

УДК 656.13

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.206-218>**О.І. Субочев**, доц., канд. техн. наук, **Д.С. Білий**, студ.*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна
e-mail subohev.alex@gmail.com***О.Є. Січко**, доц., канд. техн. наук*Національний транспортний університет, м. Київ, Україна, e-mail sae@ua.fm*

Підвищення ефективності функціонування виробничо-технічної бази сервісних підприємств

Запропоновано формування дробового факторного експерименту для побудови за допомогою методу регресійного аналізу лінійної залежності цільового функціонала від варійованих змінних.

Побудовано матрицю експерименту, яка полягає в моделюванні технологічного процесу сервісних підприємств, у визначенні варійованих змінних у всіх значеннях цільового функціонала. Для дослідження впливу рівня механізації на показники функціонування технічного обслуговування і ремонту необхідно визначити ступінь впливу механізації на трудомісткість ремонтних робіт.

Отримано результати обробки масиву даних спостережень з використанням кореляційно-регресійного аналізу. Перевірка моделей за критерієм Фішера показала, що найбільше наближення спостерігається при апроксимації наявних даних рівнянню регресії.

Встановлено, стосовно до штатного оснащення постів поточного ремонту особливої уваги і впровадження в практику виробництва заслуговують механізовані технологічні комплекси на спеціалізованих постах по заміні і поточному ремонту двигунів, агрегатів і вузлів ходової частини канавного типу і на підйомниках.

Одержано оптимальні значення досліджуваних факторів як для максимуму прибутку від виконання технічного обслуговування і ремонту автомобілів, так і для мінімуму часу перебування автомобілів у несправному стані.

сервісне підприємство, матриця експерименту, досліджувані фактори, оптимальні значення

А.І. Субочев, доц., канд. техн. наук, **Д.С. Білий**, студ.*Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр, Украина***А.Е. Сичко**, доц., канд. техн. наук*Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина*

Повышение эффективности функционирования производственно-технической базы сервисных предприятий

Предложено формирование дробного факторного эксперимента для построения с помощью метода регрессионного анализа линейной зависимости целевого функционала от варьируемых переменных.

Построено матрицу эксперимента, которая заключается в моделировании технологического процесса сервисных предприятий, в определении варьируемых переменных во всех значениях целевого функционала. Для исследования влияния уровня механизации на показатели функционирования технического обслуживания и ремонта необходимо определить степень влияния механизации на трудоемкость ремонтных работ.

Получены результаты обработки массива данных наблюдений с использованием корреляционно-регрессионного анализа. Проверка моделей по критерию Фишера показала, что наибольшее приближение получается при аппроксимации имеющихся данных уравнению регрессии.

Установлено, применительно к штатному оснащению постов текущего ремонта необходимы механизированные технологические комплексы на специализированных постах по замене и текущем ремонте двигателей, агрегатов и узлов ходовой части канавного типа и на подъемниках.

Получены оптимальные значения исследуемых факторов, как для максимума прибыли от производства технического обслуживания и ремонта автомобилей, так и для минимума времени пребывания автомобилей в неисправном состоянии.

сервисное предприятие, матрица эксперимента, исследуемые факторы, оптимальные значения

Постановка проблеми. Особливістю функціонування сервісних підприємств з технічного обслуговування і ремонту автомобілів (ТО і Р) на теперішній час в Україні є наявність підприємств різного розміру та форм власності, які використовують значну номенклатуру рухомого складу. Важливим питанням за цих умов є визначення оптимального способу організації сервісного виробництва у залежності від кількості одиниць рухомого складу (РС) та умов експлуатації [1].

Розробка розкладу постановки автомобілів на обслуговування і ремонт в сервісних підприємствах (СП) є багатоваріантною задачею. Кількість варіантів формується на множині вимог на обслуговування, робочих постів, персоналу відповідної кваліфікації, наявності потрібних запасних частин, пріоритетів та може досягати такого значення, що перевищує інтелектуальні можливості людини переглянути їх всі і знайти оптимальний варіант [2].

Потребує вирішення питання з погляду рівня насиченості потужностей автосервісу при існуючій щільності парку автомобілів на території. Інакше кажучи, який рівень потужності автосервісу є оптимальним для заданої кількості автомобілів. Адже, якщо потужностей автосервісу на певній території буде недостатньо, погіршиться рівень обслуговування клієнтів, а якщо будемо мати надлишки потужностей – погіршаться можливості для бізнесу [3].

Автосервіс – галузь, яка інтенсивно розвивається. Успіхи галузі обмежені, а недоліків на сьогодні забагато. Успіхи обумовлені зусиллями працюючих, а недоліки – об'єктивними чи суб'єктивними факторами. Ці фактори відображують – як в суспільстві в цілому, так і в автосервісі як складовій соціально-економічній системі суспільства, реальний стан та співвідношення кожного з факторів. В цілому складається ситуація, коли сукупність факторів та стан кожного з них скоріш є обмежуваними, а не таким, що сприяють розвитку автосервісу [4].

Постійне зростання автомобільного парку зумовило збільшення виробничих потужностей, тобто привело до збільшення кількості підприємств автосервісу. Одночасно збільшуються вимоги клієнтів. Тобто клієнти сервісних підприємств надають перевагу тим учасникам ринку, які пропонують необхідні послуги та забезпечують високу якість їх виконання, відповідно до світових стандартів [5].

В сучасних умовах не завжди є доцільним створювати на кожному сервісному підприємстві всю номенклатуру виробничих підрозділів з виконання усіх видів робіт з обслуговування та ремонту транспортних засобів. Це потребує значних капітальних вкладень та витрат, внаслідок чого збільшується собівартість перевезень та зменшується конкурентоспроможність підприємства на ринку транспортних і сервісних послуг [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В опублікованій літературі питання показників ефективності сервісних підприємств слабо висвітлені з тієї причини, що вони не є актуальними за умов розвитку СП як бізнесу без будь-якого аналізу його впливу на ефективність економіки чи соціального стану суспільства. В достатній мірі розроблені та висвітлені в літературі лише питання оцінки ефективності діяльності СП. Багато робіт присвячено конкурентоздатності бізнесу, залученню клієнтів та оцінці рівня їх задоволеності, витратам на діяльність автосервісу та забезпечення його прибутковості. Що ж стосується оцінки автосервісу як соціально-економічної системи та забезпечення його ефективності з погляду якості життя людей, то цьому питанню не приділяється належної уваги [7].

В Україні, незважаючи на економічні кризи спостерігається поступове збільшення обсягів перевезень пасажирів, експедиційних послуг і послуг у сфері ТО і Р АТЗ, які надаються організаціями, що спеціалізуються виключно на даних видах

діяльності. Зазначену ситуацію до певної міри можна розглядати як об'єктивний процес, що також відповідає загальній тенденції, яка в останні десятиліття простежується в світовій економіці – економічні організації різних галузей економіки прагнуть підвищити свою конкурентоспроможність, концентруючись на основному виді діяльності [8].

Досліджуючи досвід становлення і розвитку виробничих структур автомобільного транспорту, які забезпечують відповідні види діяльності, можна дійти висновку, що поєднання останніх не є єдино прийнятним. Значна частка виробничих структур автомобільного транспорту займається лише одним видом діяльності, передаючи інші до виконання стороннім суб'єктам господарювання. Разом з тим, ряд організацій поєднують ці види діяльності в певних об'єднаннях на умовах основних або допоміжних [1, 9].

Функції сучасних СП стали визначальними щодо можливих стратегічних напрямків його подальшого розвитку при переході до ринкових відносин. Структурні підрозділи СП, які опікувались основними та допоміжними видами діяльності, в багатьох випадках трансформувались в стратегічні бізнес-одиниці або самостійні спеціалізовані підприємства [10].

У результаті є звичайно значна незбалансованість між наявним парком автотранспортних засобів і потребою в його сервісному обслуговуванні за регіонами. Найбільша напруженість виникає в «молодих» окраїнних районах міста, де існує значна потреба в наявності автомобільного транспорту, що зв'язує периферійні території із центром, а приріст потужностей сервісного обслуговування традиційно відстає від цих потреб. У зв'язку із цим виникає завдання виявлення та подолання диспропорцій у розвитку міського автотранспортного господарства [11].

Постановка завдання. Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи сервісних підприємства за рахунок багатопараметричної оптимізації залежності параметрів їх ефективності від факторів функціонування сервісного виробництва та встановлення довірчих інтервалів незалежних змінних.

Виклад основного матеріалу.

Алгоритм багатопараметричної оптимізації виробництва з технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Задачі оптимізації СМО з змішаними задачами з дискретними і безперервними змінними (до яких, зокрема, відноситься система технічного обслуговування і ремонту), є найбільш важкими для дослідження.

Метод Бокса-Уілсона – це метод оптимізації активного експерименту шляхом сходження параметрів оптимізації до оптимуму, суть якого полягає в наступному: рух у напрямі градієнта за наявності лінійного рівняння моделі здійснюється із центра експерименту послідовними кроками.

Метод Бокса-Уілсона [12] припускає формування дробового факторного експерименту (ДФЕ) для побудови за допомогою методу регресійного аналізу лінійної залежності цільового функціоналу від варійованих змінних.

Припустимо $X_1^{(1)}, X_2^{(1)}, \dots, X_n^{(1)}$ – значення варійованих змінних у точці $\bar{X}^{(1)}$ (у нашому випадку – параметри, що впливають на порядок вибірки на обслуговування): $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n$ – варіювання змінних. Виконаємо моделювання в кожній точці $X_1^{(1)}, X_2^{(1)}, \dots, X_n^{(1)} \pm \Delta X_i^{(1)}, \dots, X_n^{(1)}$, де $i = 1, 2, \dots, n$, що дає $2n$ значень цільового функціоналу. Матриця експерименту приведена в табл. 1.

Таким чином, моделювання виконується при почерговій зміні кожного варійованого параметра $\pm \Delta X$. У цьому полягає основна відмінність від методу Бокса-Уілсона, в якому матриця експерименту містить n рядків з причини використання ДФЕ.

Таблиця 1 – Матриця експерименту

№	X_1	X_2	X_3	.....	X_n	C
1	$X_1^{(1)}$	$X_2^{(1)}$	$X_3^{(1)}$	.....	$X_n^{(1)}$	C_1
2	$X_1^{(1)}$	$X_2^{(1)}$	$X_3^{(1)}$	.....	$X_n^{(1)}$	C_2
...
2n-1	$X_1^{(1)}$	$X_2^{(1)}$	$X_3^{(1)}$	.....	$X_n^{(1)} + \Delta X_n$	C_{2n-1}
2n	$X_1^{(1)}$	$X_2^{(1)}$	$X_3^{(1)}$	.....	$X_n^{(1)} - \Delta X_n$	C_{2n}

Джерело: розроблено авторами з використанням [12]

Те, що матриця експерименту містить $2n$ -рядків, обумовлює необхідність використання методів регресійного аналізу в повному обсязі для побудови рівняння лінійної регресії.

Гradient обчислюється за формулою

$$\text{grad}C = \frac{\partial C}{\partial X_1} \bar{l}_1 + \frac{\partial C}{\partial X_2} \bar{l}_2 + \dots + \frac{\partial C}{\partial X_n} \bar{l}_n, \quad (1)$$

де $\bar{l}_j, j = 1, n$ напрямний вектор координат осі X_j .

Для обчислення градієнта за результатами моделювання буде залежність – лінійне рівняння регресії:

$$\hat{C} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_n \cdot X_n, \quad (2)$$

де $b_j, j = 0, n$ – коефіцієнти рівняння регресії;

\hat{C} – розрахункове значення цільового функціонала.

Коефіцієнт рівняння регресії знаходимо методом найменших квадратів:

$$\sum_{i=1}^{2n} \left(C_i - b_0 - \sum_{j=1}^n b_j X_{ij} \right)^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

Умови мінімального значення рівняння:

$$\frac{\partial}{\partial b_j} \sum_{i=1}^{2n} \left(C_i - b_0 - \sum_{j=1}^n b_j X_{ij} \right)^2 = 0 \quad (4)$$

Диференціюючи, одержуємо систему нормальних рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} N \cdot b_0 + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in} = \sum_{i=1}^{2n} C_i, \\ b_0 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1}^2 + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} \cdot X_{i1} + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in} \cdot X_{i1} = \sum_{i=1}^{2n} C_i \cdot X_{i1}, \\ b_0 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} \cdot X_{i2} + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2}^2 + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in} \cdot X_{i2} = \sum_{i=1}^{2n} C_i \cdot X_{i2}, \\ \dots \dots \dots \\ b_0 \sum_{i=1}^{2n} X_{in} + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} \cdot X_{in} + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} \cdot X_{in} + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in}^2 = \sum_{i=1}^{2n} C_i \cdot X_{in}. \end{array} \right. \quad (5)$$

Для перевірки статичної значимості обчислюється розрахункове значення t – критерію Стьюдента:

$$t_j = \frac{|b_j|}{S \cdot b_j^2}, j = \overline{1, n}, \quad (6)$$

де $S \cdot b_j^2$ – вибіркові дисперсії коефіцієнтів b_j , обчислених як добуток діагональних елементів матриці, зворотній матриці нормальної системи рівнянь, і квадратного кореня з дисперсії неадекватності цільового функціонала S_{ag}^2 , обчислюється за формулою:

$$S_{ag}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{2n} (C_i - \hat{C}_i)^2}{(n-1)}. \quad (7)$$

Звертання матриці коефіцієнтів нормальної системи рівнянь (5) може бути виконане з використанням одного з чисельних методів, у даному випадку методу Гауса, що дає одночасно і значення визначника.

Якщо хоча б один коефіцієнт рівняння (2) для ($j \geq 1$) відмінний від нуля, здійснюється перехід до нової точки в просторі варійованих змінних \vec{X} відповідно до алгоритму градієнтного пошуку.

Обчислюється модуль градієнта:

$$|gradC| = \sqrt{\sum_{j=1}^n b_j^2}. \quad (8)$$

Якщо $|gradC| = 0$, що має місце при статистичній значимості всіх коефіцієнтів рівняння регресії, тоді процедура пошуку припиняється. У іншому випадку робиться крок у зворотному напрямку градієнта:

$$X_j = X_j - \alpha \cdot b_j / |gradC|, \quad (9)$$

де α – параметр робочого кроку.

Оптимізація показників функціонування виробничих процесів сервісних підприємств з урахуванням ефективності. Для дослідження впливу рівня механізації на показники функціонування технічного обслуговування і ремонту необхідно визначити ступінь впливу механізації на трудомісткість ремонтних робіт [12].

У цьому випадку характерними показниками є:

- ступінь механізації:

$$C = \frac{T_m}{T_0} \cdot 100\%, \quad (10)$$

- рівень механізації, що оцінює пристосованість рухомого складу до застосування механізованого устаткування

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^m z_i \cdot n_i}{z_{\max} \cdot N} \cdot 100\%, \quad (11)$$

де T_m – сумарна трудомісткість механізованих операцій виробничого процесу, люд.-год.;

T_0 – загальна трудомісткість виробничого процесу, люд.-год.;

z_i – ланковість устаткування, застосовуваного в i -тій операції;

n_i – кількість операцій з використанням устаткування ланки z ;

z_{\max} – максимальна ланковість устаткування, $z_{\max} = 4$;

N – загальна кількість операцій виробничого процесу.

Для найбільш представницьких моделей рухомого складу і застосовуваного в цих процесах устаткування ці показники визначаються:

- ступінь механізації

$$C_{АТТ} = \frac{\sum_{j=1}^n C_{A_j} \cdot A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} = 100\% , \quad (12)$$

- рівень механізації:

$$Y_{АТТ} = \frac{\sum_{j=1}^n Y_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \cdot 100\% , \quad (13)$$

де C_{A_j} , Y_{A_j} – ступінь і рівень механізації по j -тому типу рухомого складу;

A_j – облікова кількість рухомого складу j -того типу.

Результати розрахунку, проведені для зони ПР ТОВ «Паритет-СП» м. Дніпро, наведені у табл. 2.

Отримані результати оброблялися з використанням кореляційно-регресійного аналізу. Перевірка моделей за критерієм Фішера показала, що найбільше наближення виходить при апроксимації наявних даних рівнянням регресії виду

$$y = a_0 + \frac{a_1}{x} , \quad (14)$$

де y – теоретичне значення відповідної залежної змінної – питомого показника;

a_0 , a_1 – коефіцієнти рівняння регресії (табл. 3);

x – значення незалежної змінної – кількість робітників зони ПР в одну зміну.

Таблиця 2 – Результати розрахунку показників рівня механізації ТОВ «Паритет СП» м. Дніпро

Моделі автомобілів	Кількість механізованих операцій, од.	Загальна кількість операцій, од.	Трудомісткість механізованих операцій, люд-хв	Загальна трудомісткість, люд-хв	Ступінь механізації, %	Рівень механізації, %	В цілому по ТОВ «Паритет СП»	
							Ступінь механізації, %	Рівень механізації, %
ГАЗ	47	257	134,2	1549,2	8,6	6,9	9,6	10,5
ЗиЛ	55	293	194,7	1871,4	10,4	11,9		
КамАЗ	53	459	176,5	1944,5	9,1	7,3		
КрАЗ	43	429	183,5	2138,2	8,6	9,2		
МАЗ	60	436	195,4	1895,4	10,3	11,2		
Renault	95	682	287,9	2208,6	13,0	10,2		

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 3 – Залежність питомих показників механізації від потужності виробництва

Показники кореляційно-регресійного аналізу		Питома вартість технологічного устаткування					Питомі площі, м ² /люд	
		Універсальні пости при рівні механізації робіт ПР				Спеціалізовані пости	Спеціальні пости	Універсальні пости
		5	10	15	20			
Коефіцієнти рівняння регресії	a_0	422,3	1008,1	1676,0	2398,2	2042,3	68,7	77,3
	a_1	1443,8	3188,1	5273,0	7587,3	14921	225,4	244,4
Коефіцієнт кореляції		0,93	0,92	0,92	0,93	0,87	0,71	0,93

Джерело: розроблено авторами

Ефективне технологічне оснащення постів поточного ремонту передбачає впровадження засобів механізації, автоматизації і роботизації виробництва. У цьому зв'язку стосовно до штатного оснащення постів ПР особливої уваги і впровадження в практику виробництва заслуговують механізовані технологічні комплекси на спеціалізованих постах по заміні і поточному ремонту двигунів (ОН-280), агрегатів і вузлів ходової частини канавного типу (ОН-275, ОН-302) і на підйомниках (ОН-192А, ОН-192Б, ОН-269).

Пости моделей ОН-280, ОН-229, ОН-269 для заміни двигунів, зчеплення і коробки передач автомобілів ГАЗ, ЗИЛ і МАЗ створюються на оглядовій канаві зі стаціонарною естакадою висотою 600 мм, що забезпечує виконання робіт у трьох рівнях.

Високою продуктивністю, безпекою і задовільними умовами праці з заміни агрегатів має підлоговий стаціонарний пост моделі ОН-192. Вивішування автомобіля на посту виконується шестистояковим підйомником із двома поперечними балками.

Можливість переміщення розрізної балки забезпечує універсальність поста при поточному ремонті автомобілів різних моделей. Однак використання постів моделі ОН-192 для тривісних автомобілів пов'язано з підвищеною небезпекою виконання робіт у зв'язку з провисанням і перекосом заднього ходового візка. Їхнє застосування краще на універсальних робочих постах.

Підлоговий спеціальний пост моделі ОН-192 може впроваджуватися як замість канавного поста моделі ПУМ-1, так і в доповненні до нього. При використанні в сукупності з постом ПУМ-1 пост ОН-192 завантажуються, насамперед, тими роботами, на яких його продуктивність значно вище, а саме, по заміні коробок передач і зчеплення.

Спеціалізований пост моделі ОН-202 призначений для механізованої заміни переднього, середнього і заднього мостів, візка в зборі, редукторів ведучих мостів, коробок передач і зчеплення великовантажних автомобілів КамАЗ, КрАЗ, МАЗ. Цей пост монтується на тупиковій оглядовій канаві з манежною частиною. Основне устаткування поста включає бічні підйомники, П-подібну балку і самохідний візок. Бічні підйомники консольного типу мають хід на глибину канави і служать для опускання та підйому переднього, середнього і заднього мостів, а також знімального пристосування з надставкою для коробки передач чи роздавальної коробки при їхньому знятті й встановленні.

Визначення й аналіз показників виробничих процесів сервісних підприємств. Для груп факторів, визначених за результатами експертного опитування, визначалися залежності нижчеподаних критеріальних показників від досліджуваних факторів: прибутку від виконання технічного обслуговування і ремонту автомобілів та часу перебування автомобілів у несправному стані.

При аналізі аналітичних моделей, що описують процес функціонування сервісних підприємств, як позначення були прийняті [13]:

T – час перебування автомобілів у несправному стані;

Π – прибуток від виконання технічного обслуговування і ремонту автомобілів;

x_1 – рівень спеціалізації виробництва;

x_2 – рівень механізації виробництва;

x_3 – ступінь забезпеченості виробництва оборотним фондом агрегатів;

x_4 – ступінь використання технологічного устаткування;

x_5 – кваліфікація ремонтно-обслуговуючого персоналу.

Це дозволило представити зазначені моделі в наступному виді:

$$\begin{aligned} T &= a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_5 \cdot x_5 \\ \Pi &= c_0 + c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + c_3 \cdot x_3 + c_4 \cdot x_4 + c_5 \cdot x_5 \end{aligned} \quad (15)$$

Перевірка значимості коефіцієнта регресії в побудованих моделях (табл. 4) підтвердила вагомість кожного коефіцієнта регресії.

Отримане для кожної моделі значення коефіцієнта множинної кореляції (табл. 4) свідчить про досить тісний зв'язок між критеріальними показниками і всією сукупністю факторів.

Таблиця 4 – Перевірка математичних моделей на адекватність при рівні значимості

Річний обсяг робіт з ТО і ремонту автомобілів СП	Розрахункова величина критерію Фішера, $F_{розр}$	Таблична величина критерію Фішера, $F_{табл}$	Коефіцієнт множинної кореляції, R
Моделі дослідження часу перебування автомобілів у несправному стані			
	10,540	5,81	0,951
Моделі дослідження прибутку від виконання ТО і Р автомобілів			
	16,515	5,81	0,969

Джерело: розроблено авторами

Принциповою, відмінною рисою отриманих залежностей (рис. 1 – рис. 4) є те, що кожна із залежностей, що описує вплив окремого фактору на критерій ефективності, отримана при спільному впливі інших п'яти факторів.

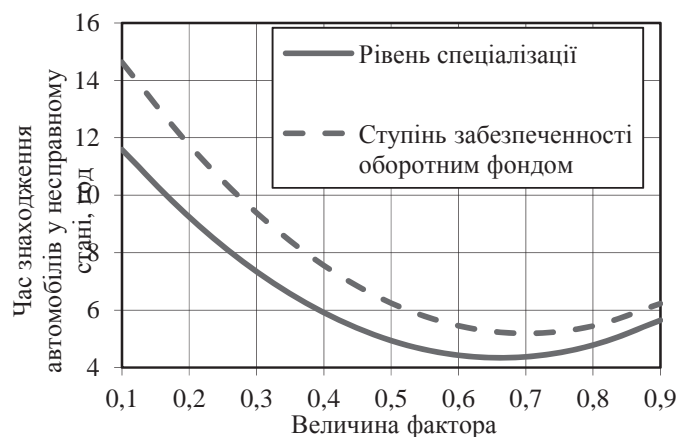


Рисунок 1 – Зміна часу знаходження автомобілів у несправному стані в залежності від рівня спеціалізації та ступеня забезпеченості оборотним фондом

Джерело: розроблено авторами

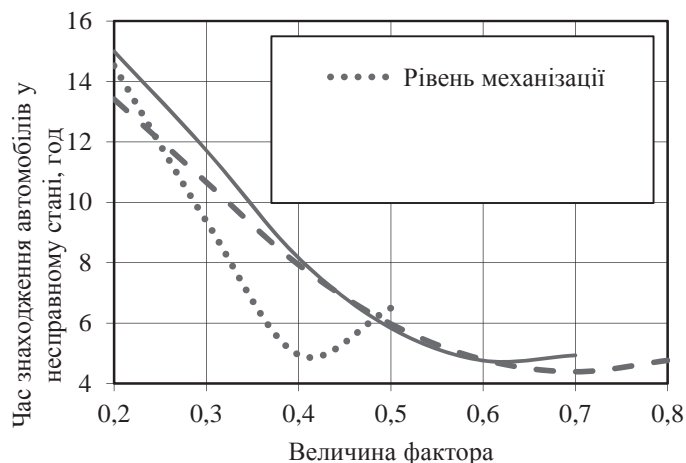


Рисунок 2 – Зміна часу знаходження автомобілів у несправному стані в залежності від рівня механізації, продуктивності ремонтно-обслуговуючого персоналу та ступеня використання технологічного обладнання

Джерело: розроблено авторами

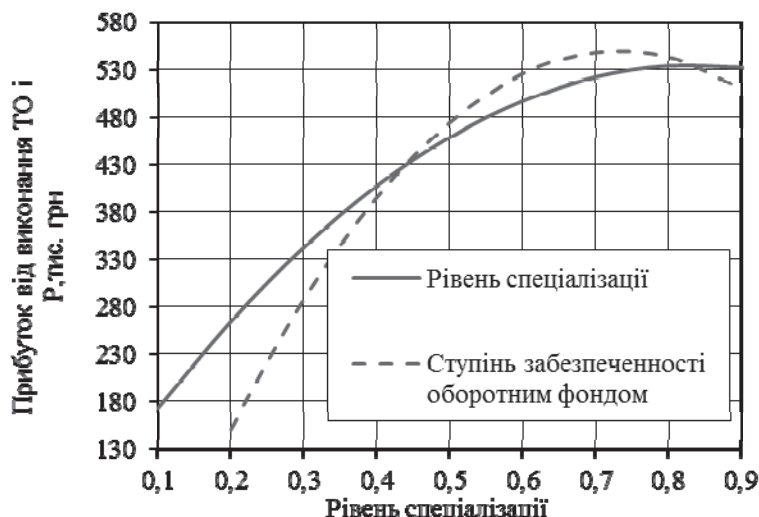


Рисунок 3 – Зміна прибутку від виконання ТО і Р в залежності від рівня спеціалізації та ступеня забезпеченості оборотним фондом

Джерело: розроблено авторами

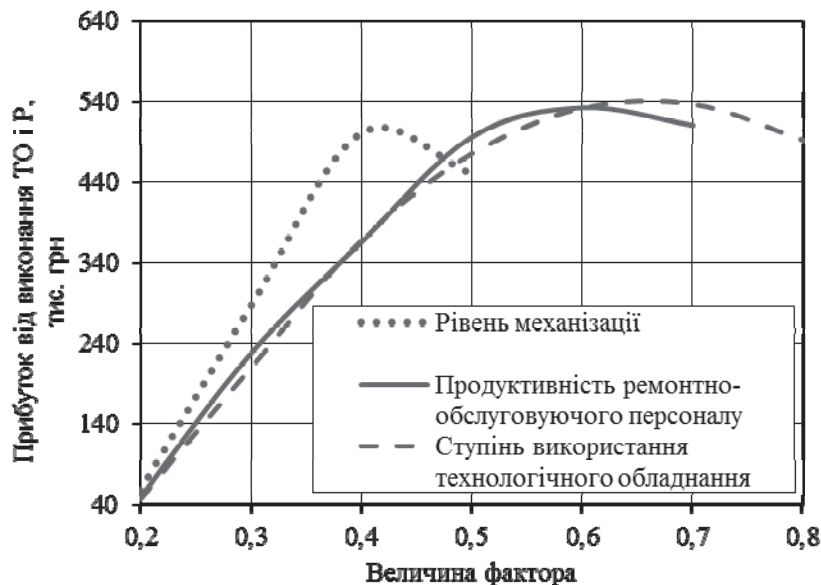


Рисунок 4 – Зміна прибутку від виконання ТО і Р в залежності від рівня механізації, продуктивності ремонтно-обслуговуючого персоналу та ступеня використання технологічного обладнання

Джерело: розроблено авторами

Оптимальні значення розглянутих факторів (табл. 5) відповідають тим точкам, у яких:

- 1 - час знаходження автомобілів в несправному стані приймає мінімальні значення;
- 2 - прибуток від виконання ТО і ремонту автомобілів приймає максимальні значення.

Таблиця 5 – Оптимальні значення факторів, які визначають ефективність виробництва сервісних підприємств

Фактори	Чисельне значення інтервалу фактору
При мінімумі часу знаходження автомобілів в несправному стані	
- ступінь спеціалізації	0,55-0,75
- рівень механізації	0,49-0,58
- ступінь забезпеченості оборотним фондом	0,61-0,78
- продуктивність ремонтно-обслуговуючого персоналу	0,78-0,89
- ступінь використання технологічного обладнання	0,62-0,79
При максимумі прибутку від виконання ТО і ремонту автомобілів	
- ступінь спеціалізації	0,75-0,90
- рівень механізації	0,51-0,61
- ступінь забезпеченості оборотним фондом	0,62-0,80
- продуктивність ремонтно-обслуговуючого персоналу	0,78-0,88
- ступінь використання технологічного обладнання	0,58-0,74

Джерело: розроблено авторами

Аналізуючи апроксимуючі залежності впливу факторів на параметри ефективності виконання технічного обслуговування і ремонту автомобілів випливає, що параметри ефективності поліпшуються не на всьому діапазоні фактору, а до визначеної межі величини (табл. 5).

Висновки. Розроблена економіко-математична модель багатопараметричної оптимізації виробничих процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів дозволяє враховувати пріоритети при перевезеннях і обслуговуванні, вибрати раціональні значення показників роботи технічної служби сервісних підприємств, максимально задовольняти клієнтів у послугах з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Досліджено вплив раніше обґрунтованих виробничих факторів таких як: рівня спеціалізації і механізації, ступеня забезпеченості оборотним фондом і використання технологічного устаткування, продуктивності праці ремонтно-обслуговуючого персоналу на показники ефективності функціонування виробничих процесів технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів.

Інтенсивність зміни параметрів ефективності таких як: часу перебування автомобілів у несправному стані, прибутку від виконання ТО і ремонту від виробничих факторів зменшується зі збільшенням обсягу робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Збільшення параметрів ефективності виробничих процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів спостерігається не у всьому діапазоні зміни факторів, а до визначеної величини.

Список літератури

1. Андрусенко С.І., Бугайчук О.С. Організація технічної експлуатації автомобілів в Україні за сучасних умов. *Вісник НТУ: Серія «Технічні науки»: науково-технічний збірник*. Вип. 1 (34). К.: НТУ, 2016. С. 12-20.
2. Березняцький В.В. Оптимізація часу простою автомобілів у ремонті і обслуговуванні за рахунок удосконалення оперативного планування виконання цих робіт. *Вісник НТУ. Серія «Технічні науки»: науково-технічний збірник*. К.: НТУ, 2016. Вип. 1 (34). С. 56-59.

3. Оптимізація виробничої структури автосервісу / О.Д. Марков, А.В. Ковальов, А.П. Скиба., О.О. Приз. *Вісник НТУ. Серія «Технічні науки»: науково-технічний збірник*. К.: НТУ, 2016. Вип. 1 (34). С. 247-254.
4. Марков О.Д. Фактори розвитку автосервісу . *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»: науково-технічний збірник*. К. : НТУ, 2018. Вип. 1 (40). С. 203-214.
5. Тарандушка Л.А., Яновський В.В. Ранжування номенклатури послуг для автосервісних підприємств . *Вісник НТУ. Серія «Технічні науки»* . Київ : НТУ, 2018. Вип. 3 (42). С. 146 – 153.
6. Савін Ю.Х., Митко М.В. Доцільність створення виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту автомобілів. *Вісник НТУ. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник*. К. : НТУ, 2016. Вип. 1 (34). С. 424-429.
7. Марков О.Д., Веретельникова Н. В. Обслуговування клієнтів автосервісу: навчальний посібник . К.: Видавництво Каравела, 2015. 263 с.
8. Марков О.Д., Рудковський О.С., Лемешинський С.М. Проблеми управління підприємствами . *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2015. № 2(223).
9. Сахно В. П., Свостін-Косьяк Д.О. Форми організації моніторингу технічного стану транспортних засобів . *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»: науково-технічний збірник*. К. : НТУ, 2017. Вип. 37. С. 373-380.
10. Андрусенко С.І., Бугайчук О.С. Моделювання бізнес-процесів підприємства автосервісу : монографія . К. : Кафедра, 2014. 328 с.
11. Лудченко О.А., Лудченко Я.О., Чередник В.В. Управління якістю технічного обслуговування автомобілів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / за ред. О.А. Лудченка. К. : Ун-т "Україна", 2012. 327 с.
12. Субочев О.І. Підвищення ефективності автосервісних підприємств на основі пріоритетів транспортного процесу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / О.І. Субочев. Київ, 2001. 20, [1] с.
13. Погорелов М.Г., Ларін О.М., Субочев О.І. Оптимізація показників функціонування автосервісних підприємств з урахуванням факторів пріоритетності . *Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. СХУ ім. Володимира Даля. Луганськ, 2011. № 6(120). С. 78 – 84.

Referencis

1. Andrusenko, S.I. & Bugajchuk, O.S. (2016). Organizaciya tekhnichnoi ekspluatacii avtomobiliv v Ukraïni za suchasnih umov. [Organization of technical exploitation of automobiles in Ukraine for crazy minds]. *Visnik NTU: Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik*. Kyiv: NTU, Vol. 1 (34), 12-20 [in Ukrainian].
2. Bereznjac'kij, V.V. (2016). Optimizaciya chasu prostoyu avtomobiliv u remonti i obslugovuvanni za rahunok udoskonalennya operativnogo planuvannya vikonannya cih robit. [Optimization of the downtime of cars for repairs and maintenance for repairs. Improved operational plan]. *Visnik NTU. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik*. Kyiv: NTU. Vol. 1 (34). 56-59. [in Ukrainian]
3. Markov O.D., Koval'ov A.P., Skiba., O.O. (2016) Optimizaciya virobничої структури avtoservisu [Optimization of production avtoservis]. *Visnik NTU. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik*. Kyiv: NTU. Vol. 1 (34). 247-254 [in Ukrainian].
4. Markov, O.D. (2018). Faktori rozvitku avtoservisu. [Development factor for car service] *Visnik Nacional'nogo transportnogo universitetu. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik*. Kyiv : NTU. Vol. 1 (40), 203-214 [in Ukrainian].
5. Tarandushka, L.A. & Yanovs'kij, V.V. (2018). Ranzhuvannya nomenklatury poslug dlya avtoservisnih pidpriemstv [Ranking of the nomenclature of services for car service enterprises]. *Visnik NTU. Seriya «Tekhnichni nauki»* . Kyiv: NTU. Vol. 3 (42), 146 – 153 [in Ukrainian].
6. Savin, Y.H. & Mitko, M.V. (2016). Docil'nist' stvorennya virobничih pidrozdiliv z obslugovuvannya ta remontu avtomobiliv. [Associativity in the field of robberies for servicing and repair of cars]. *Visnik NTU. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik*. Kyiv: NTU. Vol. 1 (34), 424-429 [in Ukrainian].
7. Markov, O.D. & Veretel'nikova, N.V. (2015). Obslugovuvannya klientiv avtoservisu. [Servicing a car repair service]. Kyiv: Vidavnictvo Karavela [in Ukrainian].
8. Markov, O.D. & Rudkovs'kij, S.M (2015). Problemi upravlinnya pidpriemstvami avtoservisu. [Problems of car service management]. *Lemeshins'kij Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu.: Tekhnichni nauki*. Vol. 2(223). [in Ukrainian].
9. Sahno, V. P. & Svostin-Kosyak, D.O. (2017). Formi organizacii monitoringu tekhnichnogo stanu transportnih zasobiv. [Form the organization of monitoring the technical camp of transport concerns].

- Visnik Nacional'nogo transportnogo universitetu. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tehnichnij zbirnik. Kyiv: NTU. Vol. 37, 373-380. [in Ukrainian].*
10. Andrusenko, S.I. & Bugajchuk, O. S. (2014). Modelyuvannya biznes-procesiv pidpriemstva avtoservisu [Model of business processes for car service]. Kyiv: Kafedra [in Ukrainian].
 11. Ludchenko, O.A., Ludchenko, YA.O. & CHerednik, V.V. (2012). Upravlinnya yakystyu tekhnichnogo obslugovuvannya avtomobiliv: navch. posib. dlya stud. vishch. navch. zakl. za red. O.A. Ludchenka. Kyiv : Un-t "Ukraina" [in Ukrainian].
 12. Subochev, O.I. (2001). Pidvishchennya efektyvnosti avtoservisnih pidpriemstv na osnovi prioritetiv transportnogo procesu. [Efficiency improvement of vehicle care enterprises on the transport process priorities basis]: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. nekhn. nauk : Spec. 05.22.20 «Tkspluatsiya ta remont zasobiv transportu». Kiiv [in Ukrainian].
 13. Pogorelov, M.G., Larin, O.M. & Subochev, O.I. (2011). Optimizaciya pokaznikov funkcionuvannya avtoservisnih pidpriemstv z urahuvannyam faktoriv prioritetnosti. [Optimization of performance indicators of car service enterprises taking into account priority factors]. *Visnik Skhidnoukraïns'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalya, SNU im. Volodimira Dalya. Lugans'k, Vol. 6(120). 78 – 84 [in Ukrainian].*

Olexander Subochev, Assoc. Prof., PhD in Tech. Sciences, **Denis Biliy**, student
Dnipro State University of Agriculture and Economics, Dnipro, Ukraine

Olexander Sichko, Assoc. Prof., PhD in Tech. Sciences
National Transport University, Kyiv, Ukraine

Improving the Efficiency of the Production and Technical Base of Service Enterprises

The formation of a fractional factorial experiment for construction using the method of regression analysis of the linear dependence of the target functional on the variables is proposed. The tasks of optimizing queuing systems with discrete variables and mixed tasks with discrete and continuous variables (which, in particular, includes the system of maintenance and repair of machines) are the most difficult.

An experimental matrix is constructed, which consists in modeling the technological process of service enterprises, determining the variables in all values of the objective functional. The matrix of the experiment contains a significant number of lines, necessitates the use of regression analysis in full amount to construct a linear regression equation. The inversion of the coefficients matrix of the equations normal system is solved using the numerical Gaussian method, which also gives the value of the determinant.

It is proposed to study the influence of the level of mechanization on the performance of maintenance and repair, it is necessary to determine the degree of influence of mechanization on the complexity of repair work.

The degree and level of technological processes mechanization of maintenance and repair for each type of car and in general for the existing cargo service enterprise is calculated.

The processing extensive evidence effect using correlation-regression analysis is obtained. Evaluation models by Fisher's criterion showed that the greatest approximation is obtained by approximating the available data by the regression equation.

It is established that the effective technological equipment of current repair posts involves the introduction of mechanization, automation and robotics of production. In this regard, in relation to the standard equipment of current repair stations special attention and implementation in production practice deserve mechanized technological complexes at specialized posts for replacement and current repair of engines, units and units of the chassis of the ditch type and lifts.

The dependences of the criterion indicators of profit from the production of maintenance and repair of cars and the cars stay time in defective condition from the studied factors are determined. The principal distinguishing feature of the obtained dependences is that each of the dependences describing the influence of a single factor on the criterion of efficiency is obtained under the combined influence of the other five factors.

The optimal values of the studied factors are obtained, both for the maximum profit from the production of maintenance and repair of cars and for the minimum time of the cars in a faulty condition. Analyzing the approximate dependences of the influence of factors on the parameters of the efficiency of maintenance and repair of cars, it follows that the efficiency parameters do not improve over the entire range of the factor, but to a certain value.

service enterprise, experiment matrix, investigated factors, optimal value

Одержано (Received) 09.09.2020

Прорецензовано (Reviewed) 24.09.2020

Прийнято до друку (Approved) 21.12.2020