

МЕТОДОЛОГІЯ НАУКОВО ОБҐРУНТОВАНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ПАЛЬНОГО ДЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА ПРИКЛАДІ MAN TGM 13.320 У ПІДРОЗДІЛАХ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Розглянуто метод визначення витрати пального військових вантажних автомобілів на прикладі MAN TGM 13.320, які експлуатуються у підрозділах Національної гвардії України. Запропоновано розрахунково-аналітичний підхід, що враховує конструктивні параметри і специфічні умови експлуатації. Порівняння аналітичних та емпіричних даних показало близькі результати (23,8 л/100 км та від 22,8 л/100 км до 26 л/100 км), що підтверджує достовірність моделі. Визначено оптимальну швидкість руху 70 км/год із мінімальною витратою пального 22,9 л/100 км. Зазначено, що отримані результати можуть бути використані для нормування витрати пального і вдосконалювання логістичного забезпечення підрозділів НГУ.

Ключові слова: військовий автомобільний транспорт, витрата пального, логістичне забезпечення, пально-мастильні матеріали, прогнозування, постачання.

Постановка проблеми. Відповідно до Закону України «Про Національну гвардію України» [1] та інших нормативно-правових актів [2, 3] частини і підрозділи Національної гвардії України (НГУ) реалізують визначені їм функції у забезпеченні оборони держави, виконуючи широкий спектр завдань, пов'язаних із захистом суверенітету та територіальної цілісності. Усі операції, що проводяться НГУ, підлягають детальному аналізу з метою набуття досвіду і вдосконалення спроможностей. У сучасних умовах війни, що характеризуються високою динамікою бойових дій, мобільністю підрозділів та їхнім швидким пересуванням, логістичне забезпечення набуває фундаментального значення. Зокрема, військовий автомобільний транспорт (ВАТ) є основним інструментом для постачання ресурсів, евакуації особового складу і техніки, а також забезпечення готовності підрозділів до виконання завдань за призначенням. Тому ВАТ має відповідати актуальним вимогам щодо прохідності, маневреності, швидкості на ґрунтових дорогах, живучості та здатності функціонувати в умовах бездоріжжя.

Сьогодні бойові операції, що проводяться в Україні у відповідь на вторгнення агресора, характеризуються високою інтенсивністю і швидкими змінами обстановки в районах виконання завдань. Як зазначає Marta Pawelczyk [4], динаміка сучасних конфліктів вимагає від логістичних систем гнучкості й адаптивності до непередбачуваних умов. Мобільність підрозділів НГУ посилює залежність від ефективного функціонування ВАТ. У таких умовах транспортні засоби повинні забезпечувати не лише доставку пально-мастильних матеріалів (ПММ), боєприпасів та продовольства, але й підтримувати стабільну роботу в складних кліматичних, географічних і дорожніх умовах, як-от шоста та сьома групи умов експлуатації військової колісної техніки НГУ [12]. Це висуває додаткові вимоги до тактико-технічних характеристик ВАТ, зокрема до їхньої економічності, надійності й адаптованості до різноманітних сценаріїв експлуатації.

Висока динаміка бойових дій і залежність від іноземної техніки зумовлюють необхідність наукового обґрунтування логістичних процесів у НГУ. Різноманітність ВАТ, попри підвищення спроможностей, створює виклики, пов'язані з обслуговуванням, уніфікацією ПММ та адаптацією до умов експлуатації. Визначення норм витрати пального для автомобілів серій TGM і TGS є пріоритетним завданням, вирішення якого сприятиме ефективному плануванню, управлінню ресурсами та виконанню бойових завдань. Подальші дослідження мають охопити ширший спектр логістичних проблем для забезпечення сталого функціонування НГУ в умовах сучасної війни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З метою розроблення науково обґрунтованих норм витрати пального для військових вантажних автомобілів, зокрема MAN TGM 13.320, у підрозділах НГУ необхідним є глибоке вивчення керівних документів, наукових досліджень та публікацій. Їх аналіз дає змогу визначити релевантні методи, вихідні дані та врахувати специфіку умов експлуатації в контексті сучасних бойових дій.

У публікаціях [14, 15] розглянуто дорожні, транспортні та атмосферно-кліматичні умови експлуатації автомобілів, наведено інформацію про їх класифікацію та вплив на паливну економічність. Ці джерела формують теоретичну основу для розуміння того, як зовнішні умови

впливають на ефективність роботи MAN TGM 13.320, особливо у складних умовах, як-от бездоріжжя.

У праці [12] розглядається класифікація умов експлуатації військової колісної техніки НГУ. У ній визначено шосту та сьому групи умов експлуатації, що характеризують складні кліматичні та дорожні умови, типові для бойових дій в Україні. Автори також пропонують методи аналітичного визначення витрати пального з урахуванням специфіки виконання завдань НГУ. Ці підходи є релевантними для MAN TGM 13.320, оскільки дають змогу адаптувати розрахунки до реальних сценаріїв, зокрема таких, як пересування зруйнованими місцевостями чи швидке маневрування під час бойових дій.

Дослідження паливної економічності за допомогою математичних моделей є поширеним й ефективним підходом до нормування витрати пального. Такі моделі мають поєднувати простоту використання, доступність вихідних даних і здатність враховувати зміни умов експлуатації та параметрів транспортного засобу. Цим вимогам відповідає методика розрахунку витрати пального, розроблена професором М. Я. Говорущенком [11]. Її перевага полягає у використанні технічних характеристик автомобіля, а саме об'єм двигуна, маса, швидкість руху та конструктивні параметри, які легко отримати з довідкової літератури. Методика враховує середню технічну швидкість, вагу транспортного засобу, а також експлуатаційні й конструктивні особливості, що робить її придатною для точного прогнозування витрат пального для MAN TGM 13.320. Однак вона має обмеження: модель орієнтована на ідеальні або усереднені умови, що може потребувати коригування для екстремальних сценаріїв, наприклад, бойових дій чи руху в умовах інтенсивного навантаження.

Загалом проведений аналіз досліджень і публікацій забезпечує достатній обсяг даних, необхідних для підбору методів дослідження та встановлення вихідних параметрів, що стосуються витрати пального.

Метою статті є розроблення науково обґрунтованих норм витрати пального для військових вантажних автомобілів на прикладі MAN TGM 13.320 у підрозділах Національної гвардії України, що спрямовані на оптимізацію логістичного забезпечення, зокрема прогнозування, планування та управління постачанням пально-мастильних матеріалів в умовах високої динаміки бойових дій.

Виклад основного матеріалу. З початку повномасштабного вторгнення в Україну країни-партнери і міжнародні організації надають вагому підтримку Силам оборони України, зокрема НГУ. Одним із ключових напрямів цієї допомоги є комплектування підрозділів сучасним БАТ. Так, німецька компанія Rheinmetall постачає Україні значні обсяги військових вантажних автомобілів серій TGM і TGS, що є спеціалізованими транспортними засобами, адаптованими до вимог Сил оборони України [5]. За даними офіційних джерел, станом на 2023 р. Україна отримала кілька сотень таких автомобілів, що суттєво посилило логістичні спроможності [6]. Ці транспортні засоби характеризуються високою прохідністю, модульною конструкцією та економічністю, що робить їх цінним активом для виконання бойових завдань. Крім серій TGM і TGS, Rheinmetall також постачає автомобілі серії HX, які мають інші технічні характеристики та вимоги до ПММ. Така різноманітність техніки хоча й підвищує оперативну гнучкість, проте є причиною значних логістичних викликів, пов'язаних з різнотипністю транспортних засобів [7].

Основні виклики можна класифікувати таким чином.

1. Різнотипність транспорту. Різні моделі БАТ (TGM, TGS, HX та ін.) мають істотно відмінні конструктивні параметри, що ускладнює уніфікацію запчастин і ПММ. Це зумовлює необхідність створення розгалуженої системи постачання, яка охоплює різні види оливи, мастил, фільтрів та компонентів.

2. Обслуговування і ремонт. Своєчасне технічне обслуговування ускладнене через брак таких кваліфікованих фахівців, які мають досвід роботи з іноземною технікою. Наприклад, автомобілі компанії Rheinmetall потребують спеціалізованих знань особового складу, набуття яких не завжди є доступним у польових умовах.

3. Уніфікація ПММ. Різні моделі БАТ можуть потребувати специфічних видів мастильних матеріалів, що ускладнює їх взаємозамінність. Це підвищує ризик дефіциту певних видів ПММ.

4. Тактико-технічні характеристики. Відмінності у прохідності, вантажопідйомності та економічності зумовлюють невідповідність між можливостями техніки і конкретними умовами експлуатації, як-от пересування болотистою місцевістю чи гірськими районами.

Такі проблеми не є унікальними для України. Аналогічні виклики виникають у країнах НАТО, де різнотипність техніки ускладнює логістичне забезпечення [7]. Наприклад, у звіті про логістику НАТО

[8] зазначається, що стандартизація обладнання є ключовим чинником для підвищення ефективності операцій. Отже, досвід України може бути цінним для міжнародної військової спільноти.

З огляду на комплексність зазначених проблем вирішення їх у межах однієї статті є неможливим. Тому автор пропонує зосередитися на визначенні норм витрати пального для військових вантажних автомобілів серій TGM і TGS як базового показника, що має суттєве значення для логістичного забезпечення.

Норми витрати пального є основою:

– прогнозування і планування постачання; точні норми дають змогу визначати обсяги пального, необхідні для утримання на центральних базах, стаціонарних складах, польових заправних пунктах та у підрозділах;

– управління витратами; раціональне використання ПММ є службовим обов’язком посадових осіб НГУ, що сприяє заощадженню ресурсів;

– ефективності застосування БАТ; точність розрахунків витрати пального забезпечує надійність виконання бойових завдань, особливо в умовах швидкого пересування підрозділів.

Норми витрати пального є одним із найбільш критичних елементів логістичного планування, оскільки пальне становить значну частку логістичних витрат у механізованих арміях [8]. Наприклад, автомобілі серій TGM і TGS (за даними Rheinmetall) є економічними, але їхні показники витрати пального залежать від умов експлуатації. Отже, емпіричне визначення цих норм для українських умов є необхідним для оптимізації логістики. На думку автора, визначення норм витрати пального є лише першим кроком у вирішенні ширшої проблеми різнотипності БАТ. У подальших дослідженнях треба провести аналіз уніфікації ПММ, стандартизації запчастин та підготовки фахівців для обслуговування іноземної техніки. Крім того, важливо врахувати міжнародний досвід, зокрема підходи НАТО до управління змішаним парком техніки, які можуть бути адаптовані до потреб НГУ.

Для прикладу вибрано військовий вантажний автомобіль MAN TGM 13.320, зовнішній вигляд якого подано на рисунку 1, а технічні характеристики і конструктивні параметри, зібрані автором, наведено у таблиці 1.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд MAN TGM 13.320

Таблиця 1 – Технічні характеристики і конструктивні параметри MAN TGM 13.320

1 Загальна інформація		
Марка автомобіля	MAN	
Модель (модифікація) автомобіля	TGM 13.320	
Рік випуску	2023	
Тип транспорту	Вантажний	
Тип кузова	Спеціалізований, бортовий, тентований	
Пальне	Дизельне	
Екологічний рівень	Євро-6	
Колісна формула	4×4	
Шини (типорозмір)	395/85R20	
2 Габаритні розміри та маса		
Найменування	Одиниця виміру	Значення
Висота	мм	2946

Кінець таблиці 1

Ширина	мм	2490
Колісна база	мм	4250
Повна маса	кг	14000
Споряджена маса	кг	8000
Вантажопідйомність	кг	6000
3 Показники двигуна, трансмісії		
Найменування	Одиниця виміру	Значення
Марка та тип двигуна	–	D0836, рядний 6-циліндровий
Об'єм двигуна	л	6,9
Максимальна потужність	к.с. (кВт)	320 (235) при 2300 об/хв
Максимальний крутний момент	Н·м (кг·м)	1250 (128) при 1800 об/хв
Кількість клапанів на циліндр	шт.	4
Діаметр циліндра	мм	108
Хід поршня	мм	125
Марка та тип трансмісії		MAN TipMatic 12АКПП
Передатні числа		12,33; 9,59; 7,44; 5,78; 4,57; 3,55; 2,7; 2,1; 1,63; 1,27; 1,0; 0,78
Передатне число головної передачі		4,83

Для визначення норми витрати пального застосуємо розрахунково-аналітичний метод.
Рівняння витрати пального має такий вигляд [11]:

$$Q = \frac{1}{\eta_i} \cdot \left[A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot (G_a \cdot \psi + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^2) \right], \quad (1)$$

де V_a – швидкість автомобіля, км/год;

A, B, C – постійні коефіцієнти;

η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії двигуна;

i_k – середньозважене передатне число коробки передач;

ψ – коефіцієнт сумарного дорожнього опору руху автомобіля;

kF – фактор обтічності, Н·с²/м²;

G_a – вага автомобіля, Н.

У наведеній формулі витрати пального постійні коефіцієнти A, B, C залежать від конструктивних параметрів і розраховуються так:

$$A = \frac{381 \cdot V_h \cdot i_0}{H_H \cdot \rho_T \cdot r_k}, \quad B = \frac{11 \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_0^2}{H_H \cdot \rho_T \cdot r_k^2}, \quad C = \frac{100}{H_H \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}}, \quad (2)$$

де V_h – робочий об'єм двигуна, л;

i_0 – передатне число головної передачі;

r_k – динамічний радіус колеса, м;

S_n – хід поршня, м;

H_H – нижча теплота згоряння, кДж/кг;

ρ_T – густина пального, г/см³ (кг/л);

η_{mp} – коефіцієнт корисної дії трансмісії.

У практичному розрахунку визначення динамічного радіуса колеса r_k для радіальних шин використано таку формулу [11]:

$$r_k = (0,52 \cdot d_{ш} + 0,93 \cdot B_{ш}) = (0,52 \cdot 508 + 0,93 \cdot 335,75) = 576,41 \approx 0,58 \text{ м} \quad (3)$$

де r_k – динамічний радіус колеса, м;

$d_{ш}$ – діаметр обода;

$B_{ш}$ – ширина (висота) профілю.

Для визначення коефіцієнтів A , B , C використано значення технічних характеристик і конструктивних параметрів та прийнято середні значення:

$$H_H = 44\,000 \text{ кДж/кг}; \rho_T = 0,83, \text{ г/см}^3 \text{ (кг/л)}; \eta_{mp} = 0,81.$$

$$A = 0,6; B = 0,018; C = 0,0034.$$

З одного боку, для визначення витрати пального автомобіля MAN TGM 13.320 шляхом застосування розрахунково-аналітичного методу під час підстановки стандартних значень, що відповідають ідеальним умовам експлуатації, можна отримати лінійну норму витрати пального. У цьому також є практична потреба підрозділів НГУ. Так, при $V_a = 50$ км/год A , B , C відповідно 0,6; 0,018; 0,0034; $\eta_i = 0,43$; $i_k = 1$; $\psi = 0,026$; $kF = 2,55, \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; $G_a = 80000, \text{ Н}$ маємо:

$$Q = \frac{1}{0,43} \cdot \left[0,6 \cdot 1 + 0,018 \cdot 1^2 \cdot 50 + 0,0034 \cdot (80000 \cdot 0,026 + 0,077 \cdot 2,55 \cdot 50^2) \right] = 23,8 \text{ л/100 км.} \quad (4)$$

Автором проведено збирання інформації у кількох підрозділах НГУ, де експлуатується зазначений автомобіль, та виконано порівняння з отриманим значенням (рисунок 2).

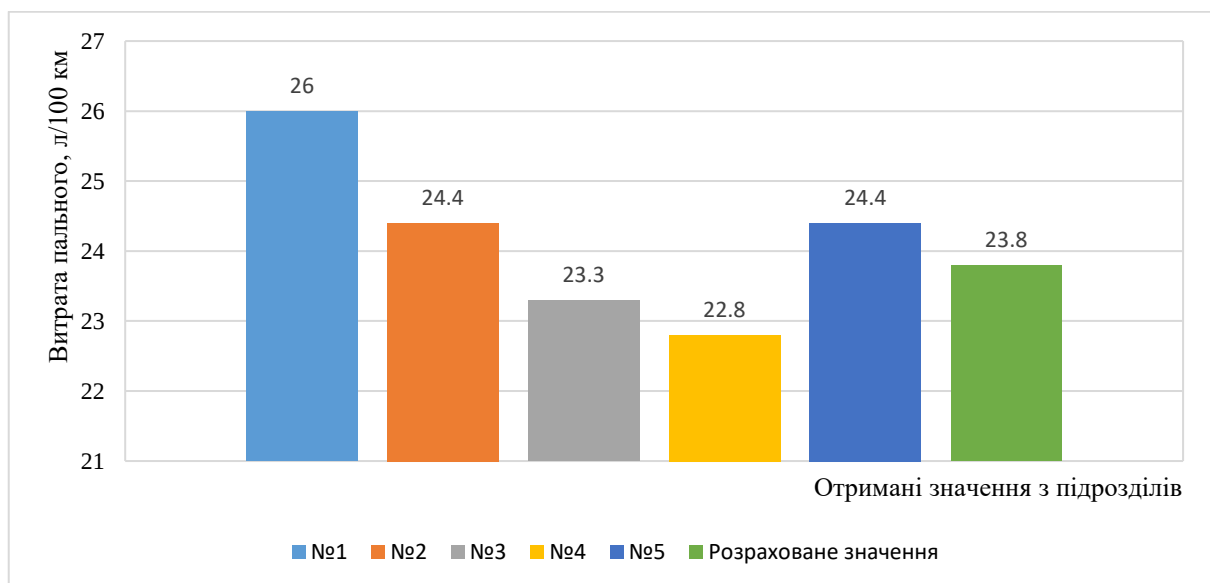


Рисунок 2 – Порівняння значень лінійної норми витрати пального для MAN TGM 13.320

Із діаграми видно, що витрата пального, розрахована аналітичним шляхом, становить 23,8 л/100 км. Цей показник суттєво наближається до емпіричних даних, отриманих у підрозділах, які варіюються у діапазоні від 22,8 л/100 км до 26 л/100 км. Такий збіг свідчить про те, що аналітичний метод є достатньо адекватним для оцінювання витрати пального в реальних умовах. Близькість теоретичних і практичних даних підтверджує надійність вибраного підходу. Середнє значення емпіричних даних становить 24,2 л/100 км, що лише на 1 % перевищує аналітично розраховану витрату (23,8 л/100 км). Таке незначне відхилення (0,4 л/100 км) підкреслює високу точність аналітичного методу. Отримані дані мають важливе практичне значення для підрозділів НГУ. Їх можна використати для встановлення лінійної норми витрати пального автомобіля MAN TGM 13.320.

З іншого боку, це означає, що розрахунки можуть слугувати достовірною основою для прогнозування витрати пального з урахуванням можливих коливань у реальних умовах експлуатації. Такий результат визначить, що мети цієї статті досягнуто.

На витрату пального у специфічних умовах експлуатації, в яких перебувають автомобілі НГУ, суттєво впливають: швидкість автомобіля V_a , індикаторний коефіцієнт корисної дії двигуна η_i , середньозважене передатне число коробки передач i_k , коефіцієнт сумарного дорожнього опору руху автомобіля ψ , фактор обтічності kF , вага автомобіля G_a [15].

Швидкість автомобіля MAN TGM 13.320 розглядається у діапазоні від 10 км/год до 100 км/год у зв'язку з тим, що на ньому встановлено електронну систему обмеження максимальних обертів двигуна, яка забезпечує рух з максимальною швидкістю 100 км/год. Швидкість є основною вихідною змінною, що характеризує реакцію системи «машина – водій» на зовнішні впливи. Середня швидкість – показник, який можна визначати і враховувати [13, 14].

Індикаторний коефіцієнт корисної дії двигуна встановлюється 0,43, що відповідає середньому значенню.

Середньозважене передатне число коробки передач розраховується за формулою

$$i_k = (K_c \cdot V_{\max} \cdot i_{kП}) / V_a, \quad (5)$$

де K_c – швидкісний коефіцієнт, що дорівнює відношенню частоти обертання при максимальному крутному моменті до частоти обертання за номінальної (максимальної) потужності двигуна;

$i_{kП}$ – передатне число підвищувальної передачі.

Для автомобіля MAN TGM 13.320 $K_c = 1800 / 2300 \approx 0,78$; $i_{kП} = 0,78$. Розраховані значення i_k для діапазону швидкості від 10 км/год до 100 км/год наведено у таблиці 2.

Коефіцієнт сумарного дорожнього опору руху автомобіля розраховано за формулою

$$\psi = 0,01V_{\max} / V_a. \quad (6)$$

Розраховані значення ψ для діапазону швидкості від 10 км/год до 100 км/год також наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Розрахункові значення для автомобіля MAN TGM 13.320

V_a	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
η_i	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
i_k	7,91	3,95	2,64	1,98	1,58	1,32	1,13	0,99	0,88	0,79
ψ	0,1100	0,0550	0,0367	0,0275	0,0220	0,0183	0,0157	0,0138	0,0122	0,0110
kF	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55
Q	106,6	54,0	37,0	29,2	25,2	23,4	22,9	23,3	24,4	26,2

Залежність витрати пального від швидкості руху автомобіля MAN TGM 13.320 зображено на рисунку 3.

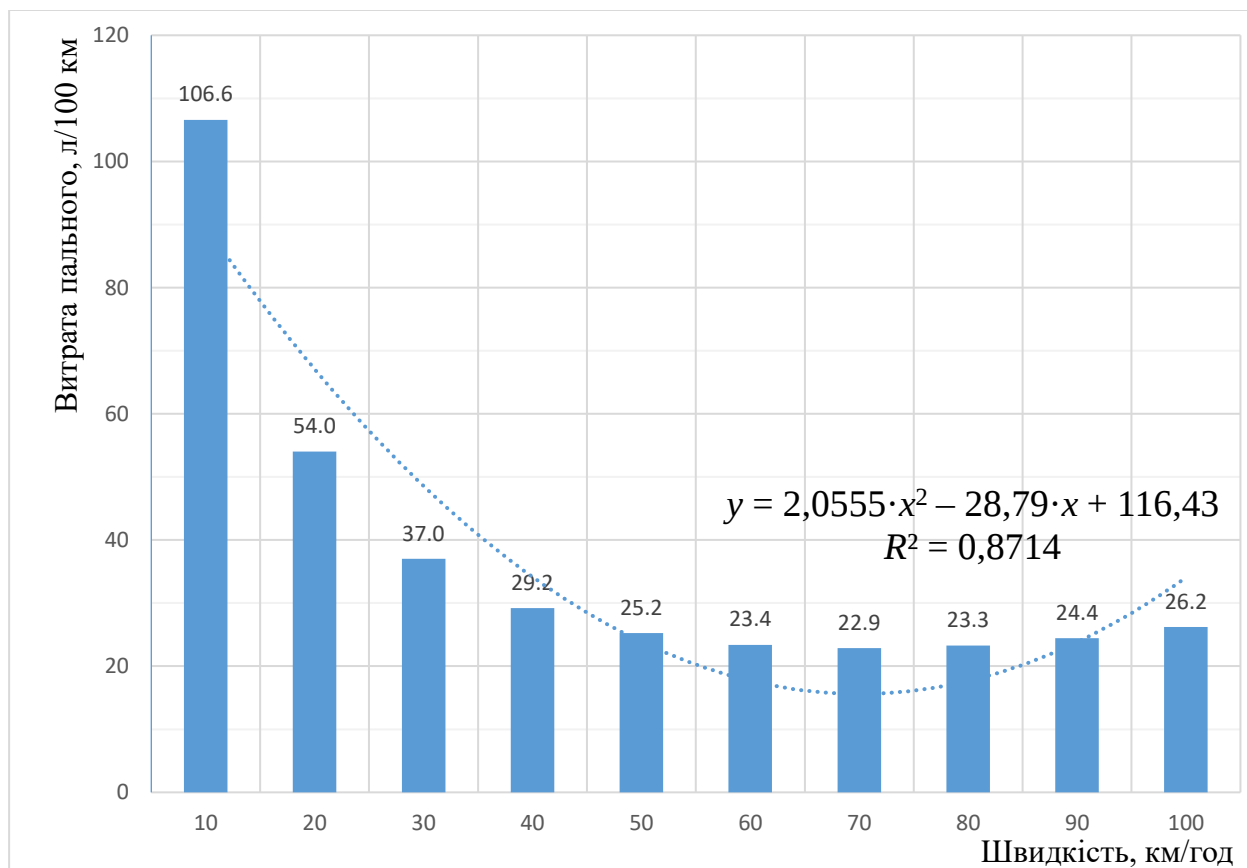


Рисунок 3 – Залежність витрати пального автомобіля MAN TGM 13.320 від швидкості руху

Витрата пального військового вантажного автомобіля MAN TGM 13.320 має чітку нелінійну залежність від швидкості руху. Вона різко знижується зі збільшенням швидкості від 10 км/год (106,6 л/100 км) до 70 км/год (22,9 л/100 км), досягаючи мінімуму, а потім збільшується до швидкості 100 км/год (26,2 л/100 км). Це відповідає параболічній кривій, характерній для опису витрати пального від швидкості. Найнижча витрата пального (22,9 л/100 км) досягається, коли швидкість становить 70 км/год. Така швидкість забезпечує найбільш ефективну роботу двигуна MAN D0836 за оптимальної частоти обертів, навантаження та аеродинамічного опору автомобіля. У діапазоні швидкості від 10 км/год до 30 км/год витрата пального значно вища (наприклад, 106,6 л/100 км при 10 км/год) через низьку ефективність двигуна на малих обертах, високе середньозважене передатне число коробки передач і втрати на тертя. При швидкості понад 70 км/год витрата зростає через підвищення аеродинамічного опору, який пропорційний квадрату швидкості. Для MAN TGM 13.320 це стає вагомим фактором, що обмежує економічність.

Залежність витрати пального від швидкості апроксимована параболічним рівнем з високим коефіцієнтом детермінації. Це свідчить про те, що модель пояснює 87,14 % варіації витрати пального і є надійною для прогнозування.

Дослідження доводить, що оптимальна швидкість руху MAN TGM 13.320 становить 70 км/год з мінімальною витратою пального 22,9 л/100 км. Нелінійна залежність і висока точність моделі підтверджують наукову обґрунтованість результатів, які можуть бути застосовані для ефективного використання пально-мастильних матеріалів у підрозділах Національної гвардії України.

Висновки

Отже, у статті підтверджено необхідність науково обґрунтованого підходу до визначення норм витрати пального для військових вантажних автомобілів у підрозділах НГУ. Висока динаміка бойових дій, мобільність підрозділів та різнотипність транспортних засобів, як-от MAN TGM 13.320,

підкреслюють роль логістичного забезпечення, зокрема точного прогнозування і планування постачання пально-мастильних матеріалів.

Застосування розрахунково-аналітичного методу дало змогу визначити норму витрати пального для MAN TGM 13.320. Аналітичний результат (23,8 л/100 км) при швидкості 50 км/год в ідеальних умовах демонструє близькість до емпіричних даних (від 22,8 л/100 км до 26 л/100 км), одержаних у підрозділах НГУ. Витрата пального MAN TGM 13.320 має нелінійну залежність від швидкості руху, що відповідає параболічній кривій. Найнижча витрата (22,9 л/100 км) досягається при швидкості 70 км/год. Апроксимація залежності витрати пального від швидкості параболічним рівнянням з коефіцієнтом детермінації 87,14 % свідчить про високу точність моделі. Це дає змогу використовувати отримані результати для достовірного прогнозування витрат пального в різних умовах експлуатації, типових для бойових дій в Україні.

Результати дослідження мають практичне значення для оптимізації логістичного забезпечення НГУ. Визначені норми витрати пального для MAN TGM 13.320 сприяють точному прогнозуванню потреб у пально-мастильних матеріалах, раціональному використанню ресурсів та підвищенню надійності транспортних засобів у динамічних умовах сучасної війни.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на вирішення ширшого кола логістичних проблем, а саме на уніфікацію пально-мастильних матеріалів, стандартизацію запчастин для різнотипних автомобілів, а також підготовку фахівців для обслуговування іноземної техніки. Адаптація міжнародного досвіду, зокрема підходів НАТО, може посилити спроможності Національної гвардії України в управлінні змішаним парком транспортних засобів.

Перелік джерел посилання

1. Про Національну гвардію України : Закон України від 13.03.2014 р. № 876-VII. URL: <http://surl.li/qeqja> (дата звернення: 10.05.2025).
2. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 р. № 2469-VIII. URL: <http://surl.li/tlrtp> (дата звернення: 10.05.2025).
3. Про затвердження Положення про забезпечення НГУ пально-мастильними матеріалами : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 06.02.2018 р. № 85. URL: <http://surl.li/lhknqr> (дата звернення: 10.05.2025).
4. Pawelczyk M. Contemporary challenges in military logistics support. *Security and Defence Quarterly*. 2018. № 20 (3). URL: <https://surl.li/xkaosd> (дата звернення: 11.05.2025).
5. Rheinmetall. 2023. A powerful partner at Ukraine's side. URL: <https://surl.li/cc/wmwkds> (дата звернення: 11.05.2025).
6. The Defense Post. 2022. Rheinmetall sends 26 logistics trucks to Ukraine. URL: <https://surl.li/htizde> (дата звернення: 11.05.2025).
7. Transport Simple. 2023. Managing a mixed fleet: Challenges and solutions. URL: <https://surl.li/lydoys> (дата звернення: 11.05.2025).
8. NATO. 2020. NATO logistics handbook. URL: <https://www.nato.int/> (дата звернення: 12.05.2025).
9. US Army. 2023. Sustaining multidomain operations: The logistical challenge. *Military Review*. URL: <https://surl.li/khyekz> (дата звернення: 12.05.2025).
10. Rheinmetall: Ein starker Partner an der Seite der Ukraine. URL: <https://surl.li/ljrsf> (дата звернення: 12.05.2025).
11. Говорущенко М. Я., Туренко А. М. Системотехніка проектування транспортних машин : навч. посіб. Харків : ХНАДУ, 2004. 208 с.
12. Експлуатаційні властивості транспортних засобів : монографія / І. К. Шаша та ін. Харків : НА НГУ, 2024. 312 с.
13. Кайдалов Р. О., Страшний І. Л., Калатинець О. В. Методи порівняльного оцінювання військових вантажних автомобілів за тяговою динамічністю. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. Харків : НА НГУ, 2024. Вип. 2 (44). С. 69–78.
14. Страшний І. Л., Горбунов А. П. Експлуатаційні властивості автомобілів : навч. посіб. Харків : Акад. ВВ МВС України, 2014. 94 с.
15. Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. Київ : КВІЦ, 2004. 174 с.

Стаття надійшла до редакції 22.05.2025 р.

**METHODOLOGY FOR SCIENTIFICALLY BASED DETERMINATION
OF FUEL CONSUMPTION FOR MILITARY TRUCKS USING
THE EXAMPLE OF MAN TGM 13.320 IN THE UNITS
OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE**

The article presents a methodology for the scientifically based determination of fuel consumption for military trucks using the example of the MAN TGM 13.320 vehicle operated in the units of the National Guard of Ukraine. The relevance of the study is determined by the growing need to optimize fuel consumption standards in the context of intensive combat operations, complex operating conditions, and the diversified vehicle fleet of the National Guard. The research aims to substantiate an analytical approach to determining fuel consumption under specific operational and design parameters of modern military trucks. The study is based on the analysis of regulatory documents, scientific sources, and technical data of the MAN TGM 13.320. The proposed calculation-analytical method takes into account the main design characteristics of the vehicle, including engine capacity, gear ratios, total mass, and aerodynamic resistance. The analytical results were compared with empirical data obtained from National Guard units where the vehicles are in operation. The comparison showed a close match: the analytically determined fuel consumption was 23.8 L/100 km at a speed of 50 km/h, while field data varied between 22.8 L/100 km and 26 L/100 km. The study established a nonlinear, parabolic relationship between vehicle speed and fuel consumption, with a minimum of 22.9 L/100 km observed at 70 km/h, which corresponds to the optimal operating efficiency of the MAN D0836 engine. The obtained dependence explains 87.14 % of the variance in fuel consumption, confirming the adequacy and reliability of the proposed model. The developed approach provides a practical basis for establishing scientifically justified fuel consumption norms for military vehicles and improving the planning, forecasting, and management of fuel supply processes within the logistical system of the National Guard of Ukraine.

Keywords: military motor transport, fuel consumption, logistics support, fuels and lubricants, forecasting, supply.

Путро Олександр Олександрович – старший викладач кафедри логістики підрозділів, Національна академія Національної гвардії України.
<http://orcid.org/0000-0002-3433-4637>