УДК 681.264.4:004.9

МОДЕЛЮВАННЯ СИГНАЛУ ЗВАЖУВАННЯ НА ПООСЬОВИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ВАГАХ

І.В. Суровцев, *канд. техн. наук*

Постановка проблеми. Значне зростання великовагових автомобільних перевезень призводить до поступового зношення і руйнування автомобільних доріг. З метою їхнього збереження для перевізників встановлюється плата за проїзд, якщо вагові параметри транспортних засобів перевищують нормативні. Значення нормативних вагових параметрів (загальна маса, навантаження на одиничну, здвоєну, строєну вісь) і величина сплати за проїзд визначаються Постановами Кабінету Міністрів України [1]. Контроль вагових параметрів здійснюється під час в'їзду транспортних засобів в Україну на міжнародних автомобільних пунктах пропуску (МАПП) шляхом зважування на поосьових вагах у русі. Тому питання щодо надійного визначення величин навантаження автомобіля на осі під час зважування на поосьових вагах у русі набуває все більшого значення.

Створене автором програмне забезпечення АРМ «Автоваги», на встановлених ТОВ «САРТОКАРАТ» поосьових вагах більш як 15 років використовується для зважування автомобілів у русі на багатьох МАПП України, зокрема: «Ягодин – Дорогуськ PL» Волинська митниця (до 700 зважувань за добу); «Мамалига – Крива MD», «Россошани – Бричень MD» Чернівецької митниці.

Значною перевагою таких поосьових ваг є висока швидкість процесу зважування і можливість вимірювання навантажень на осі для транспортних засобів різної довжини й габаритів.

Проте існуюча технологія поосьового зважування має певні недоліки, а саме:

- високочастотна фільтрація динамічного сигналу виконується методами середнього змінного, що змінює сам сигнал;
- навантаження на вісь обчислюється як середнє значення верхньої частини сигналу зважування осі без створення математичної моделі, що призводить до неоднозначності й нестабільності визначення як поосьових навантажень, так і загальної маси.

Тому широке практичне застосування поосьових ваг потребує подальшого вдосконалення обробки динамічного сигналу зважування, створення сучасних математичних моделей, які дадуть змогу більш однозначно і з меншими похибками визначати поосьові навантаження і загальну масу транспортного засобу .

Постановка задачі. Необхідно для кожного діапазону $P_j(t)$, що відповідає одиночній осі сигналу зважування $P(t)$, побудувати математичну модель, яка б автоматично формувалася та давала значення поосьового навантаження.

Рішення задачі. Будемо аналізувати сигнал зважування в русі дуже поширеного транспортного засобу – двохосьового тягача з трьохосьовим напівпричепом за схемою (1+1+3). Сигнал, записаний під час проведення державної повірки поосьових ваг на МАПП «Мамалига – Крива MD» Чернівецької митниці у 2014 р., зображено на рис. 1.

Моделювання сигналу осі. Під час наїзду і з'їзду осі автомобіля краї платформи поосьових ваг частково підіймаються, а сама платформа під час руху осі трохи деформується. Ці фактори, а також нерівності дороги і робота електронного приладу призводять до зашумлення динамічного сигналу зважування.

Перед початком моделювання методами цифрової фільтрації [3] сигнал $P(t)$ очищають від високочастотної складової, обнуляють вагові значення p_i, які менше MIN (найменша границя зважування поосьових ваг), вилучають фіктивні осі (по тривалості й амплітуді навантаження осі).

Для визначення числа осей Nос знаходять кількість нульових значень екстремуму сигналу $P(t)$, яких на одиницю більше ніж Nос. За номерами точок нульових значень знаходять граничні номери i_{1j} й i_{2j} діапазону сигналу, що відповідають осі $P_j(t)$.

Як математичну модель, що описує поосьові вагові значення, будемо розглядати функцію закону розподілу випадкової величини в такому вигляді

$$P_j(t) = W_j \cdot \exp\left[-\frac{1}{k_j} \cdot \frac{(t_i - t_{0j})^{k_j}}{\sigma^{k_j}}\right], \ (i_{1j} < i < i_{2j}), \quad (1)$$

де W_j – висота функції розподілу, яка дорівнює значенню зважування j осі;

t_i – поточне значення часу вимірювання ваги p_i;

t_{0j} – середнє значення часу вимірювання j осі;

σ – дисперсія функції розподілу;

k_j – коефіцієнт степені функції розподілу.

Середнє значення вимірювання часу t_{0j} осі j визначають як середнє для нерівноточних вимірювань

$$t_{0j} = \frac{\sum_{i=i_{1j}}^{i_{2j}} p_i t_i}{\sum_{i=i_{1j}}^{i_{2j}} t_i}. \quad (2)$$

Величина дисперсії функції розподілу σ практично не змінюється в разі моделювання різних сигналів, тому σ = const.

Коефіцієнт степені функції розподілу k_j визначають автоматично, ітераційним методом за шириною верхньої частини сигналу зважування осі, тобто залежно від швидкості руху автомобіля за вагами: k_j = 7 (до 3 км/г); k_j = 6 (від 3 до 7 км/г); k_j = 5 (більше 7 км/г).

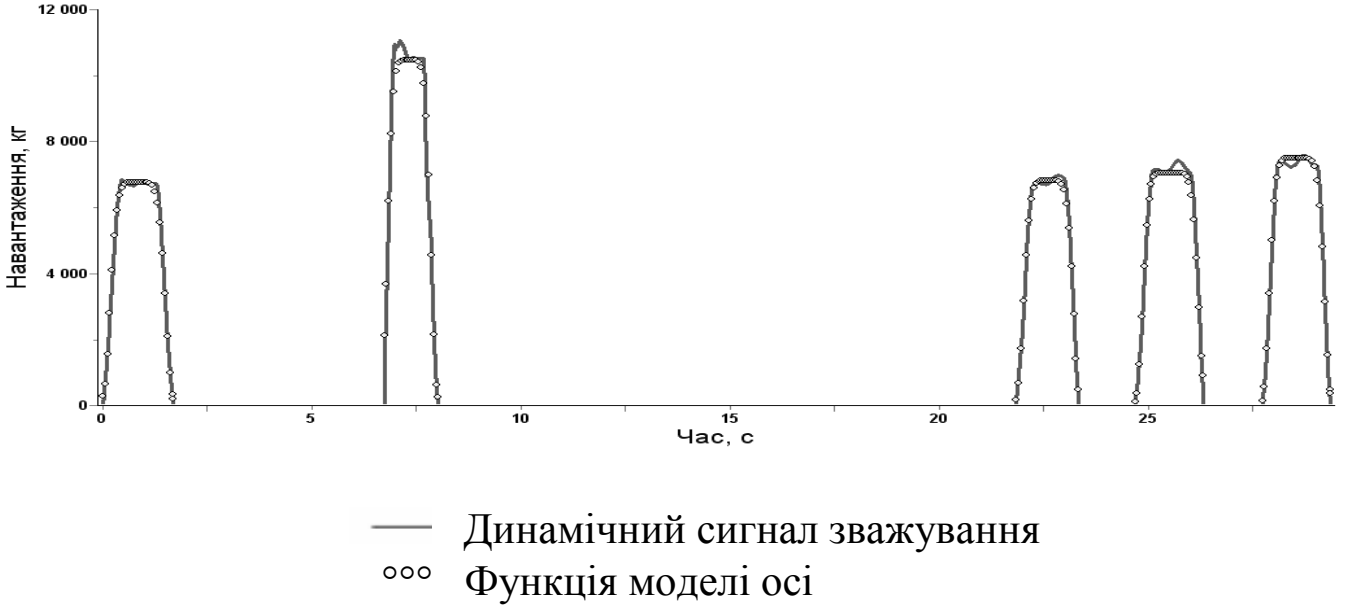


Рис. 1. Моделювання динамічного сигналу зважування

Для визначення висоти функції розподілу W_j логарифмують функцію (1) і одержують залежність

$$\ln(p_i) = \ln(W_j) + \left[-\frac{1}{k_j} \cdot \frac{(t_i - t_{0j})^{k_j}}{\sigma^{k_j}} \right], \qquad (3)$$

при цьому, моделюють залежність у такому вигляді

$$z_i = A_1 + A_2 \cdot \varphi\,(t_i, t_{0j}, \sigma, k_j), \qquad (4)$$

де $z_i = \ln(p_i)$; $A_1 = \ln(W_j)$; $\varphi\,(t_i, t_{0j}, \sigma, k_j) =$

$$= \left[-\frac{1}{k_j} \cdot \frac{(t_i - t_{0j})^{k_j}}{\sigma^{k_j}} \right].$$

Визначають коефіцієнти A_1 і A_1 формули (4) методом найменших квадратів (МНК) за значеннями p_i і t_i для всіх $(i1 < i < i2)$ осі j.

Значення поосьового зважування W_j осі j розраховують за залежністю

$$W_j = \exp(A_1), \qquad (5)$$

при цьому функція моделі осі $P_j(t)$ приймає такий вигляд

$$P_j(t) = W_j \cdot \exp\left[-\frac{A_2}{k_j} \cdot \frac{(t_i - t_{0j})^{k_j}}{\sigma^{k_j}} \right],$$

$$(i_{1j} < i < i_{2j}). \qquad (6)$$

За залежностями (5) і (6) для динамічного сигналу зважування розраховують параметри моделей кожної осі, модель сигналу $P(t)$ наведено на рис. 1.

Похибки моделювання. Порівняємо значення поосьових навантажень W_j, знайдених за моделлю сигналу $P(t)$, із значеннями поосьових навантажень, які одержані за програмою АРМ «Автоваги».

На рис. 2 наведено інтерфейс вікон для опису параметрів автомобіля й одержаних значень поосьового зважування програми АРМ «Автоваги».

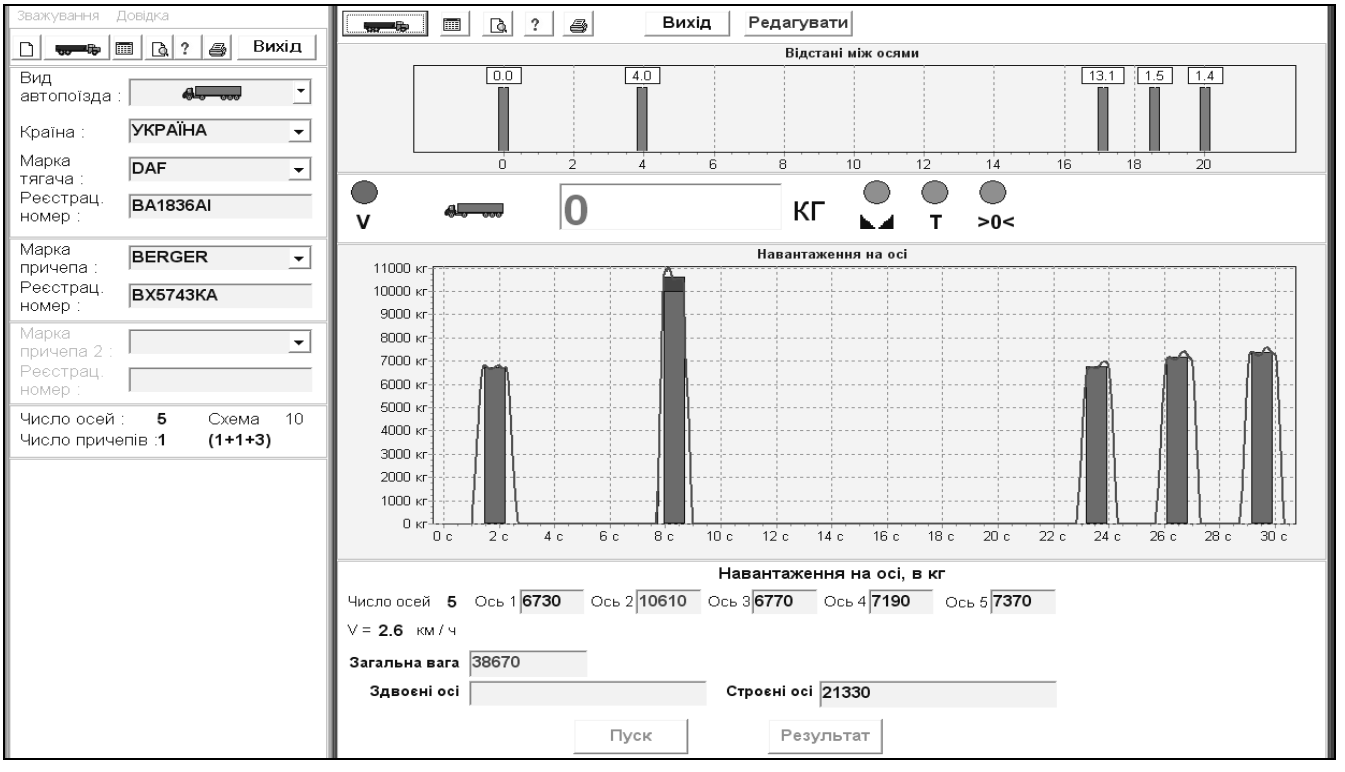


Рис. 2

У програмі за сигналом зважування крім поосьових навантажень також визначають середню швидкість руху автомобіля за вагами, відстань між осями і навантаження на здвоєні або строєні осі залежно від указаної схеми транспортного засобу. За результатами поосьового зважування для перевізника друкується протокол (рис. 3).

Якщо значення загальної маси або навантаження на одиночну, здвоєну, строєну вісь перевищують нормативні значення [1], то вони виділяються квадратною рамкою, а у вікні програми – червоним кольором.

Похибки визначення поосьових навантажень за моделлю і програмою АРМ «Автоваги» (див. таблицю) пояснюються різними способами обробки сигналу зважування та є незначними [4; 5].

МАПП "Мамалига" "Динаміка"

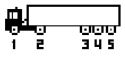
Результат зважування

21.08.14 10:44:32

Країна : УКРАЇНА

Тягач : DAF BA1836AI

Причеп : BERGER BX5743KA



	Вага, т	Сума, т	Норма, т
1 Вісь	6.73	6.73	10.00
2 Вісь	10.61	10.61	10.00
3 Вісь	6.77		
4 Вісь	7.19		
5 Вісь	7.37	21.33	22.00
Загальна вага :		38.67	38.00

М.П. _____Марчук О.М.

Рис. 3

Висновки

Запропонована нова технологія визначення поосьових навантажень і загальної маси автомобіля на поосьових вагах у русі надає змогу більш коректно виконувати цифрову фільтрацію сигналу, автоматично створювати математичну модель динамічного зважування осі, а отже, значно зменшити похибки вимірювань.

Треба відмітити, що автором створено нову інформаційну технологію поосьового зважування на платформних вагах [2], яка дає змогу відмовитися від використання поосьових ваг.

Але для поосьових автомобільних ваг у русі описана технологія визначення навантажень на осі дасть змогу більш надійно й однозначно аналізувати динамічний сигнал зважування, визначати поосьові навантаження і загальну масу автомобіля, що буде використано в наступних версіях АРМ «Автоваги».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про заходи щодо збереження автомобільних доріг загального користування: Постанова КМ України від 27 червня 2007 р. № 879 (із змінами, внесеними згідно з № 516 від 21.05.09; № 815 від 08.09.10; № 380 від 29.05.13;

Параметри моделей осі й поосьові навантаження за програмою АРМ «Автоваги»

№ осі	Параметри моделей						«Автоваги» Pj, кг	Похибка, кг
	t0j	kj	A2	s	ε*	Wj, кг		
1	0,84	6	0,104	0,35	0,0407	6780	6730	+ 50
2	7,32	6	0,415	0,35	0,136	10570	10610	- 40
3	22,60	6	0,111	0,35	0,235	6780	6770	+ 10
4	25,53	6	0,055	0,35	0,271	7110	7190	- 80
5	28,54	6	0,069	0,35	0,332	7410	7370	+40
Загальна маса						38650	38670	- 20

[1] ε – середньоквадратична похибка апроксимації МНК залежності (4).

№ 385 від 20.05.13; № 704 від 26.06.13; № 490 від 17.09.14).

2. Пат. 106013 Україна: МПК (2006) G01G 19/02. Система поосьового зважування на платформних вагах / *І.В. Суровцев, О.В. Бабак, О.Е. Татарінов, Ю.А. Крижановський*; заявл. 06.08.2013; опубл. 10.07.2014 // Промислова власність. – 2014. – № 13.

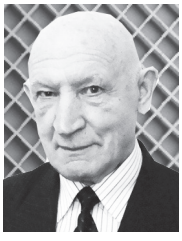
3. Пат. 96367 Україна: МПК (2006) G01N 27/48. Спосіб гістограмної цифрової фільтрації хронопотенціометричних даних / *І.В. Суровцев, В.М. Галімова, О.В. Бабак*; заявл. 11.05.2010; опубл. 25.10.2011 // Промислова власність. – 2011. – № 20.

4. Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань: ДСТУ EN 45501:2007 (EN 45501:1992, IDT). – Введ. 2009-01-01. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2008. – 70 с.

5. Весы для взвешивания транспортных средств в движении. Общие технические требования: ГОСТ 30414-96. – Введ. 1998-01-07. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Стандартинформ, сор. 2007. – 6 с.

УДК 621.9 (621.1 ÷ 681.2)

ПРИСТРІЙ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПОЛОЖЕННЯ РУХОМОГО ВУЗЛА АЕРОСТАТИЧНОЇ НАПРЯМНОЇ І АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ ЙОГО ПІДНІМАЛЬНОЇ СИЛИ



В.О. Тарасов, *докт. техн. наук,*
Т.М. Назаренко,
Л.О. Злочевська

Постановка проблеми. У попередніх номерах цього журналу розглянуто можливість синтезу прецизійних верстатів у пристроях інформаційного керування, що відкриває принципово новий напрям у конструюванні прецизійних верстатів, які мають ряд переваг порівняно з існуючими за точнісними характеристиками, жорсткій стабілізації радіального й осьового положення, а також напрямної для лінійного переміщення робочого інструмента прецизійного верстата. Розроблені теорія, принципи конструювання й алгоритми керування можуть знайти застосування в різних галузях народного господарства для виготовлення суперточнісних виробів оптики й механіки.

Мета роботи – розробка конструкції пристрою стабілізації положення рухомого вузла аеростатичної напрямної з інформаційним керуванням і аналітичного методу розрахунку його піднімальної сили.

Виклад основного матеріалу. ***Пристрій стабілізації положення рухомого вузла аеростатичної напрямної*** забезпечує:

- установку центрів основ датчиків блоків датчиків величин зазорів на паралельні прямі;
- вимір і оцінку величини переміщення рухомого вузла лінійним дискретним фільтром Калмана;
- формування сигналів керування на аеростатичні регулятори положення рухомого вузла.

До складу пристрою стабілізації (рис. 1) входять вимірники величин зазорів 26 для виміру величин зазорів за датчиками величин зазорів з похибкою, що не перевищує 10^{-2} величини вимірюваного зазору.

Цифровий блок 27 призначений для:

- прийому й перетворення в цифровий двійковий код вихідних напруг вимірників величин зазорів;
- формування сигналів керування на