

## РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДТРИМКИ ПРАЦЕЗДАТНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЯ

*Проведені дослідження залежності імовірності безвідмовної роботи автомобілів від напрацювання і терміну перебування в експлуатації показали, що для автомобілів, які довготривалий час перебувають в експлуатації, імовірність їх безвідмовної роботи у визначених межах можливо забезпечити за рахунок підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту.*

*Studies of the dependence of the probability of trouble-free operation of cars on the operating time and service life have shown that for cars that are in operation for a long time, the probability of their trouble-free operation within certain limits can be ensured by improving the efficiency of maintenance and repair.*

**Вступ.** Під час експлуатації автомобілів під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів в їх системах відбувається зміна технічного стану, що погіршує їх технічні характеристики, і може призвести до виходу з ладу автомобіля в цілому. Для підтримки автомобілів в працездатному стані створена система технічного обслуговування (ТО) та ремонту автомобілів.

Існуюча система ТО і ремонту автомобілів передбачає проведення ремонтно-профілактичних робіт у терміни, визначені нормативами в залежності від типу автомобіля та його пробігу. Проте після виконання ТО не виключені випадки появи відмов і несправностей через те, що більшість робіт по ТО і ремонту автомобільної техніки здійснюється без урахування фактичного технічного стану елементів автомобіля [3].

Виконання профілактичних і ремонтних робіт на автомобілях в заздалегідь запланований термін або після певного напрацювання не повністю задовольняє зростаючі вимоги до безпеки дорожнього руху та економічної експлуатації рухомого складу автомобілів. Деякі профілактичні роботи виконуються передчасно або із запізненням. Така система є більш затратною ніж система технічного обслуговування і ремонту автомобілів за фактичним станом.

Це пояснюється тим, що нормативний пробіг до чергового технічного обслуговування та обсяги ремонтних робіт визначаються в залежності від виконаного автомобілем пробігу, а не стану його вузлів та агрегатів.

Прогнозування технічного стану агрегатів та вузлів є найбільш ефективним методом підвищення експлуатаційної надійності автомобіля, оскільки дозволяє підтримувати його справний стан шляхом своєчасного проведення заходів щодо технічного обслуговування і ремонту тільки тих вузлів, які напрацювали до передграничного стану.

Для зменшення витрат на технічне обслуговування та ремонт автомобіля та підвищення його надійності, виникла необхідність проведення дослідження щодо удосконалення методу прогнозування технічного стану автомобіля та визначення обсягів ремонтних робіт, виходячи із фактичного стану вузлів та агрегатів автомобіля.

*Метою* дослідження є підвищення надійності автомобіля на основі застосування методу прогнозування технічного стану автомобіля при проведенні робіт з технічного обслуговування і ремонту.

Новизна удосконаленого методу прогнозування технічного стану автомобіля, в порівнянні з існуючим, полягає у визначенні необхідних обсягів додаткових робіт по технічному обслуговуванню і ремонту автомобіля з врахуванням терміну перебування

автомобіля в експлуатації на основі визначення параметру потоку відмов найменш надійних систем, вузлів і агрегатів автомобіля.

**Результати дослідження.** Підтримання працездатного стану автомобілів у визначених межах покладено на систему технічного обслуговування і ремонту. Одним із шляхів забезпечення безвідмовної роботи автомобілів є підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту [4, 10].

Аналіз існуючої системи технічного обслуговування і ремонту показав, що вона не повною мірою забезпечує підтримання надійності автомобілів у визначених межах, тому потребує удосконалення.

Відновлення працездатності автомобілів при існуючій системі технічного обслуговування і ремонту автомобілів у визначених межах на ділянках напрацювання між номерними технічними обслуговуваннями здійснюється виконанням поточних ремонтів вузлів і агрегатів, які виходять з ладу. Кількість поточних ремонтів збільшується із збільшенням напрацювання і терміну перебування автомобілів в експлуатації.

Зменшити кількість поточних ремонтів можливо за рахунок проведення контрольно-технічних обслуговувань.

При організації технічного обслуговування, запропонований метод визначення періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування передбачає розподіл автомобілів на групи залежно від напрацювання і терміну перебування їх в експлуатації. Такий розподіл автомобілів на групи забезпечує визначення періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування для кожної групи автомобілів окремо. Запровадження контрольно-технічного обслуговування з періодичністю, визначеною з використанням удосконаленого математичного апарату, дозволяє підтримувати імовірність безвідмовної роботи автомобіля на достатньому рівні до проведення номерних ТО. Весь обсяг робіт контрольно-технічного обслуговування повинен складатись із двох частин: постійної і змінної. До постійної частини обсягу робіт обслуговування належать заправні, змащувальні і кріпильні роботи, до змінної частини – регулювальні, ремонтні й інші роботи щодо попередження відмов у системах, вузлах і агрегатах автомобілів, необхідність виконання яких виникає після проведення контрольно-перевірочних робіт.

У відповідності до викладених вище теоретичних передумов доцільно внести зміни і доповнення в організацію виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Весь перелік робіт з технічного обслуговування автомобілів поділяється на три групи:

- роботи, які не потребують попередньої перевірки відповідності встановленим параметрам (змащувальні, заміна елементів тощо);
- роботи, необхідність виконання яких встановлюється візуальними методами контролю (ушкодження, забруднення тощо);
- роботи, які потребують використання спеціальних стендів і приладів для визначення прихованих несправностей і невідповідностей встановленим параметрам у вузлах і агрегатах без проведення розбірних робіт.

В результаті проведеного розрахунково-експериментального дослідження пропонується всі роботи з технічного обслуговування автомобілів поділити на дві групи:

- періодичні роботи, які необхідні для підтримання нормальної роботи систем, вузлів і агрегатів автомобілів (заміна і дозаправка олів, промивка і заміна фільтрів, дозаправка паливом і спеціальними рідинами, змащувальні й інші роботи);
- періодичні роботи, які обумовлені технічним станом систем, агрегатів та вузлів автомобіля та прогнозуванням можливості появи відмов і терміну виконання регулювальних і ремонтних робіт.

Періодичні роботи другої групи необхідно проводити у терміни, визначені за допомогою удосконаленого методу визначення періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування.

При розподілі автомобілів на групи показниками для визначення відношення технічної групи повинні бути: марка автомобіля, термін перебування в експлуатації, напрацювання з початку експлуатації.

Результати проведеного розрахунково-експериментального дослідження залежності імовірності безвідмовної роботи автомобілів від напрацювання і терміну перебування їх в експлуатації покладено в основу практичних рекомендацій щодо підвищення надійності автомобіля.

Для кожної групи автомобілів розподілених за напрацюванням і терміном перебування в експлуатації, слід планувати виконання робіт контрольно-технічного обслуговування на ділянках напрацювання між черговими номерними технічними обслуговуваннями. Періодичність виконання і обсяги робіт залежать від напрацювання і терміну перебування автомобілів в експлуатації.

Аналіз статистичних даних щодо виходу з ладу систем, вузлів і агрегатів автомобілів показав, що при виконанні робіт контрольно-технічного обслуговування особливу увагу необхідно приділяти вузлам ходової частини, рульовому керуванню, двигуну та системі запалювання, коробку передач, електронний блок керування.

Згідно з визначеним переліком робіт з технічного обслуговування автомобілів [5, 8] пропонується до переліку робіт контрольно-технічного обслуговування включити види робіт, які вказані у табл. 1.

Для зручності користування способом визначення періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування можливо обчислити коефіцієнт коригування періодичності проведення обслуговування за формулою

$$K_{\text{КТО}} = \frac{S_{0,8}}{S_{\text{ТО}}}, \quad (1)$$

де  $S_{0,8}$  –напрацювання автомобіля до точки, коли імовірність його безвідмовної роботи набуде значення 0,8;

$S_{\text{ТО}}$  – встановлене напрацювання до чергового технічного обслуговування.

Проведені дослідження показали, що параметр потоку відмов, від якого залежить значення імовірності безвідмовної роботи автомобілів, змінюється як від напрацювання, так і від терміну перебування їх в експлуатації.

Відповідно коефіцієнти коригування періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування будуть відрізнятися для автомобілів з однаковим терміном перебування в експлуатації, але з різним напрацюванням з початку експлуатації.

Таблиця 1 - Перелік робіт контрольно-технічного обслуговування

КТО-1	КТО-2
1.Перевірити роботу двигуна	1.Перевірка відсутності люфтів в шарових опорах
2. Перевірити систему запалювання	2. Перевірити ремінь генератора
3. Перевірити ходову частину	3.Перевірити гальмівну систему
4. Перевірити рульове керування	4. Перевірити систему охолодження
5. Перевірити коробку передач	5. Перевірити корзину зчеплення
6. Перевірити блок керування	6. Перевірити знос шестерень коробки передач (особливо першу передачу)
7. Перевірка проводів електрообладнання	7. Усунення виявлених несправностей
8. Усунення виявлених несправностей	

В якості об'єкта дослідження обрано автомобіль ВА3-2107, для якого було розраховані коефіцієнти коригування періодичності проведення технічного обслуговування (табл. 2).

Тоді пробіг автомобіля до проведення контрольно-технічного обслуговування визначається за формулою:

$$S_{\text{КТО}} = S_{\text{ТО}} K_{\text{КТО}} - S_{\text{н}}, \quad (2)$$

де  $S_n$  – напрацювання автомобіля з початку експлуатації.

Таблиця 2 - Значення коефіцієнтів коригування періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування для автомобілів ВАЗ-2107

Термін експлуатації, роки	Напрацювання автомобілів до технічного обслуговування, тис. км			
	0-35	35-70	70-105	
	КТО-1	КТО-1	КТО-1	КТО-2
До 3	0,8	0,88	0,87	0,96
3 – 5	0,8	0,88	0,77	0,91
5 – 7	0,8	0,76	0,88	0,94

Проведені розрахунки імовірності безвідмовної роботи автомобілів з різними термінами перебування в експлуатації показали, що вона набуває значення допустимої при різному напрацюванні. Пропонується для підтримання значення імовірності безвідмовної роботи у визначених межах (періодичність КТО можна визначати графічно за рис. 1 а), при досягненні імовірності безвідмовної роботи граничного значення, для автомобілів ВАЗ-2107 першої групи, які перебувають в експлуатації до 3 років, між черговими номерними технічними обслуговуваннями провести чотири додаткових обслуговування обсягом КТО–1, КТО–2. При цьому перше КТО–1 провести через 15700 – 16200 км напрацювання, друге – через 52500 – 53000 км, третє – через 87000 – 87500 км напрацювання з початку експлуатації. Роботи обсягом КТО–2 виконати через 95700 – 96200 км напрацювання з початку експлуатації.

Для автомобілів ВАЗ-2107 другої групи з терміном перебування в експлуатації від 3 до 5 років між черговими номерними обслуговуваннями доцільно провести п'ять додаткових обслуговувань обсягом КТО–1 та КТО–2 (визначаємо графічно за рис. 1 б). Роботи обсягом КТО–1 виконати через 15700 – 16200 км, 52500 – 53000 км, 76500 – 77000 км та 90500 – 91000 км напрацювання з початку експлуатації. Роботи обсягом КТО–2 виконати через 96500 – 97000 км напрацювання з початку експлуатації.

Для автомобілів ВАЗ-2107 третьої групи з терміном перебування в експлуатації від 5 до 7 років між черговими номерними обслуговуваннями провести п'ять додаткових обслуговувань обсягом КТО–1 та КТО–2 (визначаємо графічно за рис. 1 в). Роботи обсягом КТО–1 виконати через 15700 – 16200 км, 52500 – 53000 км, 75500 – 76000 км та 87500 – 88000 км напрацювання з початку експлуатації. Роботи обсягом КТО–2 виконати через 93500 – 94000 км напрацювання з початку експлуатації.

Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів підтримки працездатного стану автомобіля проводилось за оцінкою витрат матеріальних засобів на технічне обслуговування і ремонт в процесі їх експлуатації.

Сумарну вартість на технічне обслуговування і проведення рекомендованих КТО автомобілів на ділянці напрацювання від початку експлуатації до проведення планового капітального ремонту визначаємо за формулою:

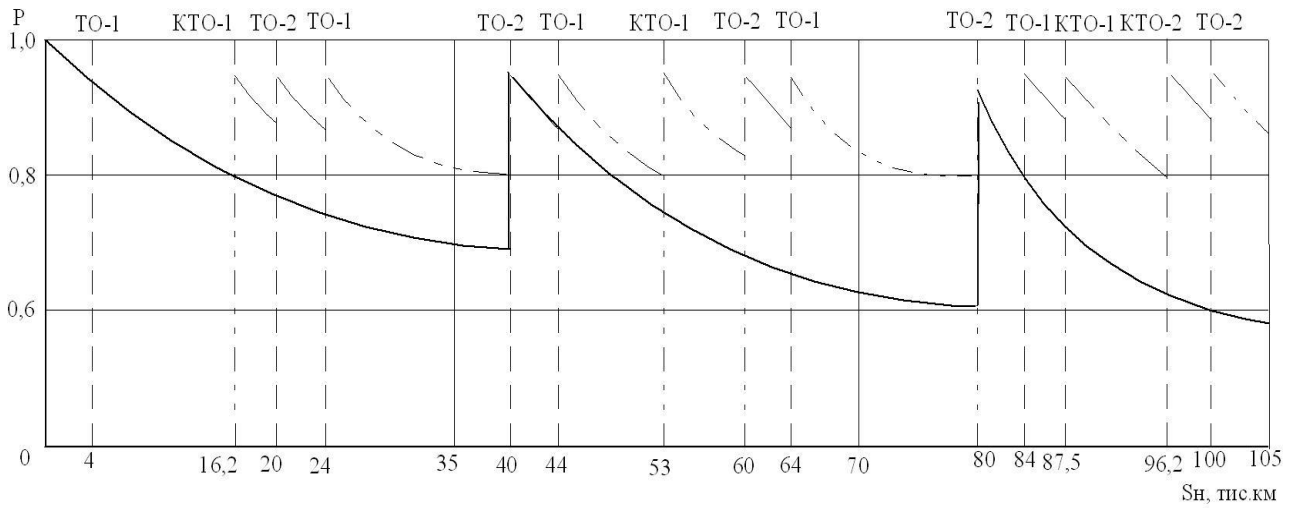
$$C_{\text{ТОР}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{ТО}}} C_{\text{ТО}i} + \sum_{j=1}^{N_{\text{КТО}}} C_{\text{КТО}j}, \quad (3)$$

де  $N_{\text{ТО}}$  – кількість номерних технічних обслуговувань;

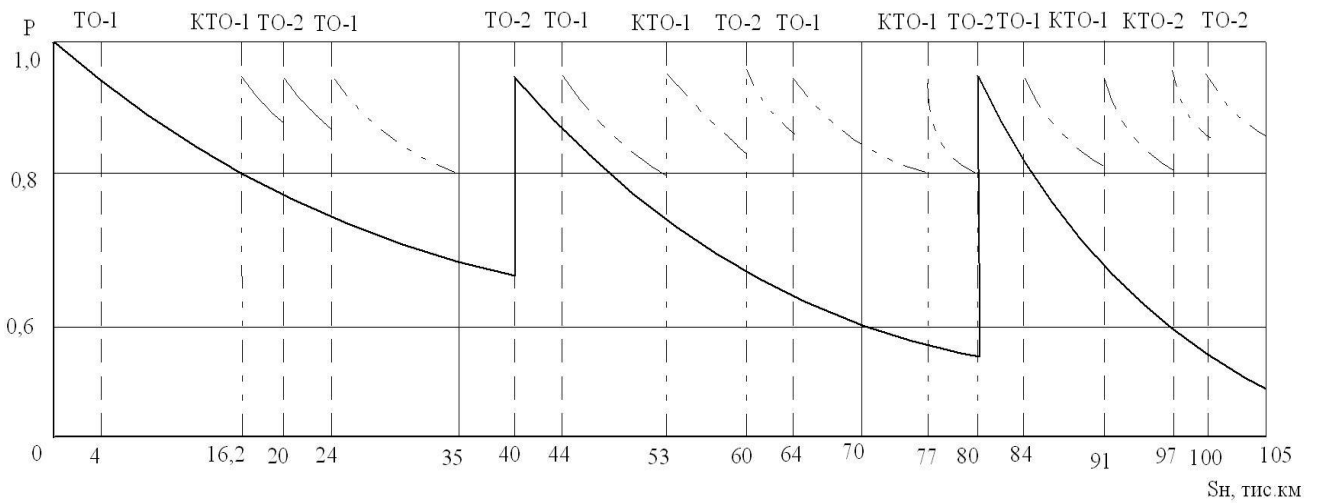
$N_{\text{КТО}}$  – кількість запропонованих до проведення КТО на ділянці напрацювання;

$C_{\text{ТО}i}$  – вартість  $i$ -го номерного технічного обслуговування;

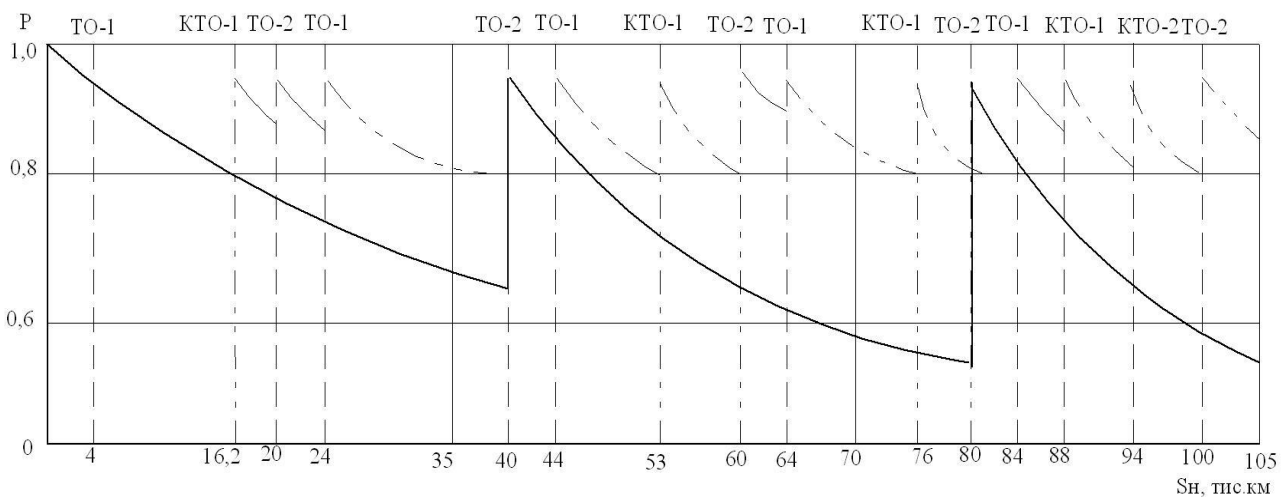
$C_{\text{КТО}j}$  – вартість  $j$ -го КТО.



а)



б)



в)

а - до 3 років; б – від 3 до 5 років; в – від 5 до 7 років

Рисунок 1 - Рекомендації щодо удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів ВАЗ 2107, які перебувають в експлуатації

Вартість  $i$ -го номерного технічного обслуговування  $C_{TOi}$  розраховуємо за формулою:

$$C_{TOi} = T_{TOi} C_{люд.год} , \quad (4.4)$$

де  $T_{TOi}$  – трудомісткість номерного технічного обслуговування, люд.-год (згідно нормативів наведених у табл. 3) [5];

$C_{люд.год}$  – вартість однієї людино-години.

Таблиця 3 - Нормативи трудомісткості робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів

Дорожні транспортні засоби тип, клас	Трудомісткість,		
	люд.год		люд.год/1000км
	ТО - 1	ТО - 2	Ремонт
Малого класу (робочий об'єм двигуна від 1,2 до 1,8 л, суха маса автомобіля від 850 до 1150 кг)	2,3	9,2	2,8

Вартість  $j$ -го  $C_{KTOj}$  розраховуємо за формулою:

$$C_{KTOj} = T_{pj} C_{люд.год} K_p , \quad (4.5)$$

де  $T_{pj}$  – трудомісткість  $j$ -го ремонту, люд.год (згідно нормативів табл.4.3) [6];

$C_{люд.год}$  – вартість однієї людино-години;

$K_p$  - коефіцієнт коригування нормативної трудомісткості ремонту автомобіля в залежності від пробігу (значення коефіцієнту наведено у табл. 4) [3].

Таблиця 4 - Значення коефіцієнту коригування нормативної трудомісткості ремонту автомобіля в залежності від пробігу

Пробіг з початку експлуатації у частках від нормативного пробігу до капітального ремонту	$K_p$
до 0,25	0,4
від 0,25 до 0,50	0,7
від 0,50 до 0,75	1
від 0,75 до 1	1,4
від 1 до 1,25	1,5
від 1,25 до 1,50	1,6
від 1,50 до 1,75	2

Сумарну вартість на технічне обслуговування і проведення ремонтів автомобілів на ділянці напрацювання від початку експлуатації до проведення планового капітального ремонту, без врахування рекомендацій визначаємо за формулою:

$$C_{TO} = \sum_{i=1}^{N_{TO}} C_{TOi} + \sum_{j=1}^{N_{np}} C_{npj} , \quad (4.6)$$

де  $C_{TO_i}$  – вартість  $i$ -го номерного технічного обслуговування;

$N_{TO}$  – кількість номерних технічних обслуговувань;

$C_{прj} = T_p C_{люд.-год} K_p$  – вартість проведення  $j$ -го поточного ремонту;

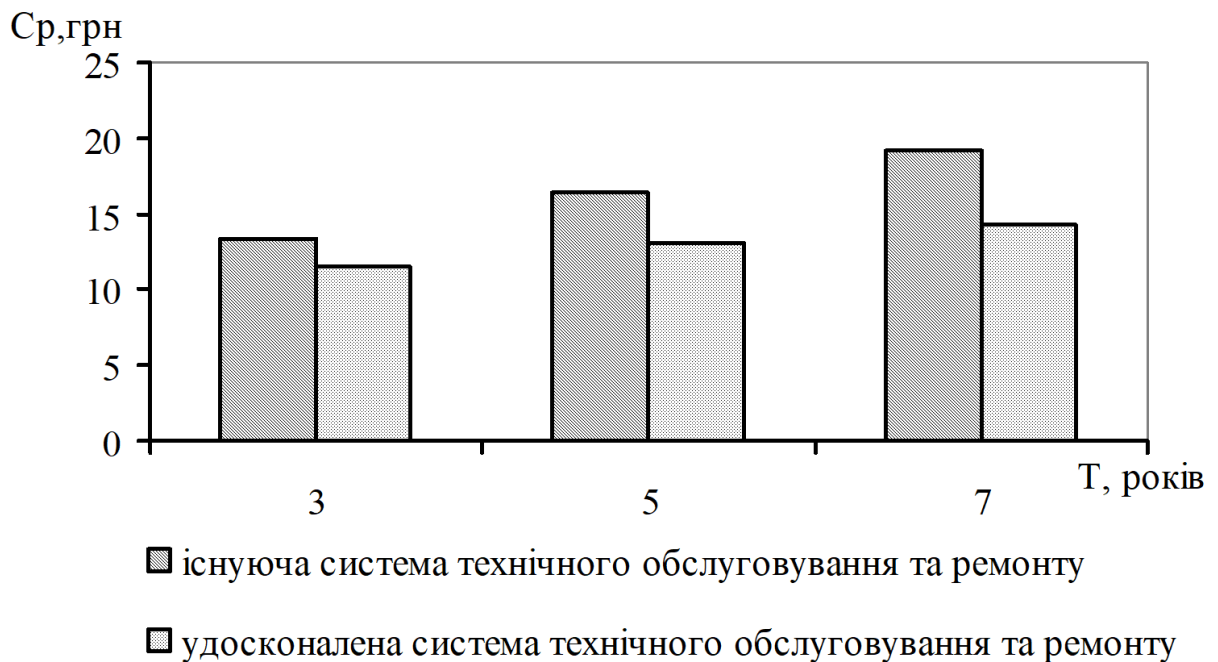
$N_{пр}$  – кількість проведених поточних ремонтів (табл.4.5) [3].

Таблиця 5 - Середня кількість проведених поточних ремонтів  $N_{пр}$  на один автомобіль при існуючій системі технічного обслуговування і ремонту автомобілів

Термін експлуатації, років	Напрацювання автомобілів, тис. км						
	15	30	45	60	75	90	105
до 3	-	1	2	3	3	4	5
3 – 5	-	1	2	4	5	6	7
5 – 7	-	1	2	5	6	7	9

Як що задатися значенням вартості однієї людино-години, то за формулами 3 та 6 можна розрахувати вартість технічного обслуговування для автомобіля з різним терміном експлуатації та визначеним загальним пробігом.

Побудовано порівняльний графік витрат на технічне обслуговування і ремонти одного автомобіля у відносних одиницях залежно від терміну перебування автомобіля в експлуатації (рис. 2).



Аналіз результатів розрахунків показав, що витрата коштів на технічне обслуговування і ремонти автомобіля в залежності від терміну перебування автомобіля в експлуатації у разі застосування запропонованого методу прогнозування для автомобілів з терміном експлуатації до 3 років зменшується в 1,16 рази, для автомобілів з терміном експлуатації від 3 до 5 років – в 1,26 рази, для автомобілів від 5 до 7 років експлуатації – в 1,33 рази.

Якщо виконати розрахунки вартості технічного обслуговування та ремонту за пробіг автомобіля до капітального ремонту кількість заощаджених коштів, у разі запровадження рекомендацій щодо підтримки працездатного стану автомобіля в практику, буде доволі суттєвим.

**Висновки.** Вплив експлуатаційних факторів на технічний стан автомобілів має різноманітний і стохастичний характер і призводить до того, що при одному і тому самому напрацюванні, але різному терміну перебування їх в експлуатації, вони мають різний фактичний технічний стан.

Для розробки рекомендацій по раціональній експлуатації та удосконаленню конструкції автомобіля, необхідна інформація про закономірності зміни його технічного стану.

Оскільки при довготривалій експлуатації в системах, вузлах і агрегатах автомобілів відбуваються процеси, які пов'язані із зменшенням і втратою працездатності елементів і вузлів, виникає необхідність проведення додаткових робіт щодо підтримання їх у працездатному стані.

Одним із шляхів підтримання працездатності автомобілів на визначеному рівні є своєчасне попередження появи відмов в їх системах, вузлах і агрегатах шляхом визначення науково обґрунтованої періодичності проведення та обсягу додаткових робіт щодо підвищення працездатності вузлів і агрегатів з малою надійністю.

Для забезпечення необхідного рівня імовірності безвідмовної роботи автомобіля рекомендовано проведення додаткових робіт контрольно-технічного обслуговування у визначених обсягах і періодичності виконання залежно від напрацювання і терміну експлуатації, враховуючи значення коефіцієнтів коригування періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування автомобіля.

Проведення КТО дозволяє запобігти виходу з ладу автомобіля та підтримувати його в справному стані незалежно від пробігу та терміну експлуатації.

Вартість виконання контрольно-технічних обслуговувань за запропонованим методом прогнозування технічного стану автомобіля на 14...25 відсотків нижче ніж вартість виконання ремонтних робіт в існуючій системі технічного обслуговування і ремонту автомобіля.

#### **Список використаних джерел**

1. Аринин И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей // И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов. / – М.: Феникс, 2007. – 314 с.
2. Волгин В.В. Причины неисправностей легковых автомобилей // В.В. Волгин / – М.: АСТ, Астрель, 2004г. – 112 с.
3. Канарчук В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів: В 3 кн. // В.Є.Канарчук, О.А.Людченко, А.Д.Чигринець / – К.: Вища шк., 1994.
4. Мирошников Л.В. Диагностика технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. // Л.В.Мирошников, А.П.Болдин, В.И.Пал / – М.: Транспорт, 1977. – 263 с.
5. Надежность технических систем / Под ред. И.А.Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 606 с.
6. Наказ Міністерства транспорту України від 30 березня 1998 року N 102 “Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту”.
7. Острейковский В.А. Теория надежности // В.А. Острейковский / – М.: Высшая школа. 2003. – 463 с.
8. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. // Е.И.Пустыльник / – М.: Наука, 1968. – 288 с.
9. Технічна експлуатація та надійність автомобіля // Є.Ю. Форнальчик, М.С. Оліскевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо / За заг. ред. Є.Ю. Форнальчика. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.
10. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей. Книга 1 Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей: Учебное пособие. // И.С. Туревский / – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2005. – 432 с.

**Поляков Андрій Павлович** – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [farv@inmt.vntu.edu.ua](mailto:farv@inmt.vntu.edu.ua)



**Мельник Ярослав Андрійович** — слухач групи 04-20, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [farv@vntu.edu.ua](mailto:farv@vntu.edu.ua)

**Polakov Andriy** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [farv@inmt.vntu.edu.ua](mailto:farv@inmt.vntu.edu.ua)

**Melnyk Yaroslav A.** — student of group 04-20, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [farv@vntu.edu.ua](mailto:farv@vntu.edu.ua)