

ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ КОРЕКТУВАННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ

¹Національний транспортний університет

²Вінницький національний технічний університет

На основі методу експертних оцінок визначено вагові коефіцієнти факторів, що впливають на технічний стан автотранспортного засобу для побудови математичної моделі коректування періодичності проведення технічного обслуговування і ремонту.

ВСТУП

Існуюча система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), що діє в Україні, вже давно перестала задовольняти сучасні вимоги, що висувуються до неї, зокрема від експлуатаційних автопідприємств. Однією з основних проблем, що виникла в останні часи в області технічної експлуатації, є потреба в обґрунтованому методі коригування періодичності виконання ТО і Р.

Попередньо, в роботі [1], було визначено концептуальні підходи до формування методу коректування періодичності виконання ТО і Р автомобілів, що залежить від коефіцієнтів технічного використання $K_{ТВ}$, технічної готовності $K_{Г}$ і обсягу виконаної транспортної роботи за певний період, що виражається через запропонований коефіцієнт інтенсивності використання $K_{ІВ}$. Ці коефіцієнти враховують конструкційні особливості автотранспортного засобу (АТЗ), якість виконання технічних впливів та ефективність діючої системи ТО і Р, а також умови експлуатації відповідно.

Але вони неоднаково впливають на технічний стан (ТС) автотранспортного засобу і тому теж потребують коректування, виходячи із значущості. При цьому накладається умова $A + B + C = 1$; де A , B і C – питома вага впливу відповідно $K_{ТВ}$, $K_{ІВ}$ і $K_{Г}$.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Метою роботи є визначення методу і на його основі розрахунку вагових коефіцієнтів факторів, що впливають на технічний стан АТЗ.

Виходячи з мети, перед нами ставиться завдання розв'язання багатокритеріальної задачі, розв'язком якої будуть коефіцієнти ієрархії (вагові) – «...інтегральні характеристики факторів, що впливають на предмет або об'єкт, що вивчається» [2].

Для вирішення цього завдання найчастіше використовують методи експертних оцінок (експертний метод), метод використання показника варіації (варіаційний метод) та метод визначення закону розподілу [3]. Останні два мажуть застосовуватися при наявності певної кількісної, статистичної інформації. А у випадку коли статистична інформація про досліджувані показники відсутня або її не можна кількісно виразити, то використовується метод експертних оцінок.

Методи, які ґрунтуються на припущенні про те, що на базі думок спеціалістів у певній галузі знань можна побудувати адекватну картину майбутнього розвитку з урахуванням всіх можливих зсувів і стрибків, отримали назву методів експертиз або методів експертних оцінок [4].

Метод експертних оцінок полягає в обробці інформації, отриманої шляхом опитування експертів. Використання експертів як джерел інформації про майбутній розвиток досліджуваного процесу (явища, об'єкта), ґрунтується на гіпотезі наявності бодай у частини провідних спеціалістів конкретної області глибоких і достатніх знань про шляхи розв'язання досліджуваних проблем [4].

Досвід засвідчує, що чим складніша досліджувана проблема, тим більше необхідності опиратися на оцінки експертів, використовуючи інтуїтивно-логічний аналіз. Все це обумовило подальший розвиток і удосконалення зазначеного аналізу, підвищення рівня його надійності. З цією метою протягом останніх десятиріч було розроблено низку прийомів і методик, що сприяли значному поглибленню дослідження проблем, які не піддавались кількісній формалізації. Діапазон таких методик досить широкий – від відбору експертів, до розробки і вдосконалення методів оброблення даних анкетного опитування [4].

Для вибору певного методу використання експертних оцінок, спочатку необхідно визначитися з ціллю, для якої його використовують. В нашому випадку, це визначення питомих ваг впливу

конструкційних особливостей АТЗ (через коефіцієнти технічного використання $K_{ТВ}$), якість виконання технічних впливів та ефективність діючої системи ТО і Р (через коефіцієнт технічної готовності K_T) та умов експлуатації (через коефіцієнт інтенсивності використання $K_{ІВ}$) на технічний стан АТЗ за умови, що їх сума дорівнюватиме 1.

Для цього можна застосовувати індивідуальні (персональні) експертні оцінки та групові (колективні) експертні оцінки.

Індивідуальність опитування полягає в тому, що експерти не збираються разом, незнайомі з оцінками інших експертів, різних експертів можуть опитувати відносно різних аспектів однієї проблеми, нарешті, опитування різних експертів може проводитись за різними процедурами. Суть методу комісії полягає в тому, що спеціалісти, які входять до однієї групи, погоджують свою думку про стан будь-якого об'єкта в майбутньому або шляхах і методах досягнення цілей у відкритій дискусії, найчастіше за круглим столом [4].

При використанні методу індивідуальних експертних оцінок, використовують різні методи, зокрема: інтерв'ю та аналітичні записки [4, 5].

Перший метод передбачає безпосередню зустріч експерта з інтерв'юером, який самостійно виставляє бали виходячи з відповідей експерта.

В іншому випадку, експерту надається анкета з питаннями і запропонованими варіантами відповідей з який експерт обирає найбільш, на його думку, правильну. Такий метод вимагає самостійності від експерта та чітких і зрозумілих питань з відповідями від інтерв'юера.

Визначившись з методом збору експертних оцінок, далі визначаються з методом постановки питань і оцінки відповідей. Оскільки параметри технічного стан АТЗ, що нами розглядаються, є якісними і, в свою чергу, залежать від різних чинників, то необхідно їх формалізувати. Для цього і вводять «...вагові коефіцієнти, що представлені в долях одиниці, тобто їх сума дорівнює одиниці або 100 %, що дозволяє легко інтерпретувати значимість факторів впливу» [2].

В основі більшості застосовуваних на практиці методів лежить опитування експертів з математичною обробкою їх суджень [2]. Найчастіше використовують такі математичні методи:

Пряма розстановка. Експертам пропонується розставити коефіцієнти k_i при відповідних факторах, виходячи з умови $\sum_{i=1}^n k_i = 1$, тобто розв'язати задачу безпосередньо [2].

Ранжування факторів. Ранжування дозволяє упорядкувати фактори за ступенем збільшення або зменшення їх впливу на досліджуваний феномен, що цікавить дослідника. Результати ранжування n факторів m експертів можна представити у вигляді матриці:

$$\begin{matrix} X_{11}, X_{21}, \dots, X_{n1} \\ X_{12}, X_{22}, \dots, X_{n2} \\ \dots, \dots, \dots, \dots \\ X_{1m}, X_{2m}, \dots, X_{nm} \end{matrix} \quad (1)$$

Зведені оцінки вагових коефіцієнтів можна отримати в результаті усереднення приватних рангів [2].

Парне порівняння. В цьому методі експертам пропонується порівняти фактори попарно. Інформація від кожного експерта надходить в формі булевої матриці парних порівнянь:

$$y_j = (y_{ik,j}), \quad (2)$$

де $i, k = 1, \dots, n$ – фактори, що порівнюються; $j = 1, \dots, m$ – експерт, що виконує порівняння; $y_{ik,j}$ – результат парного порівняння j -м експертом факторів X_i і X_k може виражатися одиницею або нулем із наступного правила. Якщо експерт порівнює фактори між собою, то 1, якщо на думку j -го експерта параметр X_i впливає сильніше ніж X_k , в іншому випадку 0 [2].

Проаналізувавши різні методи експертних оцінок, для розв'язання поставленої перед нами задачі визначення вагових коефіцієнтів, з достатнім рівнем довіри до експертних оцінок, було обрано метод аналітичних записок, в зв'язку з неможливістю зібрати достатню кількість експертів в одному місці і в один час. А за математичний апарат – методи прямої розстановки і ранжування, порівнявши

які ми можемо виявити помилки в оцінках експертів і які, в свою чергу, можуть дати нам межі довірчого інтервалу, в якому буде знаходитися істинне значення вагового коефіцієнта.

Безпосередньо процес експертизи можна розбити на декілька етапів, згідно з розглянутими методами в [2, 4, 5, 6]:

1. Визначення придатності і компетентності експерта.
2. Проведення опитування.
3. Обробка результатів опитування.
4. Визначення узгодженості думки експертів.

На першому етапі кожному експерту виставляють за певним набором критеріїв деяку оцінку за бальною шкалою. Такими критеріями можуть бути, наприклад, фах за освітою з точки зору галузі дослідження, рівень освіти, стаж роботи в галузі, стаж роботи в досліджуваному регіоні, досвід участі в подібних експертизах, рівень ознайомленості з методиками дослідження тощо [6].

В нашому дослідженні зголосилися взяти участь восьмеро провідних спеціалістів в області технічної експлуатації автомобілів ТОВ «Автобудкомплекс-К», що знаходиться в місті Києві і займається наданням послуг з доставки бетону, будівельних сумішей та будівельних компонентів по території України, та має відповідний рухомий склад.

Для визначення їхнього рівня компетентності, на основі [5, 6, 7], було складено анкету згідно з якою експерти особисто собі виставили оцінки (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Оцінка експертів

Критерій експерта	Варіанти	Оцінка експерта							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Рівень освіти	1 – Кваліфікований робітник; 2 – Молодший спеціаліст / Бакалавр; 3 – Спеціаліст / Магістр; 4 – Кандидат наук / PhD; 5 – Доктор наук.	3	3	3	3	3	3	3	3
Відповідність здобутого фаху до займаної посади	0 – Не відповідає; 1 – Частково відповідає; 2 – Повністю відповідає.	2	2	2	2	2	2	2	2
Загальний стаж роботи в даній галузі	1 – до 5 років; 2 – від 5 до 10 років; 3 – від 10 до 15 років; 4 – від 15 до 20 років; 5 – від 20 до 25 років; 6 – від 25 до 30 років; 7 – від 30 до 35 років; 8 – від 35 до 40 років; 9 – понад 40 років.	9	7	7	6	5	5	5	4
Досвід участі у подібних опитуваннях	0 – не брав участі; 1 – брав участь 1–2 рази; 2 – брав участь 3 і більше разів.	2	2	2	1	1	1	0	0
Рівень ознайомлення з досліджуваним питанням	0 – не ознайомлений; 1 – частково ознайомлений; 2 – добре ознайомлений; 3 – повністю ознайомлений.	3	3	3	3	2	2	2	2

Ступінь придатності спеціаліста до експертизи по анкетному опитуванню визначається за коефіцієнтом компетентності:

$$K_a = \frac{\sum V_{ij}}{\sum V_j}, \quad (3)$$

де K_a – коефіцієнт компетентності за анкетним опитуванням; V_{ij} – вага j -ї градації (обраної експертом, що оцінюється) i -ї характеристики, в балах; V_j – максимальна вага j -ї характеристики, в балах [4].

Виходячи з оцінок наведених в табл. 1 та на основі форму (3), коефіцієнт компетентності експертів становить $K_a = 0,696$.

Сформована робоча група експертів є компетентною і здатною кваліфіковано вирішувати поставлені перед нею завдання за такої умови [7, 8]:

$$0,67 \leq M \leq 1, \quad (4)$$

де M – рівень компетентності експертної групи, що визначається за формулою:

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i, \quad (5)$$

де n – кількість експертів в групі.

На наступному етапі, експерти дають оцінку трьом запропонованим чинникам, що впливають на технічний стан АТЗ двома методами – ранжуванням і прямою розстановкою.

У першому випадку експертам потрібно присвоїти ранг кожному з розглядуваних факторів, від найбільш значущого до найменш (тобто 1, 2 та 3 місця). Результати такої оцінки представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати експертних оцінок при використанні методу ранжування

Експерт	Конструктивні особливості транспортного засобу	Умови експлуатації транспортного засобу	Якість виконання технічних впливів та ефективність діючої системи ТО і Р
1	3	1	2
2	2	3	1
3	3	1,5	1,5
4	3	1	2
5	3	2	1
6	3	2	1
7	3	2	1
8	3	1	2

У другому випадку експертам потрібно присвоїти кожному з розглядуваних факторів таку кількість балів, що відповідає, на їхню думку, впливу цього чинника на ТС АТЗ за умови, що сума цих балів дорівнюватиме 1 (тобто 100 %). Результати такої оцінки представлені в табл. 3.

Таблиця 3 – Результати експертних оцінок при використанні методу прямої розстановки

Експерт	Конструктивні особливості транспортного засобу	Умови експлуатації транспортного засобу	Якість виконання технічних впливів та ефективність діючої системи ТО і Р
1	20	50	30
2	30	20	50
3	10	45	45
4	10	70	20
5	10	40	50
6	20	30	50
7	15	35	50
8	10	60	30

Для визначення вагових коефіцієнтів методом ранжування, згідно [2, 5], потрібно присвоїти кожному рангу певну кількість балів за умови, що перший ранг отримує найбільшу кількість балів, а

останній найменшу (в даному випадку можна використати обернений порядок). А далі необхідно визначити суму балів по кожному критерию, що оцінювався:

$$r_i = \sum_{m=1}^n r_{mi}, \quad (6)$$

де r_i – сума балів по i -му критерию; r_{mi} – кількість балів по i -му критерию від n -го експерта.

Безпосередньо розрахунок коефіцієнтів виконується за формулою:

$$k_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^m r_i}. \quad (7)$$

Результати розрахунку методом ранжування представлені в табл. 4.

Таблиця 4 – Розрахунок вагових коефіцієнтів методом ранжування

Фактори	Експерт								Сума балів, r_i	Ваговий коефіцієнт, k_i
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Конструктивні особливості транспортного засобу	1	2	1	1	1	1	1	1	9	0,188
Умови експлуатації транспортного засобу	3	1	2,5	3	2	2	2	3	18,5	0,385
Якість виконання технічних впливів та ефективність діючої системи ТО і Р	2	3	2,5	2	3	3	3	2	20,5	0,427
Всього балів, Σr_i									48	1,000

У випадку прямої розстановки потреби в присвоєнні балів немає, оскільки експерти вже виставили кожному фактору певну кількість балів. Розрахунок вагових коефіцієнтів виконується аналогічно попередньому методу згідно з формулою (6) і (7), а результати розрахунку представлені в табл. 5.

Таблиця 5 – Розрахунок вагових коефіцієнтів методом прямої розстановки

Фактори	Експерт								Сума балів, r_i	Ваговий коефіцієнт, k_i
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Конструктивні особливості транспортного засобу	20	30	10	10	10	20	15	10	125	0,156
Умови експлуатації транспортного засобу	50	20	45	70	40	30	35	60	350	0,438
Якість виконання технічних впливів та ефективність діючої системи ТО і Р	30	50	45	20	50	50	50	30	325	0,406
Всього балів, Σr_i									800	1,000

Оцінка ступеня узгодженості думок експертів оцінюється для всієї групи експертів – коефіцієнтом конкордації для однакових (стандартизованих) рангів [4]:

$$K_{кон} = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i}, \quad (8)$$

де m – число експертів; n – число факторів; $\sum_{j=1}^n d_j^2$ – сума квадратів відхилень всіх оцінок рангів кожного об'єкта експертизи від середнього значення, де d_j визначається за формулою

$$d_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n}, \quad (9)$$

де $S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}$ – сума рангів i -го критерію; T_i – повторюваність однакових рангів, визначається за формулою

$$T_i = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l), \quad (10)$$

де l – кількість груп зв'язаних (однакових) рангів; t_l – кількість зв'язаних рангів у кожній групі.

Розрахунки будемо виконувати тільки для методу ранжування, оскільки при розрахунку коефіцієнта конкордації для методу прямої розстановки необхідно кожному балу присвоїти ранги, то в такому випадку ми отримає значення наведені в табл. 4.

Результати розрахунків коефіцієнта конкордації зведені у табл. 6.

Таблиця 6 – Розрахунок коефіцієнта конкордації для методу ранжування

Фактори	Експерт								Сума рангів, S_j	Відхилення суми від середньої суми, d_j	d_j^2
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Конструктивні особливості транспортного засобу	1	2	1	1	1	1	1	1	9	-7	49
Умови експлуатації транспортного засобу	3	1	2,5	3	2	2	2	3	18,5	2,5	6,25
Якість виконання технічних впливів та ефективність діючої системи ТО і Р	2	3	2,5	2	3	3	3	2	20,5	4,5	20,25
Разом	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	75,5
Середнє значення	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-
Повторюваність, T_j	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	-	-
Коефіцієнт конкордації, $K_{кон}$	0,591										

Якщо $K_{кон} = 1,0$ – то є повна узгодженість думок експертів, якщо $K_{кон} = 0$ – то узгодженість повністю відсутня [4]. В нашому випадку є середня узгодженість думок експертів.

Статистична істотність коефіцієнта конкордації перевіряється за критерієм Пірсона [4]:

$$\chi_p^2 = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{\left[mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i \right]}, \quad (11)$$

де χ_p^2 – розрахункове значення Пірсона.

На основі представленої формули в нашому випадку $\chi_p^2 = 9,46$.

Розрахункове значення χ_p^2 зіставляють з табличним значення χ_T^2 для $n - 1$ ступенів свободи та довірчої ймовірності ($P = 0,95$ або $P = 0,99$). Якщо $\chi_p^2 > \chi_T^2$, то коефіцієнт конкордації істотний, якщо ж $\chi_p^2 < \chi_T^2$, то необхідно збільшити кількість експертів [4].

Тоді, $n = 3 - 1$ ступенів свободи, а $P = 0,99$, тоді табличне значення $\chi_T^2 = 9,21$ [4]. Умова $\chi_p^2 > \chi_T^2$ виконується, а отже коефіцієнт конкордації думок експертів узгоджений з ймовірністю 99 %.

Усереднені значення вагових коефіцієнтів представлені в таблиці 7.

Таблиця 7 – Вагові коефіцієнти факторів, що впливають на ТС АТЗ

Фактори	За методом ранжування	За методом прямої розстановки	Усереднене значення
Конструктивні особливості транспортного засобу, А	0,188	0,156	0,172
Умови експлуатації транспортного засобу, В	0,385	0,438	0,411
Якість виконання технічних впливів та ефективність діючої системи ТО і Р, С	0,427	0,406	0,417
Разом	1,000	1,000	1,000

ВИСНОВКИ

Проаналізовано і обрано методи та способи проведення експертного оцінювання для визначення вагових коефіцієнтів впливу на технічний стан АТЗ трьох факторів: конструкційних особливостей транспортного засобу, умов його експлуатації і якості виконання технічних впливів та ефективності діючої системи ТО і Р. Отримані результати мають середню узгодженість думок експертів з ймовірністю 99%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сахно В. П. До аналізу методів визначення періодичності виконання технічних впливів / В. П. Сахно, О. М. Іванушко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»: науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39) – С. 53-65.
2. Коробов В. Б. Сравнительный анализ методов определения весовых коэффициентов «влияющих факторов» / В. Б. Коробов // Социология: Методология, методы, математические модели. – М., 2005. – Вып. 20/2005. – С. 54–73.
3. Гуляр Р. Е. Методи визначення вагових коефіцієнтів при розрахунку таксономічних показників [Електронний ресурс] / Р. Е. Гуляр; Харківська національна академія міського господарства – 3 с. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/29737/1/44.pdf>.
4. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія / Б. Є. Грабовецький. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 171 с.
5. Литвяк Б. Г. Экспертные решения и принятие решений / Б. Г. Литвяк. – М.: Патент, 1996. – 271 с.
6. Волощук Р. В. Порівняльний аналіз підходів до визначення вагових коефіцієнтів інтегральних індексів стану складних систем / Р. В. Волощук // Індуктивне моделювання складних систем – зб. наук. пр. / Нац. акад. наук України; Міжнар. наук.-навч. центр інформ. технологій та систем. – Київ, 2013. – Вип. 5. – С. 151–165.
7. Подолянчук С. В. Визначення компетентності експертів з оцінювання наукової діяльності у вищому педагогічному навчальному закладі / Подолянчук С. В. // Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія. – 2014. – Вип. 4. – С. 112–122. – ISSN 2078-7782.
8. Лукичева Л. И. Управленческие решения: учебник / Л. И. Лукичева, Д. И. Егорьев. – М.: Омега-Л, 2009. – 383 с.

REFERENCES

1. Sakhno V. P. Analysis for the determination of the periodicity performance of technical influence / Sakhno V. P., Ivanushko O. M. // Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences".

Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue. 3(39) – P. 53-65. – ISSN 2308-6645.

2. Korobov V. B. Comparative analysis of methods for determining the weight coefficients of «influencing factors» / Korobov V. B. // Sociology: Methodology, methods, mathematical models. – M.: 2005. – Issue 20/2005 – P. 54-73.

3. Gulyar R. E. Methods of determining weight coefficients in calculating taxonomic indices / Gulyar R. E. [Electron resource] / Gulyar R. E. // Kharkiv National Academy of Municipal Economy – 3 p. – Access: <http://eprints.kname.edu.ua/29737/1/44.pdf>.

4. Grabovetsky B. E. Methods of expert assessments: theory, methodology, directions of use: monograph / Grabovetsky B. E. – Vinnitsa: VNTU, 2010 – 171 p.

5. Litvyak B. G. Expert decisions and decision making – M.: Patent, 1996 – 271 p.

6. Voloshchuk R. V. Comparative analysis of approaches to the determination of weight coefficients of integral indexes of the state of complex systems / Voloshchuk R. V. // Inductive modeling of complex systems. Collection of scientific works. / National Acad. Sciences of Ukraine, International Scientist Center info Technologies and systems. – Kiev, 2013. – Issue. 5, 2013 – P. 151-165.

7. Podolianchuk S. V. Determination of the competence of experts in the evaluation of scientific activity at a higher educational institution / Podolianchuk S. V. // Theory and practice of social systems management: philosophy, psychology, pedagogy, sociology: scientific and practical journal. / Kharkiv State Polytechnic University, Kharkiv National Pedagogical University named after G. S. Skovoroda, Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy. – Kharkiv: 2014. – Issue. 4, 2014 – P. 112-122 – ISSN 2078-7782.

8. Lukicheva L. I. Management solutions: a textbook / L. I. Lukicheva, D. I. Egorichev. – M.: Omega-L, 2009. – 383 p.

В.П. Сахно¹, В. В. Біліченко², О.М. Іванушко¹

ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ КОРЕКТУВАННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ

¹Національний транспортний університет

²Вінницький національний технічний університет

Були проаналізовані та обрані методи проведення і обробки експертних оцінок для визначення вагових коефіцієнтів факторів, що впливають на технічний стан автотранспортного засобу для побудови математичної моделі коректування періодичності проведення технічного обслуговування і ремонту.

Виконано розрахунок вагових коефіцієнтів та виконано їх перевірку через коефіцієнт конкордації і критерій Пірсона. Отримані результати мають середню узгодженість думок експертів з ймовірністю 99%.

Ключові слова: коректування періодичності ТО і Р; вагові коефіцієнти; метод експертних оцінок; ранжування; пряма розстановка; коефіцієнт конкордації для однакових рангів.

Сахно Володимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: sakhno@i.ua

Біліченко Віктор Вікторович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Іванушко Олександр Миколайович, асистент кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», аспірант кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: ivanushko_o@ukr.net

DEFINITION OF WEIGHTED COEFFICIENTS FOR BUILDING MATHEMATICAL MODEL OF CORRECTION PERIODICITY OF MAINTENANCE AND REPAIR

¹National Transport University

²Vinnytsia National Technical University

Analyzed and selected methods of carrying out and processing expert assessments for determining the weight coefficients of factors affecting the technical condition of the vehicle for the building of a mathematical model for adjusting the periodicity of maintenance and repair.

The weighting coefficients have been calculated and checked through the coefficient of concordance and the Pearson criterion. The results obtained have an average consensus of experts with a probability of 99%.

Key words: correction periodicity of maintenance and repair; weight coefficients; method of expert assessments; ranking; direct placement; coefficient of concordance for the same ranks.

Sakhno Volodymyr, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department "Automobile", National Technical University, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

Bilichenko Victor, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department of automobiles and transport management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Ivanushko Oleksandr, assistant department of technical operation of cars and service station, postgraduate, department of automobile, National Transport University, e-mail: ivanushko_o@ukr.net

В. П. Сахно¹, В. В. Биличенко², А. Н. Иванушко¹

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОРРЕКТИРОВАНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

¹Национальный транспортный университет

²Винницкий национальный технический университет

Были проанализированы и выбраны методы проведения и обработки экспертных оценок для определения весовых коэффициентов факторов, влияющих на техническое состояние автотранспортного средства для построения математической модели корректировки периодичности технического обслуживания и ремонта.

Выполнен расчет весовых коэффициентов и выполнено их проверку через коэффициент конкордации и критерий Пирсона. Полученные результаты имеют среднюю согласованность мнений экспертов с вероятностью 99 %.

Ключевые слова: корректирование периодичности ТО и Р; весовые коэффициенты; метод экспертных оценок; ранжирование; прямая расстановка; коэффициент конкордации для одинаковых рангов.

Сахно Владимир Прохорович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили», Национальный транспортный университет, e-mail: sakhno@i.ua

Биличенко Виктор Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Иванушко Александр Николаевич, ассистент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей и автосервис», аспирант кафедры «Автомобили», Национальный транспортный университет, e-mail: ivanushko_o@ukr.net