інтегрується в обладнання, генеруючи величезні обсяги даних. Однак, сама по собі наявність даних не гарантує ефективного управління виробничими процесами. Для перетворення даних на корисну інформацію необхідні інтелектуальні системи аналізу. Оскільки традиційні системи моніторингу часто не в змозі своєчасно виявити ранні ознаки потенційних в даній роботі пропонується розробити інтелектуальну систему моніторингу, яка, використовуючи методи машинного навчання та аналізу даних, зможе виявляти відхилення від нормальних режимів роботи обладнання на ранніх стадіях. Це дозволить вжити необхідних заходів для запобігання аваріям та забезпечення безперебійної роботи виробництва.

**Мета:** розробка та впровадження інтелектуальної системи моніторингу виробничих процесів, яка дозволить виявляти відхилення, прогнозувати аварії, оптимізувати виробництво, підвищити надійність обладнання та знизити виробничі витрати.

**Методики, матеріали і результати досліджень.** Для проведення дослідження необхідні наступні матеріали та ресурси: дані з датчиків, програмне забезпечення, обчислювальні ресурси.

### ***Фактори, що впливають на динаміку результат досліджень:***

Наукове дослідження – процес вивчення певного об'єкта (предмета або явища) за допомогою наукових методів, що має на меті встановлення закономірностей його виникнення, розвитку і перетворення в інтересах раціонального використання у практичній діяльності людей [1].

Динаміка результатів досліджень – це складний процес, на який впливає безліч факторів. Розуміння цих факторів дозволяє більш ефективно планувати та проводити дослідження, а також інтерпретувати отримані результати.

Фактори можна розділити на кілька груп: зовнішні фактори, фактори, що пов'язані з дослідницьким процесом, з дослідником та об'єктом дослідження.

#### **1. Зовнішні фактори:**

Соціокультурний контекст: культурні норми, суспільні очікування, політична ситуація можуть впливати на вибір теми дослідження, методик збору даних та інтерпретацію результатів.

#### **2. Фактори, пов'язані з дослідницьким процесом:**

Формулювання гіпотези: чітко сформульована гіпотеза є основою для будь-якого дослідження. Методологія дослідження, збір даних, аналіз, інтерпретація результатів, публікація результатів.

#### **3. Фактори, пов'язані з дослідником:**

Досвід дослідника: досвід проведення досліджень, знання методик, теоретична підготовка впливають на якість дослідження. Мотивація: особиста зацікавленість дослідника у темі дослідження, його мотивація впливають на якість роботи. Суб'єктивність: особисті погляди, переконання дослідника можуть вплинути на вибір теми, методик дослідження та інтерпретацію результатів.

#### **4. Фактори, пов'язані з об'єктом дослідження:**

Складність об'єкта дослідження: чим складніший об'єкт дослідження, тим складніше отримати точні та достовірні результати. Динамічність об'єкта дослідження: якщо об'єкт дослідження швидко змінюється, то результати дослідження можуть швидко стати застарілими.

Приклади. Зміна політичного режиму може призвести до зміни пріоритетів у наукових дослідженнях, що вплине на динаміку результатів. Поява нової технології може відкрити нові можливості для дослідження, але також може вимагати нових знань і навичок від дослідників. Особиста криза дослідника може тимчасово знизити продуктивність і якість роботи.

### ***Вихід з ладу датчиків***

Вихід з ладу одного датчика може значно ускладнити або навіть повністю зупинити роботу будь-якого пристрою. Сучасний помірно оснащений автомобіль може мати кілька десятків датчиків. Чим вищий клас транспортного засобу, тим більше в ньому датчиків. До прикладу візьмемо сучасний розумний автомобіль TESLA. Але наперекір великій кількості датчиків і ціні на даний

автомобіль є вислів: «Тут є жарт, що всі бідні люди їздять електромобілями, а всі багаті – бензиновими. Tesla – народний, популярний автомобіль, оскільки він дуже дешевий в обслуговуванні», – зазначає Малаховський. Найкраще обладнані автомобілі високого класу використовують кілька комп'ютерів зі спеціалізованими функціями (наприклад, керування роботою двигуна, системи безпеки, системи комфорту, системи зв'язку (навігація, медіа)), які під'єднані через шини даних CAN і мають низку датчиків. У цьому випадку ми розглянемо датчики, які впливають на роботу двигуна. Ці поломки можуть призвести до несправності автомобіля прямо під часу руху по шосе й призвести до аварії. Щоб зберегти життя всіх учасників руху, розробник має звернути особливу увагу на розробку правильності роботи двигуна та інших деталей автомобілів [2].

### ***Як швидко, правильно і дешево виправити ситуацію з несправністю датчика?***

Три основні фактори визначають швидке та ефективне усунення несправностей: досвід і знання механіки; комп'ютерна діагностика; обладнання для перевірки стану датчиків. Досвід і знання дозволяють правильно визначити причину несправності. Комп'ютерна діагностика дозволяє перевірити, який датчик став причиною несправності автомобіля. У більшості випадків коди помилок потрібно правильно оцінити, оскільки вони не завжди однозначні. Несправність кисневого датчика, на яку вказує діагностичний комп'ютер, може бути викликана засміченим триходовим каталізатором [3]. Датчики, що попереджають про аварії в машинах – наш цифровий страж безпеки.

Сучасні автомобілі оснащені цілим арсеналом датчиків, які постійно відстежують різноманітні параметри та стани транспортного засобу. Ці датчики не лише підвищують комфорт водіння, але й відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки на дорозі. Давайте розглянемо деякі з найважливіших датчиків, які допомагають запобігти аваріям.

#### **1. Датчики ABS (антиблокувальна система гальм)**

Датчики ABS відстежують швидкість обертання кожного колеса (рис. 1). Якщо під час гальмування якесь колесо починає блокуватися, система ABS знижує тиск у гальмівній системі цього колеса, дозволяючи водієві зберегти контроль над автомобілем та уникнути заносу.

#### **2. Датчики ESP (електронна система стабілізації)**

Датчики ESP відстежують кут повороту керма, швидкість обертання кожного колеса, кут нахилу кузова та інші параметри. Якщо система виявляє ризик заносу або втрати контролю над автомобілем, вона автоматично коригує роботу двигуна та гальмівної системи, щоб стабілізувати транспортний засіб.

#### **3. Датчики тиску в шинах**

Ці датчики постійно відстежують тиск повітря в шинах і попереджають водія про його зниження. Недостатній тиск в шинах може призвести до погіршення керованості автомобіля, збільшення витрати палива та підвищеного ризику проколу.

#### 4. Датчики дощу і світла

Ці датчики автоматично включають склоочисники та фари залежно від інтенсивності освітлення та опадів. Це дозволяє водієві зосередитися на дорозі і не відволікатися на ручне керування цими системами.

#### 5. Датчики паркування

Датчики паркування за допомогою ультразвукових або радарних сигналів виявляють перешкоди за автомобілем і попереджають водія звуковими або візуальними сигналами. Це особливо корисно при паркуванні в обмеженому просторі.

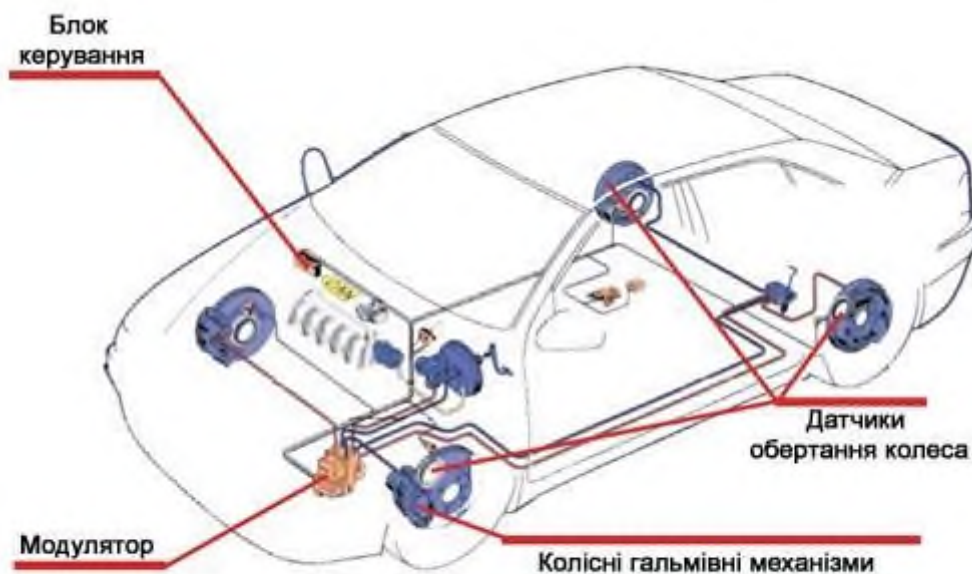


Рис. 1. Система ABS

#### 6. Камери заднього виду

Камера заднього виду забезпечує водієві додаткову інформацію про те, що відбувається позаду автомобіля. Це особливо корисно при маневруванні та паркуванні.

#### 7. Системи адаптивного круїз-контролю

Ці системи використовують радарні датчики для вимірювання відстані до автомобіля, що рухається попереду. Системи адаптивного круїз-контролю автоматично регулюють швидкість автомобіля, щоб підтримувати безпечну дистанцію.

#### 8. Системи автоматичного гальмування

Ці системи використовують радарні та камерні датчики для виявлення перешкод на дорозі. Якщо система виявляє ризик зіткнення, вона автоматично ініціює гальмування, щоб уникнути аварії або зменшити її наслідки.

Важливо зазначити, що наявність усіх цих систем не звільняє водія від відповідальності за безпеку на дорозі. Датчики та системи допомоги водієві є

лише додатковими засобами безпеки, і водій завжди повинен бути уважним і готовим до непередбачених ситуацій [4].

### ***Інформаційно – вимірювальні технології***

Інформаційно-вимірювальні технології (ІВТ) та метрологія відіграють фундаментальну роль у створенні інтелектуальних систем моніторингу виробничих процесів. Саме вони забезпечують збір, обробку та аналіз даних, які є основою для прийняття рішень щодо оптимізації виробництва та запобігання аварій.

### ***Ключові аспекти ролі ІВТ та метрології***

**Збір даних:** датчики, метрологічне забезпечення. Вони забезпечують безперервний збір даних про різноманітні параметри виробничого процесу; гарантує точність та достовірність отриманих даних шляхом калібрування датчиків і проведення метрологічної атестації [5].

**Обробка даних:** системи збору даних та програмне забезпечення. Це консолідує дані з різних джерел та передають їх на обробку; використовується для фільтрації, нормалізації та агрегації даних, а також для їх подальшого аналізу [6].

**Аналіз даних:** статистичні методи, машинне навчання. Дозволяють виявити тренди, сезонність та інші закономірності в даних. Використовується для створення моделей, які здатні виявляти аномалії, прогнозувати майбутні значення та класифікувати дані [7].

**Візуалізація даних:** інтерактивні дашборди. Представляють дані у зручному для сприйняття вигляді, що дозволяє операторам швидко оцінити стан виробничого процесу.

**Прийняття рішень:** системи підтримки рішень. На основі отриманих даних та результатів аналізу пропонують оптимальні рішення для управління виробничими процесами.

Отже, метрологія відіграє особливо важливу роль у забезпеченні якості даних. Вона встановлює єдині вимоги до вимірювань, забезпечує їх точність та порівнянність. Без метрологічного забезпечення неможливо побудувати надійну систему моніторингу.

**Конкретні приклади застосування ІВТ та метрології:** моніторинг стану обладнання, оптимізація енергоспоживання, контроль якості продукції, прогнозування виробництва. Завдяки цій обладі ми можемо виявляти знос деталей, витоків, перегрів та інші аномалії, що можуть призвести до аварій.

Фактори, які слід врахувати при розробці створення інтелектуальних систем моніторингу – це точність, швидкість, простота, вартість та інвазивність.

**Точність:** система повинна здатна виявляти навіть найменші зміни або аномалії в моніторених даних. Це особливо важливо для раннього виявлення

проблем. Використання складних алгоритмів машинного навчання, таких як нейронні мережі, дозволяє виявляти неявні залежності та патерни в даних.

**Швидкість:** система повинна забезпечувати швидку обробку даних та видачу результатів у режимі реального часу. Система повинна бути легкою у використанні навіть для користувачів без глибоких технічних знань. Зведення до мінімуму необхідності вручну налаштовувати систему.

**Вартість:** вартість датчиків, серверів та іншого обладнання. Ліцензії на програмне забезпечення, витрати на розробку.

**Інвазивність:** система повинна мінімально впливати на роботу об'єкта моніторингу. Забезпечення безпеки та конфіденційності даних. Дотримання етичних норм при зборі та обробці даних [8].

**Висновки.** Створення інтелектуальних систем моніторингу виробничих процесів є актуальним завданням сучасного виробництва. Такі системи дозволяють підвищити ефективність виробництва, забезпечити безпеку праці, знизити витрати та покращити якість продукції. Інформаційно-вимірювальні технології (ІВТ) грають ключову роль у зборі, обробці та аналізі даних. Метрологія забезпечує точність і достовірність вимірювань. Результати досліджень залежать від багатьох факторів, як зовнішніх, так і внутрішніх. Важливо враховувати ці фактори при плануванні та проведенні досліджень. Загалом, створення інтелектуальних систем моніторингу є складним і багатогранним завданням, яке вимагає комплексного підходу. Однак, переваги таких систем є очевидними, і їх впровадження є одним з ключових напрямків розвитку сучасного виробництва. Перспективами подальших досліджень може бути розробка нових алгоритмів машинного навчання для більш точного аналізу даних, створення систем, які здатні адаптуватися до змін у виробничому процесі, розробка систем, які можуть працювати в умовах невизначеності та неповних даних. Ця робота є лише першим кроком на шляху до створення ідеальної системи моніторингу. Подальші дослідження дозволять розширити можливості таких систем і зробити їх ще більш ефективними.

## Література

1. Наукове дослідження. Вікіпедія. – Електронний ресурс. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B5\\_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B5_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F)

2. Україна стала одним із провідних центрів ремонту пошкоджених електромобілів Tesla. Foreign Ukraine. – Електронний ресурс. URL: <https://foreignukraines.com/2023/11/25/ukraine-has-become-one-of-the-leading-centers-for-repairing-damaged-tesla-electric-cars/>

3. Типові ознаки несправності датчика та вартість їх ремонту. ua.motofocus.eu. – Електронний ресурс. URL: <https://ua.motofocus.eu/news/49928,%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%>

[B2%D1%96-%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%B8-%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D1%82](https://www.olx.ua/uk/list/q-tesla-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D1%82%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%B8-%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D1%82)

4. Датчики тиску. olx.ua. – Електронний ресурс. URL: [https://www.olx.ua/uk/list/q-tesla-](https://www.olx.ua/uk/list/q-tesla-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/)

[%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/](https://www.olx.ua/uk/list/q-tesla-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/)

5. Система збору даних. Вікіпедія. – Електронний ресурс. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0\\_%D0%B7%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%83\\_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%B7%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%83_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85)

6. Злиття даних датчиків. Вікіпедія. – Електронний ресурс. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BB%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F\\_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85\\_%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%B2](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BB%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%B2)

7. Ринок аналізу даних датчиків: поточний аналіз і прогноз (2022-2028). univdatos.com. – Електронний ресурс. URL: <https://univdatos.com/uk/report/sensor-data-analytics-market/>

8. «Мозок» дата-центру або що таке система моніторингу? gigacenter.ua. – Електронний ресурс. URL: <https://gigacenter.ua/ua/news/mozg-data-centra-ili-chtotakoe-sistema-monitoringa-data-centra>