


Проект системи автоматизації бухгалтерського та оперативного обліку з інтеграцією в ERP-середовище та використанням RFID-технологій


Виконав: студент групи КСМм-24 Ньюкало Євген Ігорович


Керівник: к.т.н., доц. Вишняков В.М.

Кафедра кібербезпеки та комп'ютерної інженерії

Актуальність теми

 Гірничодобувна галузь є основою сировинної економіки, де точність обліку визначає рентабельність.

 Необхідність точного розрахунку собівартості кожної тонни продукції.

 Вимога інвесторів та керівництва до повної прозорості бізнес-процесів у реальному часі.



Мета та об'єкт дослідження

Мета роботи

розробка та обґрунтування проекту системи автоматизації бухгалтерського та оперативного обліку на підприємстві на основі інтеграції RFID-технологій з корпоративною ERP-системою.

Наукова новизна

Наукова новизна даної роботи полягає в удосконаленні архітектури системи оперативного обліку для гірничодобувних підприємств шляхом поєднання технологій RFID та ERP на основі концепції Edge Computing

Об'єкт та Предмет

Об'єкт: Процеси оперативного та бухгалтерського обліку на гірничодобувному підприємстві.

Предмет: Методи та засоби інтеграції RFID-технологій з корпоративною ERP-системою для автоматизації обліку руху сировини

Проблема дослідження



Затримка даних

Інформація надходить "постфактум" (в кінці зміни), що унеможлиблює оперативне реагування на простої.



Низька пропускна здатність

Ручне зважування займає 1-2 хвилин, створюючи черги технологічного транспорту на ваговій.



Відсутність синхронізації

Дані з кар'єру передаються в офіс на паперових носіях, створюючи розрив в інформаційному просторі.

Задачі дослідження



Аналіз бізнес процесів та недоліків ручного обліку в гірничій промисловості



Обґрунтування використання RFID-технологій та ERP-систем



Проектування архітектури та алгоритмів автоматичного зважування та програмна реалізація



Оцінка техніко-економічної ефективності проекту

Методи дослідження



Системний аналіз для дослідження об'єкта автоматизації



Моделювання (BPMN): для порівняння процесів «As is» та «To be»




Алгоритмізація для розробки логіки роботи ПЗ та обладнання




Економічний аналіз для розрахунку ROI та терміну окупності

Аналіз ризиків моделі «As Is»

 **Людський фактор:** Висока ймовірність механічних помилок при ручному внесенні ваги в журнал або Excel.

Зловживання: Ризик змови водія та вагаря, несанкціоноване вивезення продукції («ліві» рейси).

 **Фінансові втрати:** Регулярні розбіжності між геодезичними замірами виробітку та даними вагової (втрати 0.5% – 1% обігу).

Реінжиніринг бізнес-процесів

Процес	Ручний режим (As Is)	Автоматизований (To Be)
Ідентифікація	Візуальна (номерний знак)	Автоматична (RFID-мітка)
Реєстрація	Запис у паперовий журнал	Прямий запис в ERP-систему
Час циклу	1 - 2 хвилин	~ 30 секунд
Роль оператора	Активне введення даних	Лише контроль (виключений з процесу)

Вимоги до системи

Функціональні вимоги

- 100% автоматична ідентифікація транспорту.
- Інтеграція з довідниками "Транспорт" та "Контрагенти" в ERP.
- Автоматичний розрахунок ваги нетто (Брутто – Тара).
- Блокування дублювання зважувань.

Нефункціональні вимоги

- Робота в агресивному середовищі (пил, бруд, вібрація).
- Режим експлуатації системи 24/7.
- Відмовостійкість (робота при втраті зв'язку).
- Захист даних від фальсифікації.

Обґрунтування вибору технології



Чому RFID UHF, а не камери (OCR)?

- ✓ **Стійкість до середовища:** Радіохвилі проходять крізь шар пилу та бруду на номерах, що є критичним для кар'єру.
- ✓ **Швидкість:** Миттєве зчитування мітки на відстані до 10 метрів.
- ✓ **Захист:** Використання міток, що руйнуються при знятті, унеможлиблює підміну автомобіля.

Загальна архітектура системи



Апаратний рівень

Вагові платформи, тензодатчики,
RFID-зчитувачі, світлофори,
шлагбауми.



Мережевий рівень

Оптична магістраль, промисловий
Edge-контролер, захищений VPN-
канал.



Програмний рівень

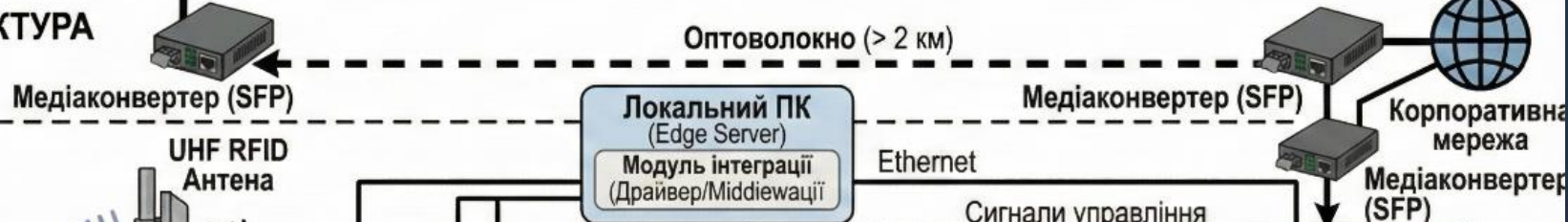
BAS ERP (ядро системи), Power BI
(аналітика), модуль драйвера
вагової.

Архітектура інтегрованої системи автоматизації

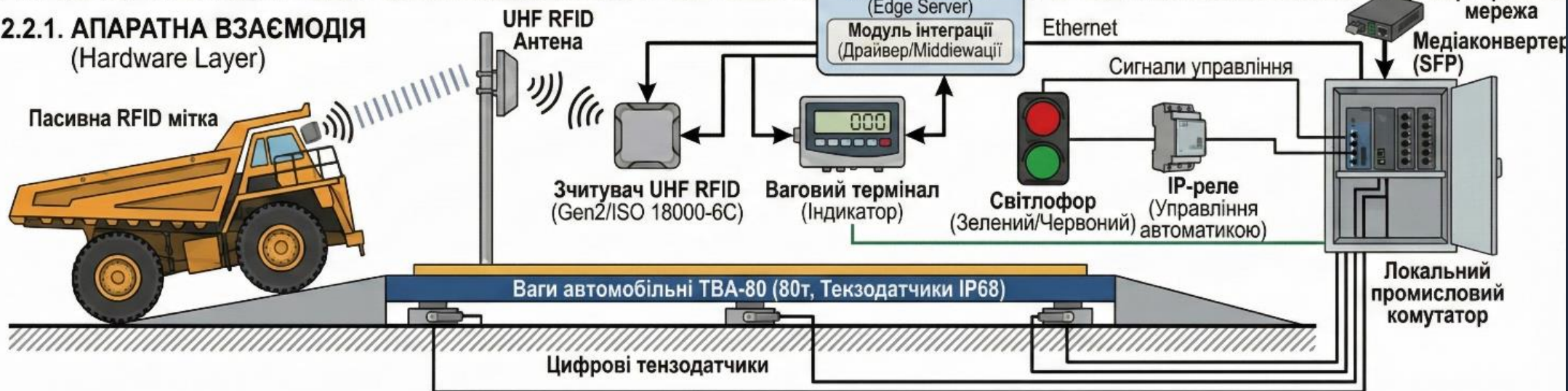
2.2.3. ПРОГРАМНА АРХІТЕКТУРА (Software & Data Layer)



2.2.2. МЕРЕЖЕВА ІНФРАСТРУКТУРА (Network Layer)



2.2.1. АПАРАТНА ВЗАЄМОДІЯ (Hardware Layer)



Концепція Edge Computing

- ⚠️ **Проблема:** Відстань до серверної > 2 км, високий ризик фізичного обриву зв'язку.
- 🔧 **Рішення:** Локальний промисловий ПК на ваговій (Edge Node).
- ⚙️ **Функції:** Управління світлофорами без затримок, буферизація даних (Offline Mode), фільтрація "шуму" зчитувача.



Апаратна реалізація



Ваги ТВА-80
ТензOMETричні, до
80 т



**UHF Long
Range**
ISO 18000-6C



IP-Автоматика
Керування
трафіком

Проектування моделі даних (BAS ERP)



Довідник «RFID-мітки»

Зберігає унікальні TID/EPC коди та зв'язок з конкретним транспортним засобом.



Документ «Зважування»

Фіксує подію: Дата, Авто, Вага Брутто, Вага Тари (з історії), Розрахункове Нетто.



Регістр накопичення

Агрегує дані для побудови оперативної звітності та аналізу KPI.

Програмна інтеграція (Middleware)

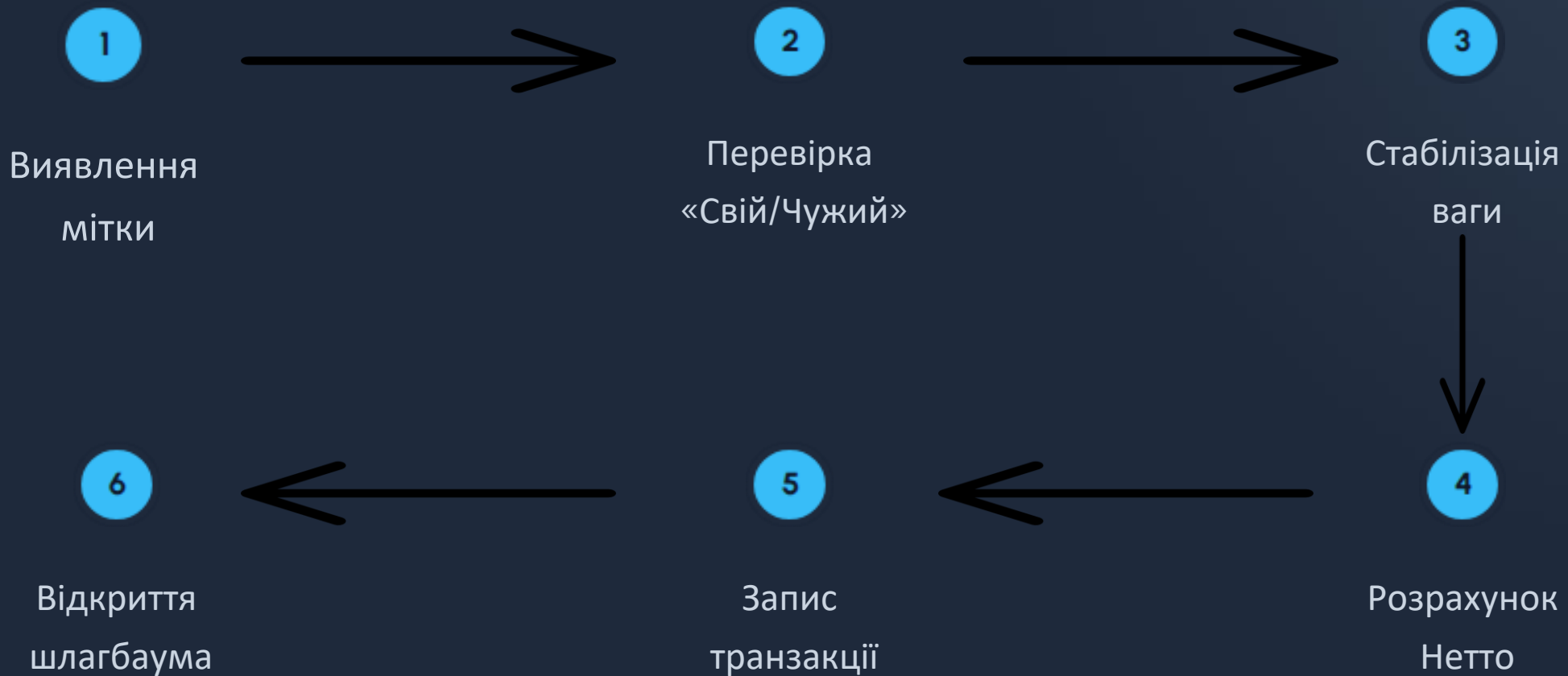
Модуль «АРМ Вагаря»

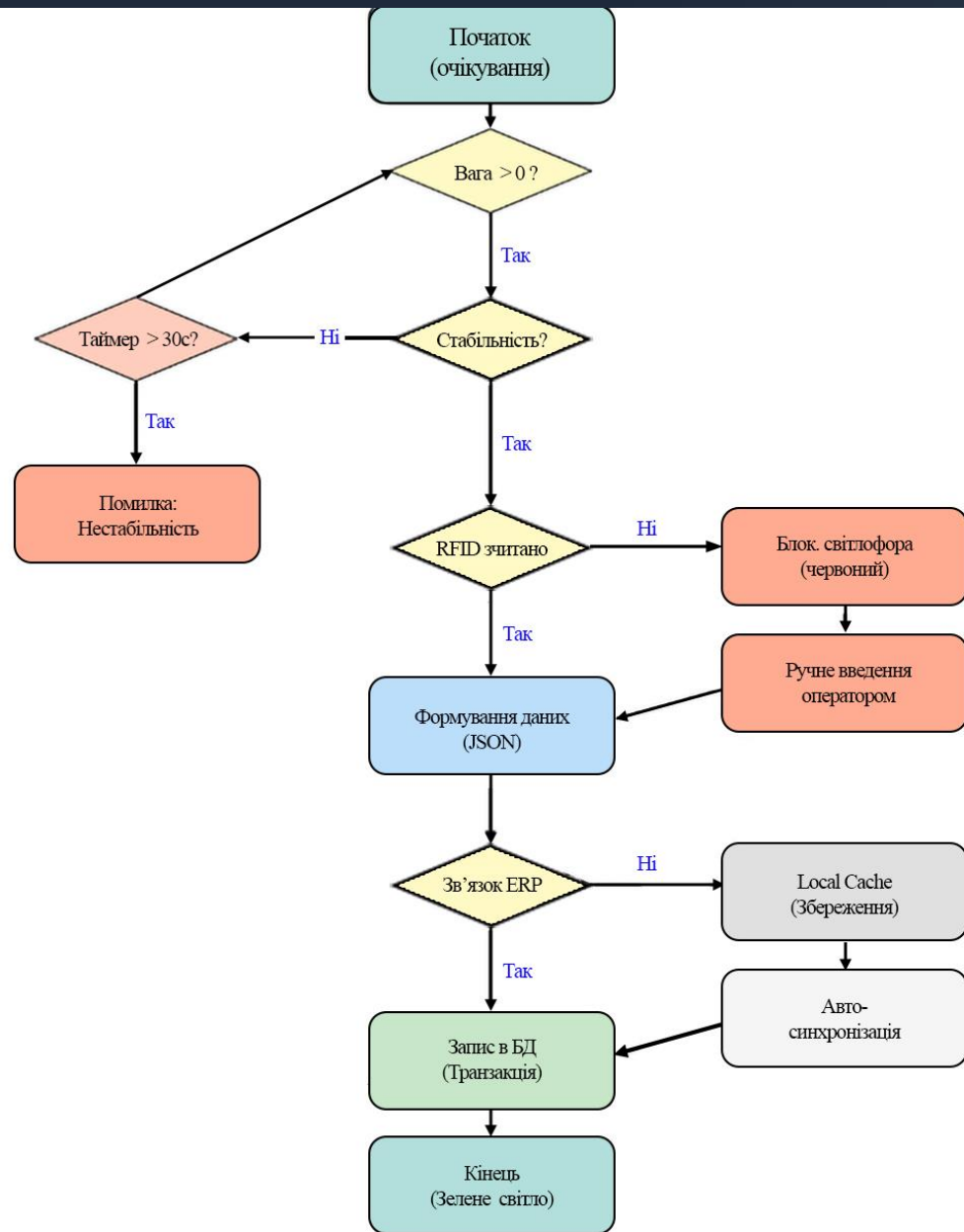
Реалізовано на платформі BAF (Business Automation Framework). Забезпечує пряму взаємодію з обладнанням, відмовляючись від стороннього платного ПЗ.

Протоколи взаємодії

- **HTTP-клієнт:** Для надсилання команд RFID-зчитувачу та керування реле.
- **COM-порт:** Отримання потоку даних з вагового терміналу в реальному часі.

Алгоритм роботи системи





Інформаційна безпека



Захист від клонування: Система перевіряє незмінний заводський номер чіпа (TID), а не лише перезаписуваний EPC.



Мережева безпека: Обладнання винесено в окремий VLAN, зв'язок з офісом через шифрований VPN тунель.



Рольова модель: Програмна заборона ручного редагування ваги оператором.

Підсистема аналітики (Power BI)



КРІ в реальному часі

Інтеграція ERP з Power BI реалізована через Web-запити. Керівництво отримує дашборди з ключовими показниками:

- Тоннаж за годину.
- Кількість рейсів (динаміка зміни).
- План-фактний аналіз видобутку.

Результати тестування

99.85%

Надійність

Коефіцієнт технічної готовності під час дослідної експлуатації.

Offline

Стрес-тест

Успішна робота та синхронізація при імітації обриву кабелю.

30.8s

Швидкість

Середній час циклу (скорочено з 50 сек).

Економічна ефективність

Вартість впровадження (CAPEX)

122 500 €

Значна економія досягнута завдяки In-house розробці ПЗ та використанню існуючої інфраструктури.

Економічний ефект (щомісяця)

~137 500 €

За рахунок ліквідації втрат продукції

Інвестиційна привабливість

< 1 міс.

Термін окупності

> 1200%

ROI (1-й рік)

1.6x

Ріст пропускної здатності

Висновки

- ✓ Розроблено та впроваджено автономну систему обліку в ТОВ «ТРУД».
- ✓ Доведено ефективність архітектури Edge Computing в агресивних умовах кар'єру.
- ✓ Мінімізовано ризики зловживань та вплив людського фактору.

Дякую за увагу!

