

УДК 004.932:656.223

М.Б. КОПИТЧУК, О.В. ОЛЕЩУК

Одеський національний політехнічний університет, Україна

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

Виконано аналіз існуючих систем управління вантажопотоками і виявлені основні їхні недоліки. Запропоновано підхід, який дозволяє зменшити вплив людського фактору при реєстрації транспортних засобів і за рахунок цього збільшити продуктивність АСУ, забезпечити надійність, достовірність і контролеспроможність інформації, що отримується. Формалізовано процес ідентифікації транспортних засобів, що дозволило створити відповідну інформаційну технологію.

**система управління вантажопотоками, інформаційна модель, розпізнавання, ідентифікація**

## Вступ

Для функціонування промислових підприємств важливим є забезпечення безперебійного постачання сировини та відвантаження готової продукції. Тому актуальною є задача побудови ефективних систем управління вантажопотоками.

Найбільш гостро проблеми управління вантажопотоками постають на великих промислових підприємствах та при вантажоперевезенні між підприємствами у межах держави та за її межами. В таких масштабах задача обліку вантажу не може вирішуватись без використання обчислювальної техніки і на сучасному рівні вона має вигляд, як показано на рис. 1.

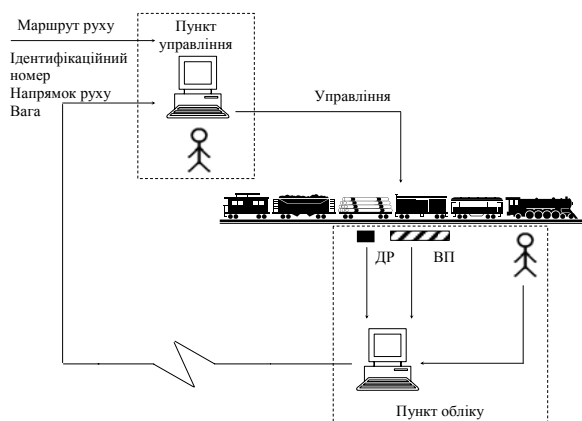


Рис. 1. Структура системи управління вантажопотоками

На спеціально обладнаних пунктах обліку виконується вимірювання проблемних характеристик [1], які стосуються транспортних засобів та вантажу, що

на них перевозиться. Найчастіше це маса транспортного засобу, напрямок перевезення, тощо. Подібні характеристики можуть бути виміряні в повністю автоматичному режимі на основі даних, отриманих від датчиків руху (ДР), вагових платформ (ВП) та інших вимірювальних засобів, і не потребують втручання оператора. Але для подальшої обробки отриманої інформації у системі документообігу, у виробничих відділах та для забезпечення контролю над вантажоперевезеннями потрібно мати атрибутивні характеристики транспортних засобів, які дозволяють ідентифікувати транспортний засіб та вантаж, що перевозиться. Також наявність атрибутивних характеристик потрібна для визначення додаткової інформації, наприклад, маси нетто вантажу, що перевозиться, коли відомі маси тара та брутто транспортних засобів.

Атрибутивною характеристикою, що дозволяє однозначно ідентифікувати транспортний засіб, при перевезеннях між підприємствами є державний номер транспортного засобу, а при перевезеннях у межах одного підприємства такою характеристикою може бути державний або внутрішній номер. Визначення та введення атрибутивних характеристик у локальну базу даних (ЛБД) пункту обліку чи підприємства виконується людиною-оператором. У подальшому інформація з ЛБД поступає в централізовану базу даних держави чи підприємства, звідки дані можуть бути отримані будь-якими підрозділами

підприємства. Ґрунтуючись на отриманих даних, виконується управління транспортними засобами.

Очевидно, що від швидкості постачання даних про транспортні засоби, від їхньої коректності та можливості перевірки буде залежати функціонування підприємства у цілому.

Сучасні засоби вимірювальної техніки мають досить високу продуктивність, і ведеться багато наукових робіт у напрямі покращення швидкісних характеристик вимірювальних пристроїв [2, 3]. Тому в існуючій структурі управління вантажопотоками швидкість надання інформації обмежена насамперед через необхідність ручного вводу атрибутивних характеристик. Достовірність отриманої інформації є досить високою, але ця інформація не може вважатись стовідсотково вірною, бо можливі як помилки при ручному вводі даних так і неможливість їх визначення у певних обставинах (при значній забрудненості транспортних засобів, при поганих погодних умовах та при великій швидкості руху транспортного засобу). Ситуацію ускладнює неможливість перевірки отриманих даних або її пов'язаність із додатковими витратами на повернення транспортного засобу на пункт обліку.

Відсутність будь-яких додаткових атрибутивних даних окрім введених оператором, збільшує ризик нелегальних вантажоперевезень і вимагає наявності представника служби безпеки у місцях обліку вантажу.

Існуючі проблеми у системі управління вантажопотоками потребують її подальшої автоматизації у частині, що стосується визначення атрибутивних характеристик. Основні задачі полягають у підвищенні продуктивності системи, у забезпеченні достовірності інформації і спроможності її контролю та у розширенні набору отримуваних атрибутивних характеристик. Впровадження систем автоматичної реєстрації транспорту та інтелектуальної обробки інформації на пунктах обліку на межах держав і областей, а також при в'їздах на територію підприємств дозволить вирішити задачу контролю перевезеного вантажу, забезпечити безпеку перевезень.

## 1. Автоматизована система управління вантажопотоками

Пропонується автоматизована система управління вантажопотоками (рис.2), яка на відміну від існуючих використовує відеодані як першоджерело про атрибутивні характеристики залізничних вагонів, причому ці дані отримуються за допомогою телекамер і автоматично обробляються [4].

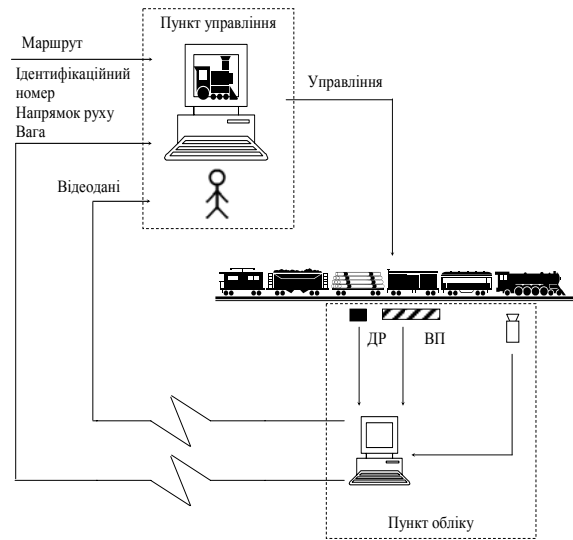


Рис. 2. Структура автоматизованої системи управління вантажопотоками

Запропонований підхід надає змогу замінити людину-оператора на пункті обліку автоматизованою інформаційно-вимірювальною системою.

Хоча автоматизована система ідентифікації та реєстрації залізничних вагонів (АСІРЗВ) може функціонувати як незалежна система визначення атрибутивних характеристик, більш доцільна її інтеграція з іншими інформаційно-вимірювальними системами, призначеними для вимірювання маси, швидкості та іншими.

Використання АСІРЗВ як складової частини автоматизованої системи управління вантажопотоками надає можливість не тільки автоматизувати процеси, що раніше потребували втручання людини, а й розширює функціональність АСУ. А саме, до тієї інформації про залізничний состав, що постачалася і раніше (ідентифікаційного номеру, напрямку руху і ваги залізних вагонів), додаються відеодані, що під-

вищує контролеспроможність отриманих атрибутивних характеристик, дозволяє візуально контролювати стан залізничних вагонів і вантаж, що перевозиться.

## 2. Комплексна інформаційна модель процесу ідентифікації рухомих об'єктів

Вхідними сигналами комплексної інформаційної моделі ідентифікації рухомих об'єктів (КІМПРО) (рис. 3) є відеодані  $g_k$  та тензодані  $z_t$ . У блоці синхронізації (БС) для кожного вагону визначаються динамічні характеристики рухомого об'єкта, такі як швидкість  $v$  та часовий інтервал спостереження  $\theta$ , де

$$\theta = (\tau_0(z_t, g_k), \tau_n(z_t, g_k)); \quad (1)$$

$$v = v(z_t, g_k) \Big|_{\substack{t=0..T'_{\max} \\ k=0..K-1}}, \quad (2)$$

де  $\tau_0, \tau_n$  – початковий та кінцевий моменти часу відповідно, коли об'єкт знаходився у полі зору відеодатчиків;  $T'_{\max}$  – час спостереження тензосигналу.

Селектор кадрів (СК), базуючись на характеристиках (1) та (2), вибирає множину кадрів  $G_k$  для подальшого аналізу, де

$$G_k = \begin{cases} \{g_k\} \\ k = k(\theta, v) \end{cases}. \quad (3)$$

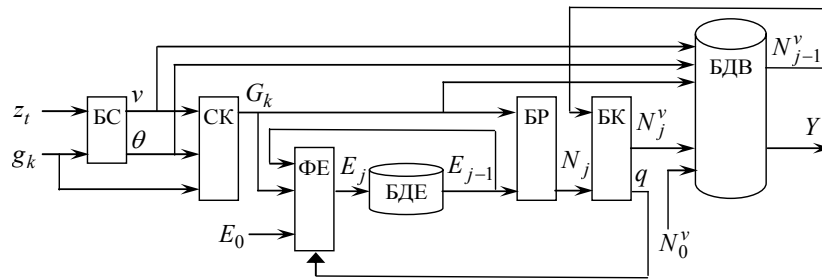


Рис. 3. Загальний порядок взаємодії блоків обробки інформації в КІМПРО

Кадри  $G_k$  та множина еталонів  $E_{j-1}$ , отримана на  $(j-1)$ -му кроці адаптації АСІРЗВ, надають змогу у блоці розпізнавання (БР) отримати розпізнаний номер  $N_j$ , де

$$N_j = R_N(G_k, E_{j-1}); \quad (4)$$

У блоці контролю (БК) обчислюються параметри:

$$N_j^V = V_N(N_{j-1}, N_{j-1}^V); \quad (5)$$

$$q = \begin{cases} 1, & \text{і ðè } Q < \bar{Q} \text{ òà } N_j \notin \{N_{j-1}^V\}; \\ 0, & \text{іі ðèø å,} \end{cases} \quad (6)$$

де  $N_j^V, N_{j-1}^V$  – множина перевірених номерів, сформована на  $j$ -му та  $(j-1)$ -му кроках адаптації АСІРЗВ відповідно;  $q$  – ознака невірної розпізнавання;  $Q$  – критерій якості розпізнавання поточного зразка;  $\bar{Q}$  – порогове значення критерію якості роз-

пізнавання. Початковий перелік вірних номерів  $N_0^V$  формується із зовнішніх джерел.

При одиничному значенні величини  $q$  активізується формувач еталонів (ФЕ) для розширення множини еталонів  $E_j$ , яка розглядається як функціональна залежність

$$E_j = E(E_0, E_{j-1}, G_k, N_j^V, q), \quad (7)$$

де  $E_0$  – початкова множина еталонів.

Початкова і розширена множина еталонів зберігаються у базі даних еталонів (БДЕ).

Результат роботи АСІРЗВ представляється у вигляді кортежу

$$Y = (v, \theta, G_k, N_j^V). \quad (8)$$

Для зберігання вихідних даних  $Y$  і номерів  $N_{j-1}^V$ , що використовуються для перевірки, служить база даних вагонів (БДВ).

Таким чином, КІМПІРО – це послідовність перетворень інформації, яка виражена сукупністю функціональних залежностей (1) – (8).

### 3. Інформаційна технологія ідентифікації рухомих об'єктів

Розроблена інформаційна технологія ідентифікації рухомих об'єктів (рис. 4) дозволяє отримати інформаційний опис стану рухомого об'єкту після його проходження повз зону спостереження, де за допомогою телекамер проводиться отримання відеоданих. Для

одержання детальної інформації про рух об'єкта бажано використовувати додаткові вимірювальні засоби, такі як ваги, лічильники осей, датчики руху, тощо.

Відеодані, інформація про рух та заздалегідь створений набір еталонів виступають у якості вихідних даних етапу розпізнавання, на якому для кожного вагону вирішуються дві основні задачі:

- отримання номера у цифровому виді;
- формування набору зображень вагонів, який містить повну візуальну інформацію про написи на бортах вагонів та вантаж, що в них перевозиться.

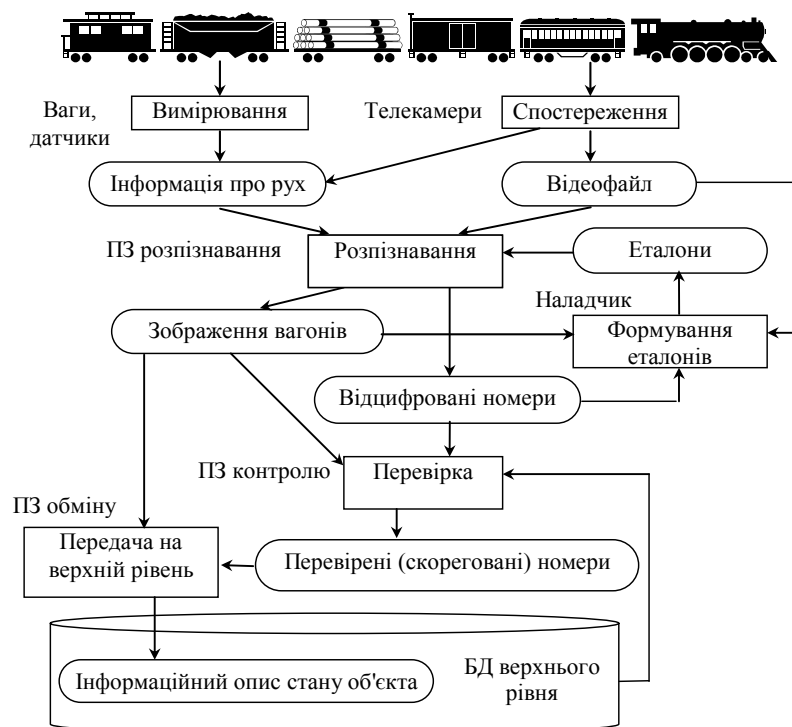


Рис.4. Інформаційна технологія ідентифікації рухомих об'єктів

Кількість кадрів, що вноситься до набору зображень, залежить від довжини вагону, роздільної здатності телекамер, вимог щодо надмірності візуальної інформації. В загальному випадку надмірність інформації у наборі зображень порівняно з відеоданими значно менша, що робить її більш придатною для тривалого зберігання.

Допоміжною функцією етапу розпізнавання є видача рекомендацій щодо поповнення набору еталонів символів. Символи, що розпізнаються невірною або невпевнено заносяться у БД для їх подаль-

шого аналізу наладчиком АСІРЗВ. Ознайомившись з результатами розпізнавання, набором зображень вагонів або з відеоданими, наладчик може прийняти рішення про необхідність розширення переліку еталонів або відхилити рекомендації програми розпізнавання, наприклад, на підставі надто великої зашумленості зразка, що розпізнається.

Найбільш поширені зображення символів можуть бути внесені до списку еталонів ще на етапі розробки АСІРЗВ. Такі еталони доцільно використовувати на етапі навчання системи та як базові

еталони у блоці попереднього розпізнавання, який служить для класифікації написів на бортах вагонів на номери та інші типи написів. Формувати еталони для остаточного розпізнавання доцільніше на основі реальних даних, отриманих після впровадження конкретної АСІРЗВ.

Формувати еталони для остаточного розпізнавання рекомендується на основі реальних даних, отриманих після впровадження конкретної АСІРЗВ. Це дозволить врахувати особливості розташування телекамер, їх роздільну здатність та інші параметри системи. У разі зміни геометричних характеристик системи та/або появи написів, де використовуються нові шрифти слід заново створити перелік еталонів.

Розпізнані номери проходять перевірку з використанням додаткової інформації, такої як контрольна сума цифр номеру, перелік номерів вагонів, які могли проїхати повз пункт контролю, тощо. Перевірені і у разі потреби скоректовані номери разом із зображеннями вагонів відправляються у БД верхнього рівня, де у поєднанні з інформацією про пункт відправки, пункт призначення, вид вантажу та іншою формує інформаційний опис стану об'єкта.

### Висновки

Для формалізації процесів, що протікають при ідентифікації транспортних засобів, розроблена КІМППРО. Вона визначає основні етапи перетворення відео- і тензоданих в інформацію, що становить інтерес, таку як діапазон часу спостереження транспортного засобу, швидкість руху, набір кадрів, що дозволяє візуально оцінити транспортний засіб, та ідентифікаційний номер.

На базі КІМППРО розроблена інформаційна технологія, що дозволяє проводити в реальних умовах ідентифікацію транспортних засобів.

На основі запропонованих теоретичних здобутків розроблена програмно-апаратна АСІРЗВ і впроваджена на металургійних комбінатах України. Завдяки впровадженню АСІРЗВ був автоматизований процес визначення атрибутивних характеристик транспортних засобів, що дозволило у чотири рази збільшити пропускну спроможність пунктів обліку. Крім того, була розширена інформативність системи управління і забезпечена контролеспроможність отриманої інформації

### Література

1. Копытчук Н.Б. Информационная модель управляющих информационных систем: термины и определения // Труды Одесского политического университета. – 2002. – Вып. 2 (18). – С. 81-86.
2. Копытчук Н.Б. Комплекс аппаратно-программных средств для тензометрии // Труды Одесского политехнического университета. – 1998. – Вып. 2(6). – С. 42-45.
3. Копытчук Н.Б., Огинский В.М., Олещук О.В. Использование метода циклического интегрирования для определения параметров сигнала при ограниченном времени наблюдения // Труды Одесского политехнического университета. – 2001. – Вып. 1 (13). – С. 158-162.
4. Олещук О.В. Система распознавания номеров железнодорожных вагонов // Вісник ЧІТІ. – 2004. – № 2. – С. 17-22.

*Надійшла до редакції 19.02.2008*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.М. Ілюшко, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», Харків.