

УДК 711.4

Тарасюк В.П.,  
Київський національний університет будівництва і архітектури**ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПРИВЕДЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ  
ЗАСОБІВ ЗА ХАРАКТЕРИСТИКОЮ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ**

*Розглянуто структуру транспортного потоку за видом спожитого палива на ВДМ м. Києва та визначено коефіцієнти приведення транспортних засобів до одиничного автомобіля за характеристикою енергетичних витрат.*

*Ключові слова: транспортні засоби, енергетичні витрати, коефіцієнти приведення, структура транспортного потоку, паливно-енергетичні ресурси.*

**Вступ.** В світі нараховується близько 260 виробників автомобілів [1], що виготовляють різні типи транспортних засобів, починаючи від мікролітражного легкового, далі пасажирського та вантажного, і закінчуючи автотранспортом спеціального призначення. Окрім цього транспортні засоби характеризується широкою різноманітністю рухомого складу, видів спожитого палива, типів двигунів і т. д., тому для спрощення розрахунку витрат паливно-енергетичних ресурсів на вулично-дорожній мережі (ВДМ) міст необхідно визначити коефіцієнти приведення транспортних засобів за характеристикою енергетичних витрат, які дозволять здійснити приведення транспортних засобів у потоці до одиничного автомобіля. Побудувавши на їх основі картограму енерговитрат можна наглядно демонструвати стан енерговитрат на ВДМ міста та оцінити ефективність функціонування як усієї ВДМ в цілому, так і будь-якого структурного елементу окремо.

**Постановка проблеми.** Для оцінки ефективності прийняття рішень при проектуванні ВДМ міста необхідно користуватись рядом факторів [2], одним із яких є витрата паливно-енергетичних ресурсів. Тому мінімізація енерговитрат транспортного потоку та впровадження енергозберігаючих проектних рішень у всіх сферах функціонування ВДМ міст є одним із першочергових завдань для транспортної галузі України.

Об'єктом дослідження є транспортний потік, а предметом – характеристика його енерговитрат.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Енерговитрати транспортних засобів досліджувались в працях Ільченко В.Ю., Деркача О.Д., Колбасіна В.О. та інших. При цьому їхній аналіз здійснювався лише в залежності від типу транспортних засобів та їх марочного складу в міському і заміському режимах руху. Даних про дослідження енерговитрат транспортного потоку в залежності від виду спожитого палива у науковій літературі немає.

**Основна частина.** Запропонований метод по визначенню енерговитрат транспортного потоку на ВДМ міст ґрунтується на основі впливу різних факторів на умови його руху [2]:

- структура, технічні характеристики, режим та характеристика руху транспортного потоку;
- принцип організації руху;
- дорожні умови та геометричні параметри;
- кліматичні умови.

Важливим фактором формування енерговитрат транспортного потоку є його структура. Характерною особливістю роботи транспорту на ВДМ міст є великий діапазон зміни варіантів по структурі транспортного потоку: вантажний транспорт - від 3% до 23%, пасажирський - від 2% до 13%, легкові автомобілі становлять найбільшу частку в транспортних потоках ВДМ м. Києва - від 64% до 95% [1]. Для приведення будь-якого транспортного потоку з певними змінними показниками до єдиного інтегрального параметру, який виражатиме стан енерговитрат на ВДМ, пропонується вантажні автомобілі розглядати в залежності від їх вантажопідйомності, пасажирський транспорт – місткості, а легкові автомобілі – об'єму двигуна. Як наслідок структура транспортного потоку, що рухається по ВДМ міста, в залежності від виду спожитого палива має вигляд (див. мал. 1).



Мал.1 Структура транспортного потоку

Внаслідок проведених натурних обстежень та аналізу літературних джерел [3; 4] наведено відсоткові значення по кількості транспортних засобів кожного типу, що споживають кожний з видів палива (див. табл. 1) та зв'язок між кількістю легкових автомобілів та об'ємом їх двигуна (див. табл. 2).

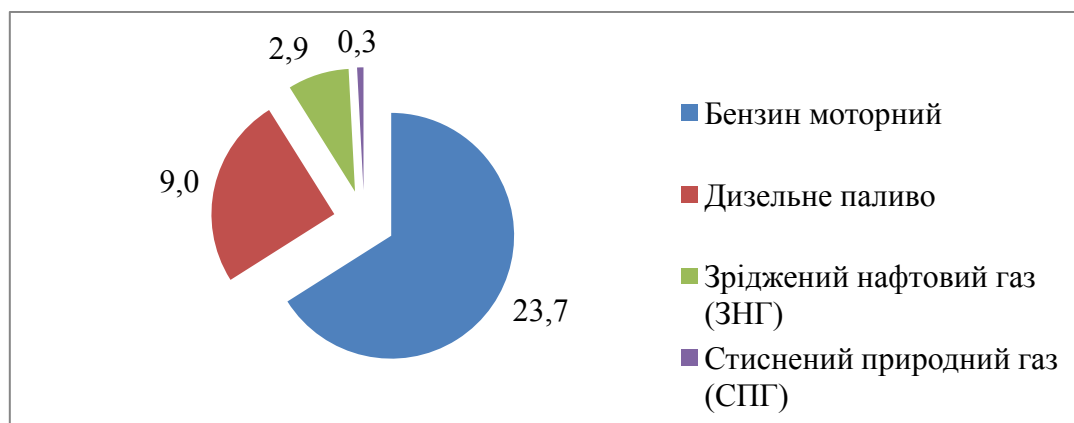
Таблиця 1

Легкові	бензин	67%	100%
	дизель	25%	
	газ	8%	
Вантажні	бензин	14%	100%
	дизель	77%	
	газ	9%	
Автобуси	бензин	15%	100%
	дизель	68%	
	газ	17%	
Тролейбуси	електроенергія	100%	100%
Трамваї	електроенергія	100%	100%

Таблиця 2

$V_{\text{дв.}} < 1,5\text{л}$	47%
$1,5\text{л} > V_{\text{дв.}} > 2,0\text{л}$	42%
$V_{\text{дв.}} > 2,0\text{л}$	11%

За даними Державної служби статистики [5] реалізація паливних ресурсів (тис. т) на АЗС м. Києва у липні 2014 року становила (див. мал. 2).



Мал. 2 Реалізація паливних ресурсів на АЗС м. Києва

Кожний з даних видів палива характеризується своїм показником енергетичної ефективності. Тому застосування єдиного методу енергетичної оцінки для усіх транспортних засобів, що рухаються по ВДМ, дозволяє об'єктивно оцінити енерговитрати транспортного потоку в єдиних порівняльних одиницях (Дж).

Для визначення енерговитрат транспортного потоку спочатку необхідно розрахувати енерговитрати кожного типу транспортних засобів з кожним видом спожитого палива окремо. Для цього скористаємось формулою[6]:

$$E_{\text{пал}} = \frac{N_{\text{Т-км}} \times \alpha_{\text{пал}}}{1000}$$

де  $E_{\text{пал.}}$  – енергоємність палива, МДж/т-км;

$N_{\text{т-км}}$  – питома витрата палива, г/т-км;

$\alpha_{\text{пал}}$  – енергетичний еквівалент палива, МДж/кг ( $\text{м}^3$ , кв.-год.).

Для одного автомобіля питома витрата палива (г/т-км) визначається за формулою[6]:

$$N_{\text{т-км}} = 10 \times \frac{N_{\text{км}} + N_{\text{д}} \times (2 \times - 1)}{\times \times}$$

де  $\rho$  – густина палива, г/см<sup>3</sup>;

$N_{\text{км}}$  – лінійна норма витрати палива, л/100 км;

$N_{\text{д}}$  – додаткова норма витрати палива, л/100 т-км;

$m$  – вантажопідйомність автомобіля, т;

$\alpha_1, \alpha_2$  – коефіцієнти використання відповідно вантажопідйомності та пробігу.

Аналіз літературних джерел [7] дозволив навести значення енергетичних еквівалентів для різних видів палива (див. табл.3).

Таблиця 3

№п/п	Вид палива	Одиниці виміру	Енергетичний еквівалент палива
1	Бензин	МДж/кг	54,4
2	Дизель		52,8
3	Зріджений нафтовий газ (ЗНГ)	МДж/м <sup>3</sup>	35,6
4	Стиснений природний газ (СПГ)		92,2
5	Електроенергія	МДж/кВт-год.	12,0

Енерговитрати транспортного засобу з врахуванням його вантажопідйомності дорівнюють:

$$E_{\text{т}} = E_{\text{пал.}} \times m$$

де  $m$  – вантажопідйомність транспортного засобу, т.

Енерговитрати транспортного засобу з врахуванням пройденого шляху:

$$E_1 = E_{\text{т}} \times L$$

де  $L$  – довжина досліджуваної ділянки, км.

Сумарні енергетичні витрати транспортного потоку в межах досліджуваного об'єкту дорівнюють:

$$E = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

де  $E_1, E_2, E_n$  – енерговитрати одиниці транспортного потоку, МДж.

Встановлено[1], що найбільшу частку транспортних потоків на ВДМ становлять легкові автомобілі  $V_{\text{дв.}}$  до 1,5л, що споживають бензин - 23,0%, тому в якості базового пропонується приймати автомобіль саме такої характеристики -  $K_{\text{прив.}}=1,0$ . При обчисленні  $K_{\text{прив.}}$  для решти транспортних засобів визначатимемо енерговитрати (Дж) одного транспортного засобу певного типу з певним видом спожитого палива в межах досліджуваної ділянки шляху

( $L=400\text{м}$ ) і методом співставлення з базовим дізнаємось величину коефіцієнта приведення для нього. При цьому розрахунок ведеться для транспортних засобів із заводської збірки (без додаткових модифікацій) та терміном експлуатації рівним «0», рух здійснюється по горизонтальній поверхні асфальтобетонного покриття.

### Запропоновані коефіцієнти приведення транспортного потоку

Таблиця 4

Тип транспортних засобів		Вид спожитого палива	E, МДж	$K_1$	$K_{\text{прив}}$
Легкові	$V_{\text{дв.}}$ до 1,5л	бензин	2,61	1,0	1,0
		дизель	2,38	0,91	1,0
		СПГ та ЗНГ	1,97	0,76	1,0
	$V_{\text{дв.}}$ від 1,5л до 2,0л	бензин	3,11	1,19	1,0
		дизель	2,94	1,13	1,0
		СПГ та ЗНГ	2,33	0,89	1,0
	$V_{\text{дв.}}$ більше 2,0л	бензин	3,97	1,52	1,5
		дизель	3,54	1,36	1,5
		СПГ та ЗНГ	2,58	0,99	1,0
Вантажні	до 2т	бензин	5,21	2,0	2,0
		дизель	5,08	1,95	2,0
		СПГ та ЗНГ	3,13	1,20	1,0
	від 2 до 5т	бензин	7,78	2,98	3,0
		дизель	6,31	2,42	2,5
		СПГ та ЗНГ	5,17	1,98	2,0
	від 5 до 8т	бензин	10,87	4,16	4,0
		дизель	9,12	3,49	3,5
		ЗНГ	6,58	2,52	2,5
	більше 8т	бензинові	13,47	5,16	5,0
		дизельні	12,31	4,72	4,5
		ЗНГ	8,24	3,16	3,0
Автобуси	малої місткості	бензин	6,93	2,66	2,5
		дизель	6,10	2,34	2,5
		СПГ та ЗНГ	4,06	1,56	1,5
	середньої місткості	бензин	8,99	3,44	3,5
		дизель	8,59	3,29	3,5
		СПГ та ЗНГ	5,76	2,21	2,0
	великої місткості	бензин	14,93	5,72	5,5
		дизель	12,90	4,94	5,0
		СПГ та ЗНГ	8,77	3,36	3,5
Тролейбус	одинарні	електроенергія	1,86	0,71	0,5
	зчеплені		2,38	0,91	1,0
Трамвай	одинарні	електроенергія	1,28	0,49	0,5
	зчеплені		1,73	0,66	0,5

**Висновок:** коефіцієнти приведення транспортних засобів до одиничного автомобіля за характеристикою енергетичних витрат дають можливість спростити розрахунки енерговитрат для будь-яких елементів ВДМ (при

наявності даних по структурі транспортного потоку у фіз. од.) в майбутньому і, при цьому, враховувати специфіку кожного з типів транспортних засобів. Однак показники енерговитрат транспортного потоку в межах перетинів міських магістралей потрібно додатково уточнювати, що пов'язано з необхідністю врахування багатьох факторів (геометричні параметри, режим руху і т.д.).

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабій В.Ф., Худова В.М., Пригода Ю.Г., Брень Н.І., Ходаківська В.О., Катуніна Г.В. Оцінка складу транспортного потоку м. Києва / Гігієна населених місць. К., 2009. - Вип. 54 - С. 55-59.
2. Тарасюк В.П. Факторний аналіз витрат паливно-мастильних матеріалів транспортного потоку на перетинах міських магістралей. / Містобудування та територіальне планування. Наук.-техн. збірник / Відпов. ред. М.М. Осетрін. - К.: КНУБА, 2013 - Вип. 50 - С.452-455.
3. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність: навч. посібник / Сахно В.П., Безбородова Г.Б., Маяк М.М., Шарай С.М. - К.: Вид-во «КВІЦ», 2004 - 174 с.
4. Сахно В.П. До визначення середньої швидкості руху автомобіля при зміні потужності двигуна в широких межах. – Севастополь, Вісник СевНТУ: зб. наук. пр., 2012 - Вип. 134 - С.48-51.
5. «Електронний ресурс: <http://ukrstat.org.>» [З мережі].
6. Ільченко В.Ю. Дослідження енергоємності транспортної операції / Ільченко В.Ю., Деркач О.Д., Колбасин В.О. / Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2008 – Вип. 2 – С. 63-69.
7. Таргоня В.С., Оверченко В.В., Щербак Б.В. Методичні вказівки до проведення лабораторних занять з дисципліни «Технології виробництва і переробки сировини для біоенергетики» частина 3. - К.: НУБПУ, 2013 – 15 с.

### Аннотация

Рассмотрена структура транспортного потока по виду потребляемого топлива на УДС г. Киева и определены коэффициенты приведения транспортных средств к единичному автомобилю по характеристике энергетических затрат.

Ключевые слова: транспортные средства, энергетические затраты, коэффициенты приведения, структура транспортного потока, топливно-энергетические ресурсы.

### Annotation

The structure of traffic of road network city Kiev was reviewed by consuming fuel types and factors were identified that adapt vehicles to a single car on the characteristics of energy costs.