

## МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ЗВАЖУВАННЯ РУХОМИХ ВАНТАЖІВ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

Спроектовано мікропроцесорну систему для зважування залізничного транспорту в русі. Зважування використовується практично на всіх підприємствах, що відвантажують свою або отримують продукцію від постачальників, що потрібна для виробничого циклу. Здійснення зважування вагонів у русі — завдання вагонних ваг, яке по-різному вирішується фірмами-виробниками. Йдеться про електронні або електронно-механічні ваги, які мають у своєму складі, крім зважувальних пристроїв, наявність або інтелектуального вагового контролера або вагового процесора, на якому працює програмне забезпечення, що виконує остаточну обробку сигналів, що надходять від датчиків ваг для обчислення маси вагонів.

**Ключові слова:** мікропроцесорна система, зважування, контролер, програмне забезпечення, транспорт.

### *Abstract*

A microprocessor system for weighing railway transport in motion has been designed. Weighing is used in almost all enterprises that ship their own or receive products from suppliers that are required for the production cycle. Weighing wagons in motion is a task of wagon scales that is solved in different ways by manufacturing companies. These are electronic or electronic-mechanical scales that, in addition to weighing devices, include either an intelligent weight controller or a weight processor that runs software that performs the final processing of signals coming from weight sensors to calculate the weight of wagons.

**Keywords:** microprocessor system, weighing, controller, software, transport.

### Вступ

В умовах зберігання та переробки мільярдів тонн вантажів першорядне значення має автоматизація зважування вантажів, тобто процесів обліку та контролю за вантажообігом.

Як відомо, основна відмінність динамічного способу зважування від статичного полягає в тому, що при динамічному зважуванні вагон здійснює рух по терезах під час зважування, а при статичному зважуванні вагон знаходиться ваги нерухомо. Однак є ще одна відмінність зважування в русі від зважування в статиці, яке, як правило, залишається в тіні при проектуванні ваг. Йдеться про ідентифікацію рухомого складу, тобто про визначення числа та положення осей вагона та виявлення локомотива у складі. Без ідентифікації рухомого складу неможливо отримати повністю автоматичний цикл динамічного зважування, який передбачає «прив'язку» зважених осей до певного вагону для правильного розрахунку маси вагона, визначення напрямку руху, швидкості та прискорення вагона чи локомотива для перевірки дотримання швидкісного режиму зважування, відстеження виникнення тривалих зупинок на терезах, виявлення зміни напрямку руху [1, 2].

Зазвичай процедура динамічного зважування на електронних та електронно-механічних терезах побудована таким чином, що перед початком зважування задіюється спеціальний програмний діалог для вибору напрямку руху вагонів, положення та типу локомотива, числа осей вагонів тощо. Всі зазначені параметри повинен задати оператор ваг, тому ймовірні помилки, що призводять не тільки до явних збоїв при зважуванні, але і до дефектів розрахунку маси вагонів, що не діагностуються в ході зважування. Коли, незважаючи на відсутність повідомлень від помилок зважування, маси вагонів є не правильними внаслідок наприклад, неправильної прив'язки осей до вагонів, неправильного виявлення та обчислення локомотивів.

Якщо ж програма вагонних ваг має (нехай і після завдання початкових умов) здатність ідентифікації рухомого складу, алгоритми ідентифікації, що використовують тимчасові характеристики руху вагона, які, як відомо, залежать від швидкості та прискорення його руху, а

отже, є не надійними і можуть вимагати завдання оператором передбачуваного швидкісного діапазону руху вагонів адаптації початкових параметрів алгоритму.

У теперішній час активно розробляються і застосовуються різні методи зважування рухомих вантажів, але вони не завжди є достовірними. А тому виникає потреба в покращенні таких систем.

Вдосконалення системи зважування рухомих вантажів та розширення її функціональних можливостей для розрахунку маси вагона, визначення напрямку руху, швидкості та прискорення вагона чи локомотива для перевірки дотримання швидкісного режиму зважування, відстеження виникнення тривалих зупинок на терезах, виявлення зміни напрямку руху є актуальними.

### Результати дослідження

Відповідно до вимог та функцій, які повинна виконувати розроблювана система, необхідно визначити основні компоненти модулів обчислювальної системи. Для цього побудовано структурну схему, яку показано на рисунку 1.

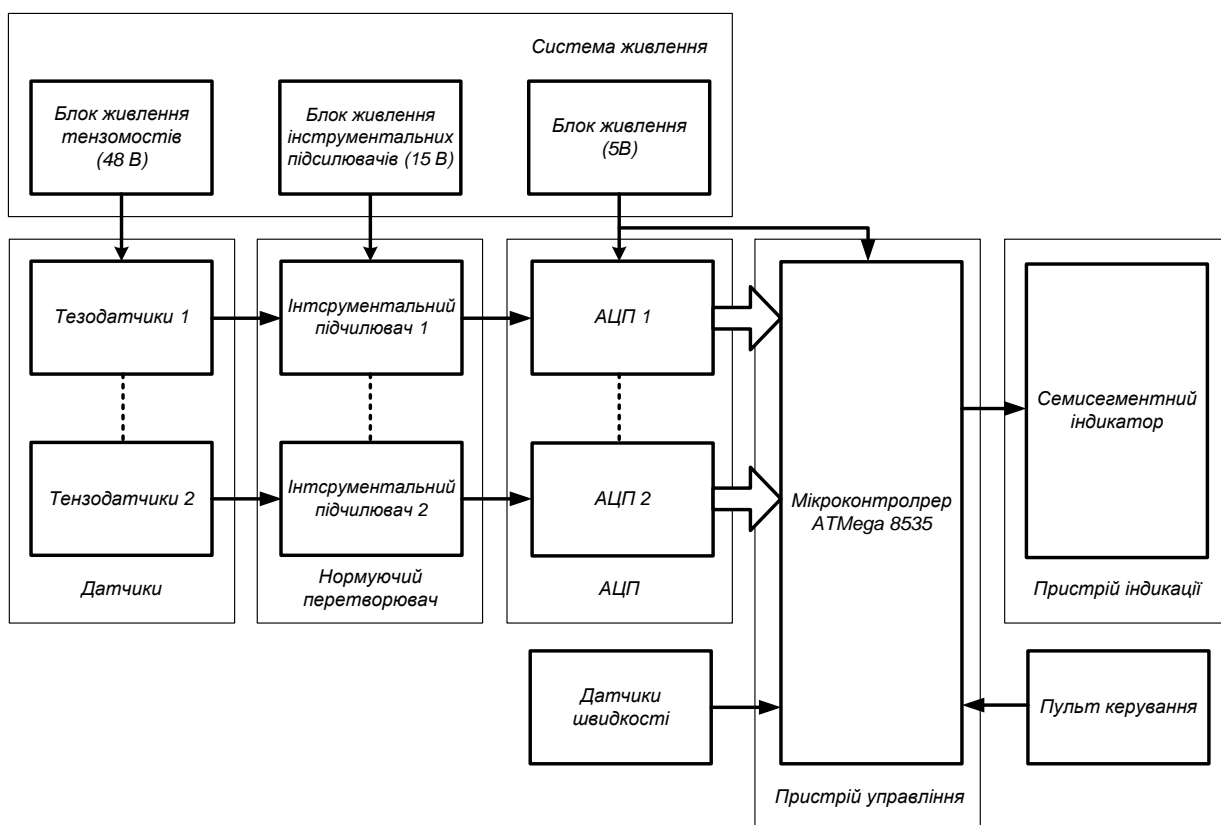


Рисунок 1 — Структурна схема системи

Датчики є необхідною складовою частиною системи [3, 4] та використовуються для того, щоб система в реальному часі реагувала на зовнішні зміни відповідно до заздалегідь розробленого алгоритму. На сучасному ринку існує багато різновидів датчиків, деякі з них є вузькоспеціалізованими.

Оскільки навантаження на різні точки може бути нерівномірним, і ваги двох платформ відрізняються, кількість точок контролю (датчиків) має бути подвоєною і становити 8 одиниць.

При виборі пристрою управління слід враховувати можливість підключення додаткових датчиків для уточнення даних та розширення функціональних можливостей.

Пристрій управління [5] є ключовою частиною системи, яка збирає та обробляє інформацію від датчиків, генерує керуючі сигнали для виконавчих пристроїв і виводить інформацію на пристрій індикації.

Пульт керування та пристрій індикації призначені для режиму зважування, візуального виведення поточної маси вагона та графіків зміни ваги.

Згідно з визначеними функціями, загальна структура роботи системи визначається так: пристрій управління отримує дані від датчика ваги та швидкості, обробляє їх за встановленим алгоритмом і передає на індикатори для відображення параметрів ваги та швидкості.

Під час роботи автоматизованої системи зважування в русі, первинні перетворювачі здійснюють конвертацію ваги у відповідні рівні напруги. Після цього нормуючі перетворювачі формують напругу для кожного каналу в заданому діапазоні для зручності подальшої обробки. Цей процес відбувається незалежно від інших операцій. Тим часом, обране цифро-аналогове перетворення каналу включає в себе 2 зовнішні АЦП. Після перетворення аналогового сигналу в цифровий формат, дані передаються через канал USART. Після цього отриманий код [6], який визначає часткову вагу, записується, і проводиться підсумовування часткових ваг. Ця сума характеризує загальну вагу вагона.

### Висновки

Розроблено мікропроцесорну систему зважування рухомих вантажів, яка повністю відповідає поставленим вимогам. Порівняно з існуючими, вона є вдосконаленою та має розширені функціональні можливості для розрахунку маси вагона, визначення напрямку руху, швидкості та прискорення вагона чи локомотива для перевірки дотримання швидкісного режиму зважування, відстеження виникнення тривалих зупинок на терезах, виявлення зміни напрямку руху.

Здійснено вибір мікропроцесорної платформи, визначено її технічні характеристики, які забезпечать оптимальне функціонування системи.

Здійснено вибір периферійних пристроїв, які забезпечать повноцінне і високоточне функціонування системи.

Розроблено програмне забезпечення, що забезпечує керування мікроконтролером та системою в цілому.

### Список використаної літератури

1. Tutak P. Application of strain gauges in measurements of strain distribution in complex objects// JACSM. IT Institute, University of Social Sciences. – 2014. V. 2, №6. P. 135–145.
2. Ghimbaseanu I. Experimental research study on the use of a resistive tensometric// International Scientific Journal: Machines. Technologies. Materials. - Transilvania University of Brasov, Romania. - 2015. V. 1, №9. P. 44–47.
3. Фідровська Н. М., Пономаренко Р. В., Слепужніков Є. Д., Козодой Д. С. Обґрунтування проведення тарировки тензорезисторів у комплексі з вимірювальним обладнанням // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – УкрДУЗТ. – 2020. – №194. С. 75-83.
4. Pastor M., Carak P., Gomory I. The assessment of the residual stresses influence on generation of the infringement in shape-complex supporting members // Journal of Mechanical Engineering. - Technical University of Košice. - 2019. №69. P. 85–96.
5. ATMEGA8535 Datasheet. - [http://html.alldatasheet.com/html-pdf/164169/ATMEL/ATMEGA8535\\_153\\_1/ATMEGA8535.html](http://html.alldatasheet.com/html-pdf/164169/ATMEL/ATMEGA8535_153_1/ATMEGA8535.html).
6. Code Vision AVR. - <http://cxem.net/software/codevisionavr.php>

**Азаров Олексій Дмитрович** – доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Богомолів Сергій Віталійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Васильковський Михайло Васильович** – ст. гр. 2КІ-22м, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Oleksyi D. Azarov** – Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Serhii V. Bohomolov** – PHD, candidate of engineering sciences, associate professor of department of the computing engineering, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya.

**Vasylovsky V. Mykhailo** – student of group 2KI-22m, faculty of information technologies and computer engineering, Vinnytsia National Technical University