

УДК 629.113.004

*С. І. Кривошапов, к.т.н., доцент**(доцент кафедри «Технічна експлуатація і сервіс автомобілів ім. проф. Говорушченка Н.Я.», Харківський національний автомобільно-дорожній університет)*

## ОЦІНКА ВИТРАТ НА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН З УРАХУВАННЯМ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Умови експлуатації впливають на надійність і довговічність машини. У законодавстві України не передбачено механізму коригування пробігу і трудомісткості технічного обслуговування автомобіля в процесі життєвого циклу. Мета роботи – зв'язати вартість технічного обслуговування і ремонту з умовами експлуатації автомобілів. Отримано взаємозв'язок між параметрами руху автомобіля і періодичності технічного обслуговування. Передбачається, що коригування пробігу між обслуговуванням транспортного засобу здійснювати за допомогою поправочного коефіцієнта. Трудомісткість робіт також коригується цим коефіцієнтом, але в зворотній пропорційності. У цій статті виведена формула для розрахунку цього поправочного коефіцієнта. На прикладі автомобіля Skoda Octavia розраховані витрати, необхідні на обслуговування і ремонт, для різних категорій доріг. Побудовано графіки зміни експлуатаційних витрат на ТО і ремонт транспортного засобу в залежності від середньої технічної швидкості автомобіля. Вперше враховано ступінь завантаження автомобіля при нормуванні періодичності технічного обслуговування. Математична модель рекомендується застосовувати на підприємствах автомобільного транспорту для підвищення рівня надійності та довговічності машин за рахунок проведення своєчасного обслуговування і ремонту в складних експлуатаційних умовах.

**Ключові слова:** транспортний засіб, надійність, ресурс, профілактичне обслуговування, поточний ремонт, умови експлуатації, математичне моделювання.

Условия эксплуатации влияют на надежность и долговечность машины. В законодательстве Украины не предусмотрен механизм корректировки пробега и трудоемкости технического обслуживания автомобиля в процессе жизненного цикла. Цель работы – связать стоимость технического обслуживания и ремонта с условиями эксплуатации автомобилей. Получена взаимосвязь между параметрами движения автомобиля и периодичностью технического обслуживания. Предполагается, что корректировку пробега между обслуживаниями транспортного средства осуществляют с помощью поправочного коэффициента. Трудоемкость работ также корректируется этим коэффициентом, но в обратной пропорциональности. В этой статье выведена формула для расчета этого поправочного коэффициента. На примере автомобиля Skoda Octavia рассчитаны затраты, необходимые на обслуживание и ремонт, для разных категорий дорог. Построены графики изменения эксплуатационных затрат на ТО и ремонт транспортного

© Кривошапов С. І., 2017

*средства в зависимости от средней технической скорости автомобиля. Впервые учтена степень загрузки автомобиля при нормировании периодичности технического обслуживания. Математическая модель рекомендуется применять на предприятиях автомобильного транспорта для повышения уровня надежности и долговечности машин за счет проведения своевременного обслуживания и ремонта в сложных эксплуатационных условиях.*

*Ключевые слова:* транспортное средство, надежность, ресурс, профилактическое обслуживание, текущий ремонт, условия эксплуатации, математическое моделирование.

**Постановка проблеми.** На ефективність експлуатації транспортних машин впливає довговічність основних агрегатів і вузлів. Конструкторами при проектуванні та заводом при виготовленні закладається певний рівень надійності. В період експлуатації, під впливом навколишнього середовища, в вузлах автомобіля відбуваються незворотні процеси, які призводять до відмов як окремих вузлів і систем, так машини в цілому. Для уповільнення негативних процесів порушення працездатності в період життєвого циклу проводяться профілактичні обслуговування (ЩО, ТО, СО), якщо настає відмова, то виконується поточний ремонт (ПР) машини. В кінці циклу [7-9] транспортний засіб вилучається з експлуатації та піддається капітальному ремонту (КР) або утилізації.

Проведення технічного обслуговування та поточного ремонту машин пов'язано з вимушеними витратами часу, матеріальних і фінансових ресурсів. Скорочення періодичності профілактичних робіт зумовлює збільшення витрат на проведення ТО, але знижує ймовірність аварійної відмови машини на лінії. Збільшення періодичності ТО – знижує їх кількість, але збільшує трудовитрати з відновлення. Оптимальна періодичність технічних впливів настає при балансі всіх витрат.

Транспортні машини працюють в різних умовах експлуатації. На ефективність роботи впливають дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні умови і культура праці [1]. Але найбільший вплив на надійність транспортних машин має стан поверхні дороги, який в нашій країні не завжди відповідає нормативним вимогам [2]. Поганий стан дороги призводить до підвищених витрат енергії в підвісці автомобіля і надмірному динамічному навантаженню в трансмісії при передачі крутного моменту від двигуна до коліс, що негативно позначається на технічному стані у цих системах. В складних умовах необхідно знижувати періодичність профілактичних робіт та збільшувати трудомісткість відновлювальних робіт.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зараз в Україні прийнята планово-попереджувальна система технічного обслуговування [3]. Це положення встановлює перелік технічних впливів, періодичність і трудомісткість профілактичних та ремонтних робіт. Однак, коригування періодичності і трудомісткості ТО, пробіг до КР в залежності від умов експлуатації транспортних засобів в цьому законодавстві не передбачено.

У діючій системі технічного обслуговування періодичність і ресурс транспортних машин нормується тільки в кілометрах. У складних дорожніх умовах експлуатації, коли швидкість руху знижується, збільшується час роботи автомобіля за який він проїде встановлене нормативне значення пробігу. У дуже складних умовах необхідно відмовлятися від методу обліку напрацювання за відстанню та переходити до обліку за час роботи (в мотто-годинах), як це рекомендовано для будівельних і сільськогосподарських машин.

У методиці [4], яка була актуальна в Україні до 1998 р., проводилося коригування періодичності і трудомісткості через коефіцієнти  $K_1 \dots K_5$ , які враховують: тип доро-

жнього покриття і рельєф місцевості, природно-кліматичні умови, пробіг автомобіля з початку експлуатації, розмір підприємства і кількість технологічно сумісних груп рухомого складу. Всі дороги розбиті на 5 категорій, від цементобетонних і асфальтобетонних доріг першої категорії, до природних ґрунтових доріг, які не мають твердого покриття та відповідають п'ятій категорії.

Методика [5] реалізує систему ТО і Р за фактичним станом, а коригування періодичності і трудомісткості ТО, пробіг до КР проводиться за єдиним показником, який визначається через співвідношення середньої і максимальної технічної швидкості.

Аналіз показує, що немає єдиного підходу до коригування періодичності і трудомісткості ТО машин, а отже, до витрат, які залежать від умов експлуатації.

**Мета статті.** Метою дослідження є розробка розрахункового методу визначення вартості на проведення технічних впливів транспортних машин в складних умовах експлуатації. Для цього необхідно скласти математичну модель взаємозв'язку стану дороги з пробігом між обслуговуванням і ремонтом автомобіля.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Положення [3] встановлює певні види ТО і ремонту транспортних машин: підготовку до продажу; ТО в період обкатки; ЩО; ТО-1; ТО-2; СО; ПР; КР; ТО при консервації ДТЗ; ТО і ремонт ДТЗ на лінії. Частина робіт носить разовий або епізодичний характер. Розглянемо лише періодичні види впливів (ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР).

Розрахунок витрат на обслуговування і ремонт автомобіля за рік можна оцінити за такою формулою:

$$Z_{ТОР} = Z_{ЕО} + Z_{ТО-1} + Z_{ТО-2} + Z_{ТР} = C_{ЕО} \cdot D_{Г} + C_{ТО-1} \cdot N_{ТО-1} + C_{ТО-2} \cdot N_{ТО-2} + C_{ТР} \cdot L_{Г} \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

де  $Z_{ЕО}$ ,  $Z_{ТО-1}$ ,  $Z_{ТО-2}$  і  $Z_{ТР}$  – витрати на ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР, відповідно, грн.;  $C_{ЕО}$ ,  $C_{ТО-1}$  і  $C_{ТО-2}$  – вартість проведення одного ЩО, ТО-1, ТО-2, відповідно, грн.;  $C_{ТР}$  – собівартість ПР, грн/1000 км;  $D_{Г}$  – кількість робочих днів експлуатації автомобіля, днів;  $N_{ТО-1}$  і  $N_{ТО-2}$  – відповідно, кількість обслуговувань ТО-1 і ТО-2 за рік, од.;  $L_{Г}$  – річний пробіг автомобіля, км.

Кількість робіт по ТО за рік можна розрахувати за такими формулами:

$$N_{ТО-2} = \frac{L_{Г}}{L^{н}_{ТО-2}}; \quad N_{ТО-1} = \frac{L_{Г}}{L^{н}_{ТО-1}} - N_{ТО-2}, \quad (2)$$

де  $L^{н}_{ТО-1}$  и  $L^{н}_{ТО-2}$  – нормативна періодичність ТО-1 і ТО-2, км.

Собівартість виконання одного обслуговування наближено можна визначити через годинний тариф  $T$  на виконання робіт:

$$C_{ЕО,ТО-1,ТО-2,ТР} = T_{ЕО,ТО-1,ТО-2,ТР} \cdot t_{ЕО,ТО-1,ТО-2,ТР} = (T_{НЧ} + T_{ТМЦ}) \cdot t_{ЕО,ТО-1,ТО-2,ТР}, \quad (3)$$

де  $T_{НЧ}$  – вартість нормо-години на проведення робіт, грн/год.;  $T_{ТМЦ}$  – питома вартість товарно-матеріальні цінності, грн/год.;  $t_{ЕО,ТО-1,ТО-2}$  – нормативна трудомісткість за видами впливу, люд.год.;  $t_{ТР}$  – нормативна трудомісткість ПР, люд.год./1000 км.

З урахуванням виразів (2) і (3) залежність (1) набуде вигляду

$$Z_{ТОР} = T_{ЕО} \cdot t_{ЕО} \cdot D_{Г} + L_{Г} \cdot \left( \frac{T_{ТО} \cdot t_{ТО-2}}{L^{н}_{ТО-2}} + T_{ТО} \cdot t_{ТО-1} \cdot \left( \frac{1}{L^{н}_{ТО-1}} - \frac{1}{L^{н}_{ТО-2}} \right) + \frac{T_{ТР} \cdot t_{ТР}}{10^3} \right), \quad (4)$$

Розрахуємо витрати на ТО і ТР автомобіля Skoda Octavia (1,8 л). Прийнемо, що за рік автомобіль проїде  $L_r = 60$  тис. км, при цьому він був в експлуатації  $D_r = 205$  днів за рік. З [3] приймаємо:  $t_{EO} = 0.5$  люд.год.;  $t_{TO-1} = 2.9$  люд.год.;  $t_{TO-2} = 11.7$  люд.год.;  $t_{TP} = 3.2$  люд.год./1000 км;  $L^u_{TO-2} = 20000$  км,  $L^u_{TO-1} = 5000$  км. Тариф на обслуговування і ремонт автомобіля приймаємо – 50 грн. Тоді для автомобіля Skoda Octavia на ТО і ремонт за рік необхідно витратити

$$Z_{TOP} = 50 \cdot 0.5 \cdot 205 + 60000 \cdot (50 \cdot 11.7 / 20000 + 50 \cdot 2.9 \cdot (1 / 5000 - 1 / 20000) + 50 \cdot 3.2 / 1000) = 29530 \text{ грн.}$$

Якщо автомобіль проїде 210 000 км, то витрати на ТО і ПР складуть 90 тис. грн. Вартість нового автомобіля Skoda Octavia A7 сьогодні становить 17 000 \$ або 450 000 грн.

Завод виробник VW пропонує для автомобіля Skoda Octavia після гарантійного періоду проводити технічне обслуговування через 15 000 тис. км, чергуючи ТО-1 з ТО-2. Перше ТО-1 проводиться при пробігу 45 000 тис. км.

Розглянемо вартість ТО на СТО «АВТОСОЮЗ», яка розташована в м. Києві, і є дилерським центром концерну VW. Вартість нормо-години на технічне обслуговування легкового автомобіля Skoda Octavia становить 260 ... 325 грн залежно від пробігу, а вартість відновлювального ремонту – 312 грн. ([Http://avtosojuz.ua/technical\\_service\\_cost/](http://avtosojuz.ua/technical_service_cost/)). Середня питома вартість товарно-матеріальні цінності становить 1000 ... 2000 грн/год. Витрати на ТО при різних пробігах автомобіля наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Вартість обслуговування Skoda Octavia на СТО «Автосоюз»

Пробіг, км	Вартість ТО, грн	Видатковий матеріал, грн	Всього роботи, грн	Вартість матеріалів, грн	Загальна вартість, ТО, грн
45000	107,4	-	107,40	1411,87	1519,27
60000	343,68	107,4	451,08	2992,09	3443,17
75000	107,4	-	107,40	1411,87	1519,27
90000	343,68	193,32	472,56	5091,41	5563,97
105000	107,4	-	107,40	1411,87	1519,27
120000	343,68	107,4	451,08	2992,09	3443,17
135000	107,4	-	107,40	1411,87	1519,27
150000	343,68	107,4	451,08	2992,09	3378,73
165000	107,4	-	107,40	1411,87	1519,27
180000	343,68	193,32	472,56	5091,41	5628,41
195000	107,4	-	107,40	1411,87	1519,27
210000	343,68	107,4	451,08	2992,09	3378,73
Ітого	2706,48	816,24	3393,84	30622,4	33951,8

Якщо розрахунок проводити за формулою (4) з періодичністю, яка встановлена в положенні [3], і враховувати тільки витрати на ТО-1 і ТО-2, то на 60 тис. км пробігу необхідно затратити 14.8 тис. грн. Якщо ж проводити ТО з періодичністю заводу-виготовлювача, то витрати на одне ТО-1 (при 45000 км) і одне ТО-2 (при 60000 км) складуть близько 5 тис. грн. При пробігу 210 тис. км розрахункові витрати за формулою (3) складуть 51,8 тис. грн, а за даними в табл. 1 – 34 тис. грн.

Рекомендована періодичність ТО-1 в 5000 км [3] для легкових автомобілів вже не відповідає сучасним рівням надійності. Необхідно в законодавстві встановлювати диференційовані нормативні значення періодичності ТО залежно від марки та моделі транспортного засобу.

Річний пробіг автомобіля можливо оцінити наступним чином

$$L_G = L_{CC} \cdot D_G = V \cdot T_H \cdot D_G, \quad (4)$$

де  $L_{CC}$  – середньодобовий пробіг автомобіля, км;  $V$  – середня експлуатаційна швидкість автомобіля, км/год.;  $T_H$  – час роботи автомобіля в наряді, год.

Перепишемо формулу (3) з урахуванням виразу (4). Тоді

$$Z_{TOP} = D_G \cdot (T_{EO} \cdot t_{EO} + V \cdot T_H \cdot (\frac{T_{TO} \cdot t_{TO-2}}{L_{TO-2}} + T_{TO} \cdot t_{TO-1} \cdot (\frac{1}{L_{TO-1}^n} - \frac{1}{L_{TO-2}^n}) + \frac{T_{TP} \cdot t_{TP}}{10^3})), \quad (5)$$

Зі зменшенням середньої швидкості автомобіля відстань, яку автомобіль подолає за рік, також знижується. Також зменшується кількість обслуговувань за рік, що зумовлює витрати на ТО і ТР. На рис. 1 наведено графік зміни вартості профілактичних і ремонтних робіт для автомобіля Skoda Octavia з урахуванням середньої експлуатаційної швидкості. Час в наряді приймався рівним 7 год. Якщо середню швидкість автомобіля прийняти 42 км/год., то можна отримати результати попереднього прикладу.

Зниження швидкості автомобіля може бути викликано погіршенням умов експлуатації. В таких умовах необхідно скорочувати періодичність ТО або збільшувати трудомісткість ТО і ТР.

В роботі [6] запропоновано аналітичний метод обчислення коригуючого коефіцієнта, який отримано методом подібності характеристики ресурсу автомобіля і витрати палива. Коригуючий коефіцієнт можна розрахувати так:

$$k_m = \left( \frac{7.95 \cdot K_c \cdot i_o \cdot i_{kp} \cdot V_{max} \cdot a_m \cdot V_h}{r_k} + \frac{0.7 \cdot K_c^2 \cdot i_o^2 \cdot i_{kp}^2 \cdot V_{max}^2 \cdot b_m \cdot V_h \cdot S_n}{r_k^2} + \right. \\ \left. + \frac{100 \cdot (G_a \cdot 0.01 \cdot V_{max} + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^3)}{\eta_{mp}} \right) \cdot \frac{V_a}{V_{an}} \left/ \left( \frac{7.95 \cdot K_c \cdot i_o \cdot i_{kp} \cdot V_{max} \cdot a_m \cdot V_h}{r_k} + \right. \right. \quad (6) \\ \left. \left. + \frac{0.7 \cdot K_c^2 \cdot i_o^2 \cdot i_{kp}^2 \cdot V_{max}^2 \cdot b_m \cdot V_h \cdot S_n}{r_k^2} + \frac{100 \cdot (G_a \cdot 0.01 \cdot V_{max} + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^3)}{\eta_{mp}} \right) \right.$$

де  $K_c$  – швидкісний коефіцієнт;  $i_o$  – передавальне число головної передачі;  $i_{kp}$  – передавальне число підвищеної (максимальної) передачі коробки передач;  $V_{max}$  – максимальна швидкість автомобіля, км/год.;  $a_m$  і  $b_m$  – коефіцієнти механічних втрат в двигуні;  $V_h$  – робочий об'єм циліндрів двигуна, л;  $r_k$  – динамічний радіус колеса, м;  $S_n$  – хід поршня, м;  $G_a$  – вага автомобіля в нормованому стані, Н;  $kF$  – фактор обтічності,  $\text{Н} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-2}$ .

У загальну формулу коефіцієнта коригування періодичності (6) підставимо параметри автомобіля Skoda Octavia. Приймаються такі значення параметрів:  $a_m = 45$  кПа,  $V_h = 1.781$  л,  $H_n = 44000$  кДж/кг,  $c_m = 0.76$  г/см<sup>3</sup>,  $K_c = 0.52$ ,  $i_o = 3.647$ ,  $i_{kp} = 0.8$ ,

$V_{\max} = 223$  км/год.,  $r_k = 0.3$  м,  $b_m = 13$  кПа·с/м,  $S_n = 0.081$  м,  $G_a = 12606$  Н (для спорядженого автомобіля),  $G_a = 17952$  Н (для повністю навантаженого автомобіля),  $kF = 0.47$  Н·с<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>,  $\eta_{mp} = 0.93$ ,  $V_{an} = 90$  км/ч.

Тоді формула коефіцієнта коригування періодичності набуде вигляду для порожнього автомобіля:

$$k_m = \frac{9.16 \cdot V}{541 + 0.000389 \cdot V^3} \quad (7)$$

Для повністю завантаженого автомобіля коефіцієнт коригування періодичності можна розрахувати так:

$$k_m = \frac{10.59 \cdot V}{669 + 0.000389 \cdot V^3} \quad (8)$$

У табл. 2 наведені значення коефіцієнта коригування, який розраховано за формулами (7) і (8) для різних категорій доріг. Для порівняння наведені коефіцієнти коригування періодичності ТО за методиками [4] і [5]. Запропонована модель дає близькі значення коефіцієнта щодо наведених в інших джерелах.

Вплив ступеня завантаження автомобіля на періодичність та вартість ТО і ремонту автомобілів не враховувалися в інших методиках [3, 4, 5].

Для використання коефіцієнта коригування необхідно замінити нормативні значення  $L^{n_{TO-2}}$  і  $L^{n_{TO-1}}$  такими виразами:

$$L_{TO-2} = L^{n_{TO-2}} \cdot k_m \quad \text{и} \quad L_{TO-1} = L^{n_{TO-1}} \cdot k_m \quad (9)$$

Таблиця 2. Значення коефіцієнта коригування періодичність технічних обслуговувань які отриманих за різними методиками

Категорія умов експлуатації	Середня швидкість, км/год.	Коригування періодичності ТО			
		за методикою [5]	за методикою [6]	за формулою	
				(7)	(8)
1	90	1,0	1,0	1,0	1,0
2	72	0,9	0,9	0,96	0,94
3	55	0,8	0,77	0,83	0,79
4	46	0,7	0,67	0,72	0,69
5	40	0,6	0,59	0,65	0,61

Тоді

$$Z_{TOP} = D_{\Gamma} \cdot (T_{EO} \cdot t_{EO} + V \cdot T_H \cdot (\frac{T_{TO} \cdot t_{TO-2}}{L^{n_{TO-2}} \cdot k_m} + T_{TO} \cdot t_{TO-1} \cdot (\frac{1}{L^{n_{TO-1}} \cdot k_m} - \frac{1}{L^{n_{TO-2}} \cdot k_m}) + \frac{T_{TP} \cdot t_{TP}}{10^3})). \quad (10)$$

У формулі (9) коефіцієнт  $k_m$  пропорційно пов'язаний з  $L^{n_{TO-2}}$  і  $L^{n_{TO-1}}$  та обернено пропорційно пов'язаний з  $t_{TO-2}$  і  $t_{TO-1}$ . Отже, можна виконувати коригування витрат як по періодичності ТО, так і через трудомісткість ТО.

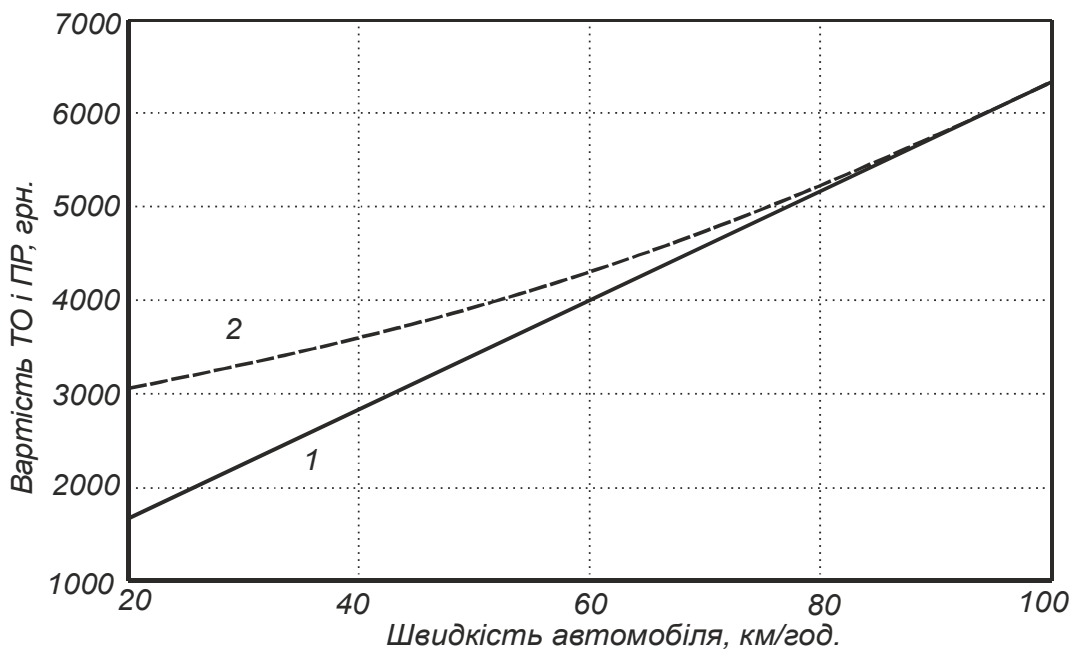


Рис. 1. Зміна вартості обслуговування і ремонту автомобіля Skoda Octavia від швидкості руху без урахування (1) і з урахуванням (2) умов експлуатації

На рис. 1 наведена графічна залежність зміни вартості ТО і ПР від швидкості руху при обліку умов експлуатації. У складних умовах експлуатації, коли швидкість автомобіля знижується, вартість витрат на ТО і ПР за формулою (10) більше ніж витрати, які розраховані за формулою (3). При середній швидкості 40 км/год. різниця становить близько 27 %, а при швидкості 30 км/год. – 47 %.

Ступінь завантаження автомобіля також впливає на вартість ТО і ПР. Зі збільшенням ваги автомобіля витрати зростають. Так, при швидкості 40 км/год. різниця вартості ТО і ПР для автомобіля в спорядженому і максимально завантаженому стані складе 3.7 %, а при швидкості 30 км/год. – 4.2 %.

**Висновки і пропозиції.** Розроблена модель дозволяє аналітичним способом оцінити вартість проведення технічного обслуговування і поточного ремонту автомобіля з урахуванням умов його експлуатації. Отримані результати можуть бути використані в процесі управління технічної служби підприємства автомобільного транспорту. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на облік інших факторів, що впливають на вартість експлуатації автомобіля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований) / Н.Я. Говорущенко. – Харьков: ХНАДУ, 2011. – 297 с.
2. ДСТУ 3587-97. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану. – Київ: Держстандарт України, 1997. – 23 с.
3. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Міністерство транспорту України, 1998. – 17 с.

4. *Положение* о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Министерство автомобильного транспорта РСФСР, 1984. – 73 с.
5. *Положение* о профилактическом обслуживании и ремонте транспортных машин (Методические рекомендации). – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – 39 с.
6. *Кривошапов С.И.* Методика корректирования периодичности технического обслуживания транспортных машин / С.И. Кривошапов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенко. – Вип. 163. – 2015. – С. 105-110. – (Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва).
7. *Fomin, O.* Development and application of cataloging in structural design of freight car building / O.V. Fomin, O.V. Burlutsky, Yu.V. Fomina / Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2015, No. 2 – P. 250-256.
8. *Макаренко М. В.* Комплексний аналіз економічного ефекту від життєвого циклу сучасного напіввагона // Науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України». – К.: ДНДЦ УЗ. – 2014. – №. 5. – С. 107.
9. Кельріх М. Б. Структурно-функціональне описання конструкції модуля кузова сучасних універсальних напіввагонів // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2014. – № 2. – С. 210.

***Sergey Krivoshepov, Ph. Doctor of Technical Sciences, Assoc.***  
***(Associate Professor of the Department of «Technical operation and service of vehicles named after Prof. Govorushchenko N.Ya.», Kharkov National Automobile and Highway University)***

#### VALUATION OF COSTS FOR MAINTENANCE AND REPAIR OF TRANSPORT VEHICLES, TAKING INTO ACCOUNT OPERATING CONDITIONS

*The legislation of Ukraine does not adjust the mileage between technical services and to determine the total resource of the car. The state of the road greatly affects the reliability and durability of the machine. The purpose of the work is to link the cost of maintenance and repair with the operating conditions of cars. The quality of the road surface is estimated by the degree of evenness, which is obtained from the measurement of movement of the body and wheels. Vertical oscillations of the body of the car leads to a change in the power balance on the wheels of the car. Increased losses in the suspension of the car affect the load of the internal combustion engine. The speed of wear of the engine cylinders depends on the engine speed and the average of indicator pressure. The article gives an analytical dependence of the relationship between the flatness of the road and the engine life. The adjustment of the mileage between maintenance and the vehicle resource is proposed to be carried out through a correction factor. In this paper, a formula is derived for calculating this correction factor. The coefficient was calculated using the example of Skoda Octavia. The graphs of the vehicle's resource change are obtained from the road roughness and speed car. For the first time the degree of loading of the car at rationing of the periodicity of maintenance is taken into account. The received mathematical model is proposed to be applied at automobile transport enterprises, in order to prolong the level of reliability and durability of the machines due to timely maintenance in difficult operating conditions.*

**Keywords:** *vehicle, durability, reliability, service, maintenance work, operating conditions, mathematical modeling.*



**REFERENCES**

1. Govorushhenko N.Ja. *Sistemotekhnika avtomobil'nogo transporta (raschetnye metody issledovanij)* [System engineering of motor transport (calculation methods of research): monograph]. Har'kov, HNADU, 2011. 297 p.
2. DSTU 3587-97. *Avtomobil'ni dorogi, vulici ta zaliznichni pereizdi. Vimogi do ekspluatacijnogo stanu.* [Highways, streets and railroad crossings. Requirements for operating state], Kiïv, Derzhstandart Ukraïni, 1997. 23 p.
3. *Polozhennja pro tehniczne obslugovuvannja i remont dorozhnih transportnih zasobiv avtomobil'nogo transportu* [Regulations on the maintenance and repair of road vehicles road transport], Kiïv: Ministerstvo transportu Ukraïni, 1998. 17 p.
4. *Polozhenie o tehnichekom obsluzhivanii i remonte podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta* [Regulation on maintenance and repair of rolling stock of motor vehicles], Moskva, Ministerstvo avtomobil'nogo transporta RSFSR, 1984. 73 p.
5. *Polozhenie o profilakticheskom obsluzhivanii i remonte transportnyh mashin (Metodicheskie rekomendacii)* [Regulation on preventive maintenance and repair of transport vehicles (Methodological recommendations)], Har'kov: RIO HGADTU, 1998. 39 p.
6. Krivoschapov S.I. Metodika korrekcirovannja periodichnosti tehnicheko obsluzhivanija transportnyh mashin [Technique for adjusting the frequency of maintenance of transport vehicles], *Vestnik Har'kovskogo Nacional'nogo tehnicheko universiteta sel'skogo hozjajstva imeni P. Vasilenko* [Bulletin of the Kharkov National Technical University of Agriculture named after P. Vasilenko], 2015, issue 163, pp. 105-110.
7. Fomin O.V., Burlutsky O.V., Fomina Yu.V. Development and application of cataloging in structural design of freight car building // Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2015, no. 2, pp. 250–256.
8. Makarenko M. V. Kompleksnyi analiz ekonomichnoho efektu vid zhyttievoho tsykladu suchasnoho napivvahonu [Comprehensive analysis of the economic impact of the life cycle of a modern gondola] // *Naukovo-praktychnyi zhurnal «Zaliznychnyi transport Ukrainy»*.—Kyiv: DNDTs UZ, 2014, №. 5, p. 107.
9. Kelrikh M. B., Moroz V. I. Strukturno-funktsionalne opysannia konstruktsii modulja kuzova suchasnykh universalnykh napivvahoniv // *Visnyk Skhidnoukraïnskoho natsionalnoho universytetu im. V. Dalia*, 2 (210), 2014, p. 94-103.