

## МЕТОДИЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ПІДХОДИ ВІДНОСНО ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ПАЛИВА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗЕРНА ВІД ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

**Барабаш Григорій Іванович**

кандидат технічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет  
ORCID: 0000-0003-1075-479X  
e-mail: grinya45@ukr.net

**Мікуліна Марина Олександрівна**

кандидат економічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет  
ORCID: 0000-0002-6918-5192  
e-mail: marinamikulina1@ukr.net

**Поливаний Антон Дмитрович**

студент  
Сумський національний аграрний університет  
ORCID: 0000-0001-8363-7186  
e-mail: polivanui1@gmail.com

*В запропонованій статті наведені методичні та економічні підходи стосовно визначення основних техніко-експлуатаційних показників вантажних автомобілів при транспортуванні зерна від комбайна при збиранні озимої пшениці, що дає можливість визначити в подальшому безпосередньо ефективність їх використання в виробничих умовах.*

**Ключові слова:** автомобіль, комбайн, збирання, швидкість руху, продуктивність, витрати палива.

DOI: <https://doi.org/10.32845/msnau.2021.2.3>

**Постановка проблеми.** Проблема полягає в тому що при відсутності в господарстві нормативів на показники використання автотранспорту при перевезенні зерна від комбайна ці показники можна визначити аналітичним шляхом і використати їх для оплати праці виконавців та списання палива.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Із підручників та інших літературних джерел по машиновикористанню у рослинництві відомо, як визначаються показники використання автомобільного транспорту при відомих їх технічних характеристиках та умовах їх використання при збиранні різних зернових культур. Однак, аналітичних досліджень стосовно того як насправді визначаються зазначені показники в конкретних умовах нами виявлено не було.

**Формулювання цілей статті та мета досліджень.** Надати методичні та економічні підходи по визначенню основних техніко-експлуатаційних показників і, зокрема продуктивність та витрати палива вантажних автомобілів при транспортуванні зерна від зернозбиральних комбайнів при збиранні пшениці, що дасть можливість більш правильно організувати їх роботу в виробничих умовах, а також цей матеріал може бути корисним при вивченні транспортних процесів в АПК.

Розглянемо це на конкретному прикладі.

*Вихідні дані:*

Зернозбиральний комбайн ПАЛЕССЕ GS 12.(рис.1)

Ширина захвата жатки – хедера  $B_k = 8$ м.

Вантажний автомобіль КамАЗ – 45143-11 (рис.2)

Розміри поля: площа поля  $F=200$  га; довжина  $L = 2000$ м; ширина  $B=1000$ м.

Рівень врожайності зерна,  $У_з, = 75$ ц/га = 7,5 т/га

Загальна відстань перевезень –  $l_n = 4$ км. В т.ч.

- виробничою територією – 0,5 км;

- по трасі – 2,5 км;

- по полю.- 1 км. (половина довжини поля).

Техніко-експлуатаційні показники використання комбайна наведені в таблиці 1, які визначені за відомими формулами [1,2,3,4].

Таблиця 1. Показники використання комбайна

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Значення показників
1	Продуктивність за 1 год. основного часу	т/год.	21,8
2	Робоча швидкість	км/год	3,8
4	Продуктивність за одну годину змінного часу	т/год.	20,3
5	Продуктивність за зміну	т	142
6	Тривалість збирання		74
7	Кількість змін	год.	10
8	Необхідна кількість комбайнів для збирання пшениці на полі		1



Рис.1. Зернозбиральний комбайн ПАЛЕССЕ GS 12



Рис. 2. Вантажний автомобіль КамАЗ – 45143-11

Для забезпечення ритмічності виконання перевезень зерна від комбайнів слід обґрунтовано визначити потребу в транспортних засобах з урахуванням їх виду й обсягу вантажів. Нами був вибраний автомобіль КамАЗ – 45143-11 через те, що його кузов вміщає в себе згідно паспортної характеристики зерно з двох бункерів комбайна. Це дозволяє повністю використати вантажопідйомність автомобіля-самоскида, покращивши тим самим рівень його використання і забезпечити ритмічність роботи збирального комплексу.

*Послідовність розрахунків.*

1. Тривалість заповнення бункера зерном,  $t_b$ , год.

$$t_b = m_b / \omega_o \quad (1)$$

де  $m_b$  – маса зерна в бункере, т.  $m_b = 5,3$  т;  
 $\omega_o$  – продуктивність комбайна за 1 год. основного часу,  
 $\omega_o = 21,8$  т/год.  
 Тоді  $t_b = 0,24$  год.

1. Тривалість циклу вантажного автомобіля,  $t_{ц}$ , год. :

$$t_{ц} = t_n + t_b + t_{рз} + t_{бв} + t_{оз} \quad (2)$$

де  $t_n$  – тривалість навантаження кузова автомобіля, год.;  
 $t_b$  – тривалість їздки автомобіля з вантажем, год.;  
 $t_{рз}$  – тривалість зважування та розвантаження, год.;  
 $t_{бв}$  – тривалість їздки автомобіля без вантажу, год.;  
 $t_{оз}$  – тривалість очікування чергового завантаження, год.

Тривалість вивантажування бункера, коли комбайн зупиняється, очікує транспортний засіб (1хв.) і вивантажує зерно (2 хв.), то  $t_n = 3$ хв. = 0,05 год.

Тоді  $t_n = 6$  хв. = 0,1 год.

Тривалість їздки з вантажем  $t_b$  складається із тривалості їзди по полю  $l_n$  ( $l_n = 1$  км – половина довжини поля), дорозі з асфальтовим покриттям  $l_{ан}$ , ( $l_{ан} = 2,5$  км), господарською територією  $l_e$  ( $l_e = 0,5$  км), год.:

Швидкість руху автомобіля з вантажем: по полю – 20 км/год., по асфальтовій дорозі – 60 км/год., по території поселень – 5 км/год.

$$t_b = l_n / V_n + l_{ан} / V_{ан} + l_e / V_e \quad (3)$$

Тоді  $t_b = 0,10$  год.

Спостереження в виробничих умовах свідчать, що на зважування транспортного засобу та вивантаження зерна з кузова триває близько 5 хв.

Тоді приймемо  $t_{рз} = 0,08$  год.

Тривалість їздки без вантажу,  $t_{бв}$ , год.:

$$t_{бв} = l_n / V_n + l_{ан} / V_{ан} + l_e / V_e \quad (4)$$

Швидкість руху автомобіля без вантажу: по полю – 30

км/год., по асфальтовій дорозі – 70 км/год., по виробничій території – 5 км/год.

Тоді  $t_{бв} = 0,08$  год.

Очікування чергового завантаження кузова автомобіля дорівнює тривалості заповнення бункера зерном  $t_b$ .

Тоді  $t_{оз} = 0,24$  год.,

Тоді загальна тривалість циклу буде дорівнювати  $t_{ц} = 0,6$  год.

2. Тривалість рейсу транспортного засобу,  $t_p$ , складається із тривалості їздки транспортних засобів з вантажем, тривалості розвантажування і зважування, тривалості їздки транспортних засобів без вантажу, год:

$$t_p = t_b + t_{рз} + t_{бв} \quad (5)$$

Тоді  $t_p = 0,26$  год. = 16 хв.

Підрахунки показують, що тривалість рейсу автомобіля-самоскида та тривалість заповнення бункера комбайна зерном практично співпадають. Тобто, для обслуговування зернозбирального комбайна марки ПАПЕССЕ GS 12 достатньо мати один автомобіль марки КамАЗ – 45143-11. Ті декілька хвилин ( близько двох хвилин), протягом яких комбайн буде очікувати транспорт, потрібні комбайнеру для огляду комбайна або перевірки якості обмолоту.

3. Шлях заповнення бункера зерном,  $l_b$ , год.

$$l_b = V_p \cdot t_b \quad (6)$$

Після підрахунків  $l_b = 0,91$  км = 910 м, що приблизно дорівнює половині довжини поля.

Показники  $l_b$ ,  $t_b$  потрібні водію автомобіля для орієнтури в просторі і в часі по відношенню до комбайна.

4. Продуктивність транспортного засобу  $\omega_{ц}$ , т/год.

$$\omega_{ц} = 2 m_b / t_{ц} \quad (7)$$

При тривалості циклу  $t_{ц} = 0,6$  год,  $\omega_{ц} = 17,7$  т/год.

5. Кількість рейсів за зміну  $n_p$ :

$$n_p = T_{зм} / t_{ц} \quad (8)$$

При тривалості зміни,  $T_{зм} = 7$  год. кількість рейсів  $n_p = 12$ .

Потужність двигуна автомобіля при виконанні транспортних процесів витрачається на: привід механізмів трансмісії, перекочування автомобіля, подолання опору повітря, подолання сил інерції, подолання підйому,

6. Втрати потужності в трансмісії, кВт:

$$N_{mp} = N_{ен} \cdot (1 - \eta_{mp}) \quad (9)$$

де  $N_{ен}$  – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт.  
 $N_{ен} = 176$  кВт.

$\eta_{mp}$  – ККД трансмісії:  $\eta_{mp} = 0,95$ . Тоді  $N_{ен} = 8,8$  кВт.

7. Втрати потужності на перекочування автомобіля, кВт

$$N_f = \frac{G_a \cdot f \cdot V_p}{3,6} \quad (10)$$

де  $G_a$  – вага автомобіля, кН;

$f$  – коефіцієнт опору перекочуванню

Вага автомобіля без вантажу  $G_a = 87,4$  кН; вага зерна одного бункера  $G_{з1} = 52$  кН; вага зерна двох бункерів  $G_{з2} = 104$  кН; вага автомобіля із зерном одного бункера

$G_a=87,4+52=139,4$  кН; вага автомобіля із зерном двох бункерів  $G_a = 87,4+104=191,4$  кН;

При русі автомобіля по полю  $f=0,07$ ; при русі по асфальтовій дорозі  $f=0,02$ .

8. Втрати потужності на подолання опору повітря, кВт

$$N_w = \frac{c \cdot F_a \cdot V_p^2 \cdot 10^{-3}}{168,5}, \quad (11)$$

де  $c$  – коефіцієнт обтічності, щільності, в'язкості повітря, кг·год.<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>.  $c=0,7 \dots 0,8$  кг·год.<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>.

$F_a$  – площа лобової поверхні, м<sup>2</sup>. Визначити на основі габаритних розмірів - ширини і висоти – це приблизно 6 м<sup>2</sup>.

При швидкості руху агрегату  $V_p \leq 20$  км/год або лобовій поверхні  $F_a \leq 10$  м<sup>2</sup>  $N_w \approx 0$ .

9. Втрати потужності на подолання підйому, кВт

$$N_\alpha = \frac{G_a \cdot i \cdot V_p}{360}, \quad (12)$$

де  $G_a$  – вага агрегату, кН;

$i$  – схил місцевості, %.

10. Баланс потужності двигуна автомобіля,  $N_e$ , (кВт):

$$N_e = N_{mp} + N_f, \quad (13)$$

11. Коефіцієнт завантаженості двигуна по потужності,

$\eta_N$ :

$$\eta_N = \frac{N_e}{N_{ен}}. \quad (14)$$

Оптимальна величина завантаження дизельних двигунів  $\eta_N=0,70 \dots 0,85$ .

Визначені показники наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Показники використання автомобілів

№ п/п	Елементи часу зміни	$N_e$ кВт	$\eta_N$	$G_p$ кг/год	$l$ км	$t$ год.	$G$ кг
1	Холостий рух автомобіля:						
	-по виробничій території	11,2	0,06	2,5	6	1,2	3,0
	-по трасі	42,8	0,24	10,0	30	0,48	4,8
	-по полю	63,9	0,34	14,1	12	0,36	5,1
	Разом				48	2,04	12,9
2	Напіпорожній рух по полю	90,4	0,51	21,2	11	0,37	4,1
3	Рух завантаженого автомобіля:						
	-по полю	120,8	0,69	28,6	12	0,60	17,2
	-по трасі	72,6	0,41	17,0	30	0,48	8,2
	-по виробничій території	14,2	0,08	3,3	6	1,2	4,0
	Разом				48	2,28	29,4
4	Вивантаження зерна із кузова автомобіля	-		8,3	-	0,96	10,0
5	Всього за фактичну тривалість зміни				59		56,4

#### Висновки.

1. Наведені в таблицях 2 свідчать про те, що завантаженість двигуна найбільша (69%) при русі автомобіля – самоскида по полю з повністю завантаженим кузовом. Однак і в цій ситуації цей показник далекий від нормативного.
2. При русі автомобіля без вантажу (холостий пробіг) ви-

трата палива на 100 км дорівнюють 15,8 кг. Повністю завантажений автомобіля витрачає на 100 км пробігу 27,1 кг., що вписується в діапазон нормативних витрат палива в літній сезон.

3. Витрата дизельного палива на 1т перевезеного зерна пшениці складають 120г

#### Список використаної літератури.

1. Mikulina M., Polyvanyi A. INTERNATIONAL ASPECTS OF CONTROLLING OF TRANSPORT AND LOGISTICS COMPLEXES // The 2 nd International scientific and practical conference "Modern directions of scientific research development" (August 4-6, 2021) BoScience Publisher, Chicago, USA. 2021. 448 p. С. 59-64
2. Поливаний А.Д., Мікуліна М.О. Логістична концепція транспортних підприємств// Матеріали Всеукраїнської студентської наукової конференції (11- 15 листопада 2019 р.).– Суми, 2019. С.270
3. Мікуліна М. О. Барабаш Г.І., Поливаний А.Д. Вплив схем розвантаження комбайна на показники використання транспортного засобу [Електронний ресурс]. The 5th International scientific and practical conference «Science and education: problems, prospects and innovations», (February 4-6, 2021). – Kyoto : CPN Publishing Group, 2021. – P. 691-699.
4. Мікуліна М.О. Оцінка тракторів з різним типом рушіїв [Електронний ресурс]. Збірник тез доповідей по матеріалах XXI Міжнародної наукової конференції „Сучасні проблеми землеробської механіки”. Харків: ХНТУСГ, 2020. 370 с.. С.130 – 131

**Barabash G.I., Sumy National Agrarian University (Ukraine)**

**Mikulina M.O., Sumy National Agrarian University (Ukraine)**

**Polyvanyi A.D., Sumy National Agrarian University (Ukraine)**

**Methodological and economic approaches regarding the determination of fuel consumption of vehicles when transporting grain from grain harvesters**

*The proposed article presents methodological and economic approaches to determine the main technical and operational indicators of trucks for transporting grain from the combine when harvesting winter wheat, which makes it possible to determine directly the effectiveness of their use in production conditions.*

*Formulation of the problem. The problem is that in the absence of standards in the economy for indicators of the use of vehicles in the transportation of grain from the combine, these indicators can be determined analytically and used to pay performers and write off fuel.*

*The problem is that in the absence of standards in the economy for indicators of the use of vehicles in the transportation of grain from the combine, these indicators can be determined analytically and used to pay performers and write off fuel.*

*Analysis of recent research and publications. From textbooks and other literature sources on machine use in crop production, it is known how to determine the indicators of the use of road transport with their known technical characteristics and conditions of their use in the harvesting of various cereals. However, we have not found any analytical studies on how these indicators are actually determined in specific conditions.*

*Formulation of the goals of the article and the purpose of research. Provide methodological and economic approaches to determine the main technical and operational indicators, and in particular the productivity and fuel consumption of trucks when transporting grain from combine harvesters when harvesting wheat, which will allow them to better organize their work in production conditions, and this material can be useful in the study of transport processes in agriculture.*

*Tables 2 show that the engine load is greatest (69%) when moving the car - a dump truck on the field with a fully loaded body. However, in this situation, this figure is far from the norm.*

*When driving a car without a load (idling) fuel consumption per 100 km is equal to 15.8 kg. A fully loaded car consumes 27.1 kg per 100 km, which fits into the range of standard fuel consumption in the summer season.*

*Consumption of diesel fuel per 1 ton of transported wheat grain is 120 g*

**Key words:** car, combine, harvesting, speed, productivity, fuel consumption.

Дата надходження до редакції: 28.04.2021