

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ БАГАТОФАКТОРНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СОБІВАРТОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

*Калабухін Ю.Є., д.т.н., професор,
Зоріна О.І., д.е.н., професор,
Білогуров Є.О., к.т.н.
(УкрДУЗТ)*



Одним з найважливіших економічних показників діяльності залізничного транспорту є собівартість вантажних перевезень. На складність її розрахунку накладають відбиток такі фактори, як особливості технології залізничних перевезень, значна кількість господарств, що забезпечують процес транспортування вантажів, тип рухомого складу, вид енергоресурсів для тяги поїздів і т.д. На протязі останніх років тенденцією є щорічне зростання собівартості вантажних перевезень внаслідок багатьох причин. АТ «Укрзалізниця» з метою підвищення ефективності діяльності залізничного транспорту вишукує внутрішні резерви зменшення собівартості за рахунок поліпшення якісних показників використання рухомого складу. В статті надано результати наукового підходу до визначення впливу якісних показників використання рухомого складу на собівартість вантажних перевезень на основі складання багатофакторної математичної моделі, яка описує відповідну залежність.

Ключові слова: залізничний транспорт, вантажні перевезення, експлуатаційні витрати, рухомий склад, собівартість вантажних перевезень, математична модель.

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO THE FORMATION OF A MULTIFACTOR MATHEMATICAL MODEL OF THE COST OF RAILWAY FREIGHT TRANSPORTATION

*Kalabukhin Y. E., Dr. Sc. (Tech.), professor,
Zorina O.I., Dr. Sc. (Econ.), professor,
Bilohurov E.O., PhD (Tech.)
(USURT)*

One of the most important economic indicators of railway transport is the cost of freight transportation. The complexity of calculating the cost is influenced by such factors as the features of railway transportation technology, a significant number of farms that provide the process of transporting goods, the type of rolling stock, the type of energy resources for traction of trains, and so on. The annual increase in the cost of freight transportation has been a stable trend over a significant period of time. The reason for this is a decrease in the volume of freight traffic, significant wear and tear of rolling stock, an increase in the cost of material resources, and so on. In order to increase the efficiency of railway transport, JSC "Ukrzaliznytsia" is looking for internal reserves to reduce costs. Cost reduction is possible by improving the quality indicators of the use of rolling stock. Therefore, a reliable determination of the influence of quality indicators of the use of rolling stock on the cost of freight transportation from a scientific point of view is important. Scientific research in this

direction has always been relevant and is still the focus of attention of both domestic and foreign scientists and specialists.

To assess the nature and degree of dependence of the cost of freight transportation on a specific qualitative indicator of the use of rolling stock, the method of unit expense rates is used. This approach allows us to analyze the impact on the cost of freight transportation of only one specific qualitative indicator of the use of rolling stock. Every year, JSC Ukrzaliznytsia simultaneously records and indicates the value of several qualitative indicators of the use of rolling stock. Therefore, for a comprehensive analysis of the impact on the cost of freight transportation of several quality indicators at once, which are determined at a specific point in time, it is proposed to use a multifactor mathematical model. This model is built on the principles of the theory of experimental design.

The article presents the results of a scientific approach to determining the influence of quality indicators of the use of rolling stock on the cost of freight transportation based on the construction of a multifactor mathematical model.

Keywords: *railway transport, freight transportation, operating costs, rolling stock, cost of freight transportation, mathematical model.*

Постановка проблеми та її зв'язок з науковими чи практичними завданнями. Однією з головних задач АТ «Укрзалізниця» є зниження собівартості вантажних залізничних перевезень, що може бути досягнуто за рахунок вишукування внутрішніх резервів. Звісно, що на собівартість залізничних перевезень як вантажних, так і пасажирських, значно впливає рівень використання рухомого складу, який має кількісне відображення у відповідних якісних показниках. Тому достовірне визначення впливу якісних показників використання рухомого складу на собівартість вантажних перевезень залізничним транспортом з наукової точки зору уявляє важливе значення. Наукові дослідження в цьому напрямку завжди були актуальними і по теперішній час знаходяться в центрі уваги як вітчизняних, так і зарубіжних вчених та спеціалістів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання визначення собівартості залізничних перевезень та впливу на неї експлуатаційних факторів розглянуто в багатьох роботах вчених-економістів в галузі залізничного транспорту.

В роботі [1] вказується на необхідність проведення досконалої систематизації експлуатаційних факторів

зادля здійснення аналізу їх впливу на собівартість залізничних перевезень.

В роботі [2] розглянуто питання теоретико-методичного підходу до формування економічно обґрунтованих експлуатаційних витрат структурних підрозділів залізничного транспорту. Автором надано результати дослідження впливу факторів експлуатації на поточні витрати.

В роботі [3] автором відмічається значення методу одиничних витратних ставок для визначення собівартості залізничних перевезень. Вказується на те, що саме за цим методом можна з високою точністю визначити вплив якісних показників використання рухомого складу на собівартість залізничних перевезень. Пропонується використовувати даний науково-практичний підхід у вирішенні завдань контролінгу.

В роботі [4] наведено результати кількісної оцінки впливу якісних показників використання рухомого складу на собівартість вантажних перевезень.

В роботі [5] запропоновано удосконалену факторно-критеріальну модель оцінки використання рухомого складу залізничного транспорту. Представлена модель має ряд переваг перед діючою системою, що використовується в статистичних

підрозділах АТ «Укрзалізниця» і дозволяє виконати аналіз та надати пропозиції щодо оптимізації використання рухомого складу.

В роботі [6] окреслені аспекти визначення впливу якісних показників на ефективність використання рухомого складу на основі матричного підходу. На базі цього підходу здійснено обчислення вагомості впливу якісних показників на продуктивність вагона.

Виділення не вирішених частин загальної проблеми. На економічні показники експлуатаційної діяльності залізничного транспорту значно впливає зміна якісних показників використання рухомого складу. На практиці вплив цих показників на собівартість перевезень визначається за допомогою методу одиничних витратних ставок. Зазначений підхід дозволяє здійснити аналіз впливу на собівартість вантажних перевезень тільки одного окремого якісного показника. За статистичними даними АТ «Укрзалізниця» одночасно ведеться облік і вказується значення одночасно декількох якісних показників використання рухомого складу. Тому для комплексного аналізу впливу на собівартість вантажних перевезень одразу декількох якісних показників, визначених на конкретний момент часу, пропонується використати багатофакторну математичну модель, яку побудовано на положеннях теорії планування експерименту.

Формування цілей статті. Метою статті є виклад науково-практичного підходу до формування багатофакторної математичної моделі залежності залежної частини собівартості вантажних перевезень від якісних показників використання рухомого складу на основі положень теорії планування експерименту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вплив якісного показника

використання рухомого складу на залежну частину собівартості 10 ткм нетто вантажних перевезень визначається або прямо пропорційною (1), або зворотно пропорційною (2) залежністю:

$$C_{\text{зал}}^{10 \text{ ткм нетто}} = b + a \times \text{ЯП}, \quad (1)$$

$$C_{\text{зал}}^{10 \text{ ткм нетто}} = b + a \times \frac{1}{\text{ЯП}}, \quad (2)$$

де a, b – коефіцієнти рівняння;

ЯП – якісний показник використання рухомого складу.

Вид залежності залежної частини собівартості 10 ткм нетто вантажних перевезень від якісних показників використання рухомого складу представлено у таблиці 1. Коефіцієнти a та b для кожної залежності розраховуються за допомогою методу одиничних витратних ставок.

В таблиці 2 надано статистичні дані за регіональними філіями АТ «Укрзалізниця» за основними якісними показниками використання рухомого складу станом на 2021 рік [7].

Визначимо тісноту зв'язку між факторами, що обрано, скориставшись розрахунком коефіцієнту кореляції за формулою

$$k_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^{i=z} [(A_i - \bar{A}) \times (B_i - \bar{B})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^{i=z} (A_i - \bar{A})^2 \times \sum_{i=1}^{i=z} (B_i - \bar{B})^2}}, \quad (3)$$

де A_i, B_i – значення фактору відповідно, A та B в i -тій точці спостереження;

$\bar{A}, \bar{B}$ – середнє арифметичне значення фактору відповідно, A та B ;

z – кількість спостережень.

Результати розрахунку складових коефіцієнту кореляції між факторами за результатами $z = 96$ спостережень наведено у таблиці 3.

Таблиця 1

Вид залежності залежної частини собівартості 10 ткм нетто вантажних перевезень від якісних показників використання рухомого складу

Найменування показника	Вид залежності	Найменування позначень
Динамічне навантаження навантаженого вагона, т нетто/ваг.	$C_{зал}^{10 \text{ ткм нетто}} = b_1 + \frac{a_1}{P_{дин}^{нав}}$	$P_{дин}^{нав}$ – динамічне навантаження навантаженого вагона
Середня маса поїзда брутто, т брутто	$C_{зал}^{10 \text{ ткм нетто}} = b_2 + \frac{a_2}{Q_{бр}}$	$Q_{бр}$ – середня маса поїзду брутто
Коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого	$C_{зал}^{10 \text{ ткм нетто}} = b_3 + a_3 \times \alpha_{пор}^{нав}$	$\alpha_{пор}^{нав}$ – коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого
Статичне навантаження вагона, т. нетто/ваг.	$C_{зал}^{10 \text{ ткм нетто}} = b_4 + \frac{a_4}{P_{ст}}$	$P_{ст}$ – статичне навантаження вагона
Дільнична швидкість, км/год.	$C_{зал}^{10 \text{ ткм нетто}} = b_5 + \frac{a_5}{V_{д}}$	$V_{д}$ – дільнична швидкість
Коефіцієнт допоміжного пробігу локомотивів	$C_{зал}^{10 \text{ ткм нетто}} = b_6 + a_6 \times (1 + \beta_{доп})$	$\beta_{доп}$ – коефіцієнт допоміжного пробігу локомотивів
Середньодобовий пробіг вагона, км/добу	$C_{зал}^{10 \text{ ткм нетто}} = b_7 + \frac{a_7}{S_{в}}$	$S_{в}$ – середньодобовий пробіг вагона

Таблиця 2

Якісні показники використання рухомого складу за регіональними філіями АТ «Укрзалізниця» станом на 2021 рік [7]

Найменування показника	Регіональна філія					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
Коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого	0,679	0,642	0,735	0,69	0,748	0,856
Статичне навантаження вагона, т нетто/ваг.	62,66	67,25	66,37	65,16	57,66	61,44
Дільнична швидкість, км/год.	37,6	34,3	36,2	40,4	35,2	31,0

Таблиця 3.

Результати розрахунку складових коефіцієнту кореляції між факторами при кількості спостережень $z = 96$

Найменування показника	Найменування фактору		
	Коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого	Статичне навантаження вагона	Дільнична швидкість
Середнє арифметичне значення	0,675	62,21	37,30
Разом середньоквадратичне відхилення	0,768	951,656	1929,020
Разом добуток $\sum_{i=1}^z [(A_i - \bar{A}) \times (B_i - \bar{B})]$:			
коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого	-	-11,61	104,17
статичне навантаження вагона	-	-	-7,12

Результати розрахунку коефіцієнту кореляції між факторами за результатами $z = 96$ спостережень наведено у таблиці 4.

Проведений аналіз вказує, що тіснота зв'язку між факторами:

- коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого та статичне навантаження вагона – помітна;

- коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого та дільнична швидкість – слабка;

- статичне навантаження вагона та дільнична швидкість – майже відсутня.

Модель цільової функції представимо в наступному виді:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 + a_{11} \cdot X_1^2 + a_{22} \cdot X_2^2 + a_{33} \cdot X_3^2 + a_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 + a_{13} \cdot X_1 \cdot X_3 + a_{23} \cdot X_2 \cdot X_3, \quad (4)$$

де $a_0, a_1, a_2, a_3, a_{11}, a_{22}, a_{33}, a_{12}, a_{13}, a_{23}$ – коефіцієнти регресії;

X_1 – коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого у кодовому вимірі;

X_2 – статичне навантаження вагона у кодовому вимірі;

X_3 – дільнична швидкість у кодовому вимірі.

Кодування та інтервали варіювання факторів наведені в таблиці 5.

Таблиця 4

Результати розрахунку коефіцієнту кореляції між факторами при кількості спостережень $z = 96$

Найменування фактору	Статичне навантаження вагона	Дільнична швидкість
Коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого	-0,4295	-0,1850
Статичне навантаження вагона	-	0,07689

Таблиця 5

Кодування та інтервали варіювання факторів

Найменування фактору	Значення факторів та інтервали їх варіювання					
	Межа зміни фактору		Інтервал варіювання	Кодування фактору		
	нижня	верхня		-1	0	1
Коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого	0,642	0,856	0,107	0,642	0,749	0,856
Статичне навантаження вагона, т нетто/ваг.	57,66	66,37	4,355	57,66	62,015	66,37
Дільнична швидкість, км/год.	31	40,4	4,7	31	35,7	40,4

Для оцінки коефіцієнтів регресії скористаємось ортогональним композиційним планом, запропонованим Боксом [8], матриця якого наведена у таблиці 6.

В таблиці 7 наведено значення якісних показників використання рухомого складу в точках плану експерименту для знаходження відповідних значень залежної частини собівартості вантажних перевезень.

Таблиця 6

Матриця X та план експерименту для визначення коефіцієнтів регресії ($\beta=0,73$)

№ спостереження	Матриця F									
	X0	Матриця X			$X1^2 - \beta$	$X2^2 - \beta$	$X3^2 - \beta$	$X1 \times X2$	$X1 \times X3$	$X2 \times X3$
		X1	X2	X3						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	-1	-1	-1	0,270	0,270	0,270	1	1	1
2	1	1	-1	-1	0,270	0,270	0,270	-1	-1	1
3	1	-1	1	-1	0,270	0,270	0,270	-1	1	-1
4	1	1	1	-1	0,270	0,270	0,270	1	-1	-1
5	1	-1	-1	1	0,270	0,270	0,270	1	-1	-1
6	1	1	-1	1	0,270	0,270	0,270	-1	1	-1
7	1	-1	1	1	0,270	0,270	0,270	-1	-1	1
8	1	1	1	1	0,270	0,270	0,270	1	1	1
9	1	-1,215	0	0	0,746	-0,730	-0,730	0	0	0
10	1	1,215	0	0	0,746	-0,730	-0,730	0	0	0
11	1	0	-1,215	0	-0,730	0,746	-0,730	0	0	0
12	1	0	1,215	0	-0,730	0,746	-0,730	0	0	0
13	1	0	0	-1,215	-0,730	-0,730	0,746	0	0	0
14	1	0	0	1,215	-0,730	-0,730	0,746	0	0	0
15	1	0	0	0	-0,730	-0,730	-0,730	0	0	0

Таблиця 7

Матриця X та абсолютні значення якісних показників використання рухомого складу в точках плану експерименту

№ спостереження	Матриця X			План експерименту		
	X1	X2	X3	Коефіцієнт порожнього пробігу вагонів до навантаженого	Статичне навантаження вагона, т нетто	Дільнична швидкість, км/год.
1	-1	-1	-1	0,642	57,7	31,0
2	1	-1	-1	0,856	57,7	31,0
3	-1	1	-1	0,642	66,4	31,0
4	1	1	-1	0,856	66,4	31,0
5	-1	-1	1	0,642	57,7	40,4
6	1	-1	1	0,856	57,7	40,4
7	-1	1	1	0,642	66,4	40,4
8	1	1	1	0,856	66,4	40,4
9	-1,215	0	0	0,504	62,0	35,7
10	1,215	0	0	1,040	62,0	35,7
11	0	-1,215	0	0,749	45,3	35,7
12	0	1,215	0	0,749	80,6	35,7
13	0	0	-1,215	0,749	62,0	24,335
14	0	0	1,215	0,749	62,0	49,086
15	0	0	0	0,749	62,0	35,7

Розрахунок значень залежної частини собівартості вантажних перевезень у відповідних точках плану експерименту виконувалось за допомогою методу одиничних витратних ставок.

Калькуляційною одиницею було прийнято 1000 ткм нетто.

Коефіцієнти регресії цільової функцій Y , які було отримано, наведені у таблиці 8.

Таблиця 8

Коефіцієнти регресії цільової функцій Y

a_0	a_1	a_2	a_3	a_{11}
620,554	24,626	-4,366	-6,026	0,190
a_{22}	a_{33}	a_{12}	a_{13}	a_{23}
-0,858	-0,393	-0,001	-0,249	-0,001

В таблиці 9 наведено результати експерименту за багатофакторною розрахунку залежної частини собівартості моделлю (БФММ) та за методом 1000 ткм нетто в точках плану одиничних витратних ставок (МОВС).

Таблиця 9

Результати розрахунку залежної частини собівартості 1000 ткм нетто в точках плану експерименту за БФММ та за МОВС

№ спостереження	Рівень фактора			Результат розрахунку $C_{\text{зал}}^{1000 \text{ ткм нетто}}$, грн.		$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(Y_i - \hat{Y}_i)^2$
	X1	X2	X3	МОВС	БФММ		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	-1	-1	-1	606,50	605,01	176,34	2,22
2	1	-1	-1	645,32	654,76	652,33	89,11
3	-1	1	-1	601,29	596,28	341,86	25,09
4	1	1	-1	640,11	646,03	413,34	35,02
5	-1	-1	1	598,02	593,46	473,47	20,83
6	1	-1	1	635,85	642,21	258,27	40,48
7	-1	1	1	592,81	584,72	727,34	65,39
8	1	1	1	630,63	633,47	117,74	8,09
9	-1,215	0	0	574,24	590,91	2073,83	278,036
10	1,215	0	0	670,07	650,75	2529,15	373,07
11	0	-1,215	0	631,71	624,59	142,34	50,66
12	0	1,215	0	609,51	613,98	105,46	20,00
13	0	0	-1,215	633,68	627,30	193,23	40,76
14	0	0	1,215	608,91	612,65	118,14	14,00
15	0	0	0	618,04	620,55	3,03	6,32
Середнє значення				619,78	Разом	8325,85	1069,09

За результатами таблиці 9 детермінації який визначається за розрахуємо критерій Фішера. Для цього формулою спочатку розрахуємо коефіцієнт

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 - \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}, \quad (5)$$

де $\bar{Y}$ – середнє арифметичне значення функції відклику (за МОВС);
 Y_i – значення функції відклику в i -тій точці спостереження (за МОВС);
 $\hat{Y}_i$ – розрахункові значення функції відклику в i -тій точці спостереження (за БФММ);
 n – кількість спостережень, $n = 15$;
 m – кількість факторів, $m = 3$.
 Коефіцієнт детермінації складає

$$R^2 = \frac{8325,85 - 1069,09}{8325,85} = 0,872$$

Розрахункове значення критерію Фішера визначається за формулою

$$F_{\text{розр}} = \frac{R^2}{1 - R^2} \times \frac{n - m - 1}{m}, \quad (6)$$

Розрахункове значення критерію Фішера складає

$$F_{\text{розр}} = \frac{0,872}{1 - 0,872} \times \frac{15 - 3 - 1}{3} = 24,89.$$

При $n = 15$, $m = 3$, $P = 0,95$ табличне значення критерію Фішера складає $F_{\text{табл}} = 3,29$.

Таким чином, $F_{\text{розр}} > F_{\text{табл}}$, що вказує на адекватність багатфакторної моделі залежної частини собівартості 1000 ткм нетто вантажних перевезень, яку отримано.

Порівняння результатів розрахунку залежної частини собівартості 1000 ткм нетто вантажних перевезень за багатфакторною математичною моделлю з результатами розрахунку за методом одиничних витратних ставок (рис. 1, 2, 3) ілюструє їх достатню достовірність.

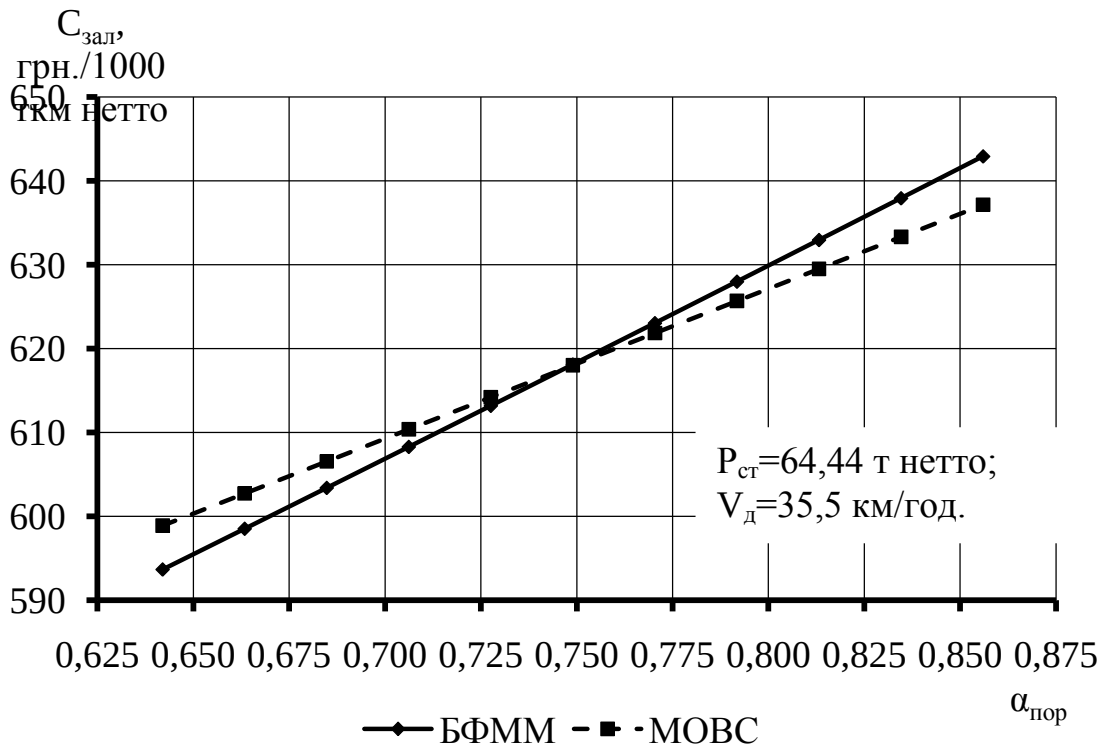


Рис. 1. Вплив коефіцієнту порожнього пробігу вагонів до навантаженого на залежну частину собівартості вантажних перевезень

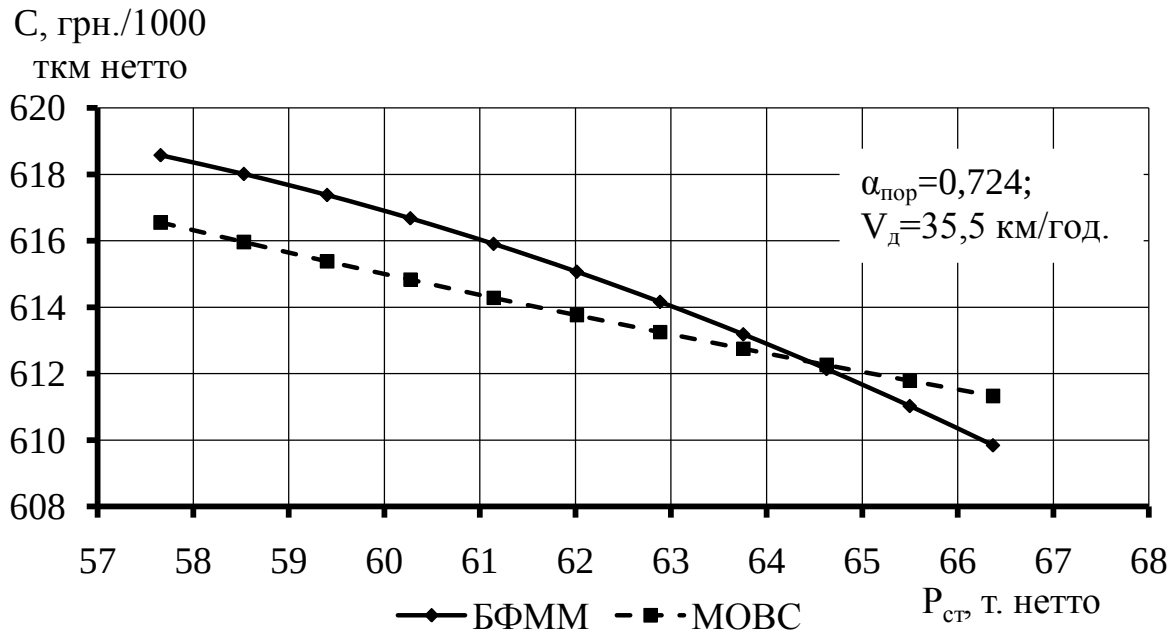


Рис. 2. Вплив статичного навантаження на залежну частину собівартості вантажних перевезень

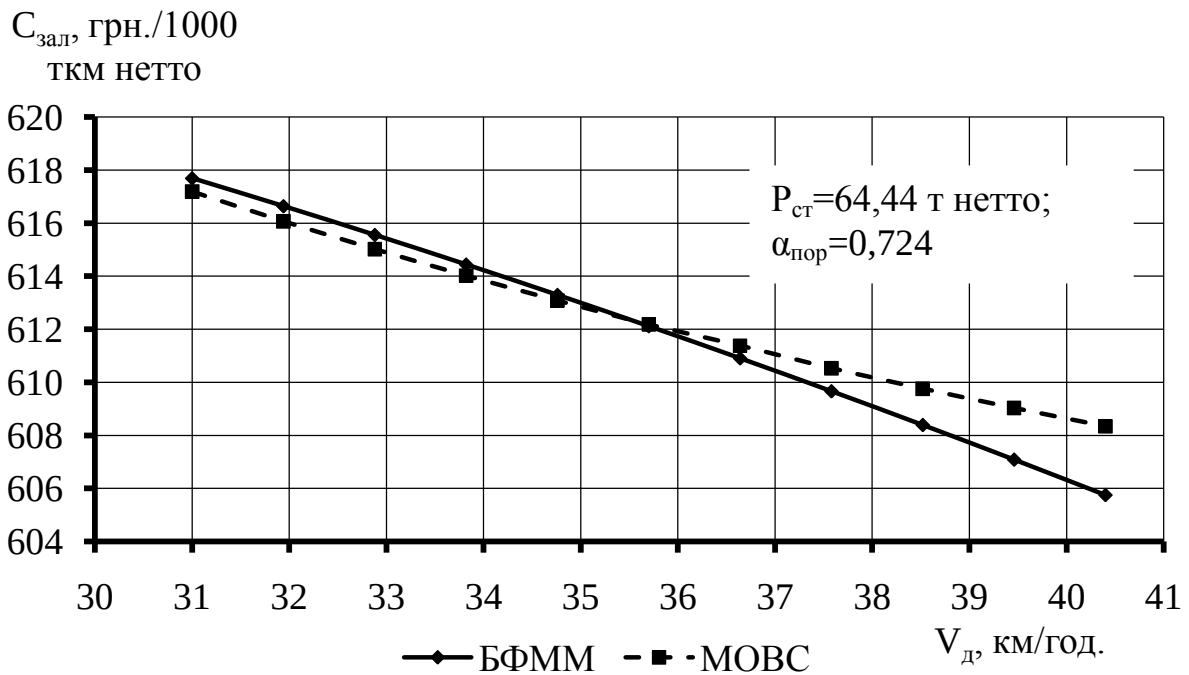


Рис. 3. Вплив дільничної швидкості на залежну частину собівартості вантажних перевезень

В таблиці 10 наведено результати розрахунку залежної частини собівартості 1000 ткм нетто за якісними показниками використання рухомого складу у

відповідності до статистичних даних за регіональними філіями АТ «Укрзалізниця», які наведено у табл. 1.

Таблиця 10

Результати розрахунку залежної частини собівартості 1000 ткм нетто за якісними показниками використання рухомого складу у відповідності до статистичних даних АТ «Укрзалізниця» за БФММ та за МОВС

Регіональна філія	Рівень фактора			Результат розрахунку $C_{\text{зал}}^{1000 \text{ ткм нетто}}$, грн.		$\frac{ Y_i - \hat{Y}_i }{\hat{Y}_i} \cdot 100$
	X1	X2	X3	МОВС	БФММ	
1	-0,654	0,148	0,404	603,52	601,42	0,347
2	-1,0	1,202	-0,298	597,33	591,32	1,006
3	-0,131	1,000	0,106	612,66	611,47	0,194
4	-0,551	0,722	1,000	601,93	597,15	0,794
5	-0,009	-1,000	-0,106	621,13	624,47	0,537
6	0	-0,132	-1,0	642,88	651,81	1,390
Разом						4,269

Розрахуємо відносну похибку, яка визначається за формулою

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{Y_i} \times 100 \%, \quad (7)$$

де Y_i – значення функції відклику в i -тій точці спостереження (за МОВС);

$\hat{Y}_i$ – розрахункове значення функції відклику в i -тій точці спостереження (за БФММ);

n – кількість спостережень, $n = 6$.

Відносна похибка складає

$$S = \frac{4,269}{6} = 0,712\%.$$

Порівняння результатів розрахунку залежної частини собівартості 1000 ткм нетто вантажних перевезень за багатофакторною математичною моделлю з результатами розрахунку за методом одиничних витратних ставок за регіональними філіями АТ «Укрзалізниця» (рис. 4) ілюструє їх достатню достовірність.

Сзал,
грн./1000 ткм

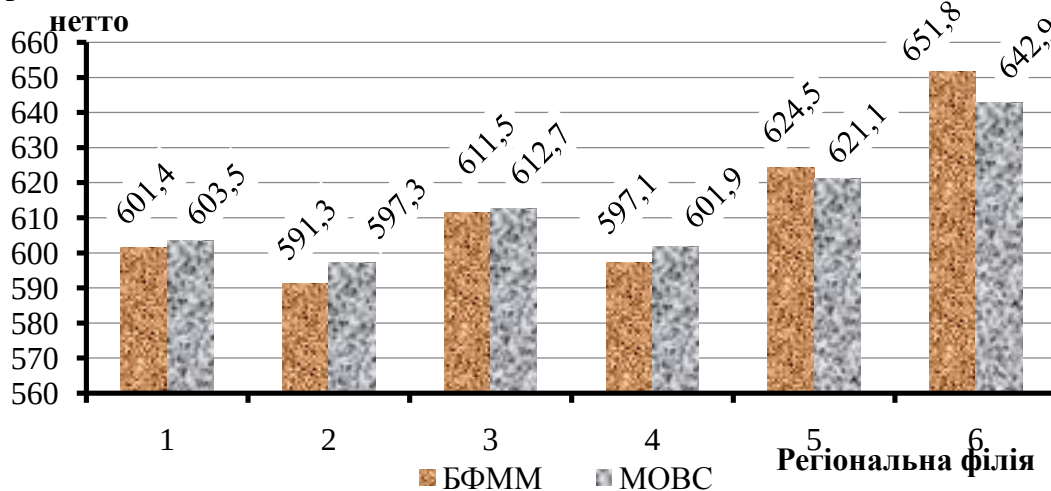


Рис. 4. Рівень залежної частини собівартості вантажних перевезень за регіональними філіями АТ «Укрзалізниця»

Висновки даного дослідження і перспективи подальших робіт у цьому напрямку. Таким чином, застосування положень теорії планування експерименту дозволило отримати багатофакторну математичну модель, яка із достатнім для практичного застосування рівнем достовірності визначає залежність залежної частини собівартості вантажних перевезень від якісних показників використання рухомого складу. Зазначена математична модель дозволяє визначати одночасний вплив декількох якісних показників використання рухомого складу на собівартість вантажних перевезень.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Макаренко М.В. Формування витрат на залізничному транспорті України: теорія і практика : монографія / М.В. Макаренко, М.В. Потетюєва. – Київ: ДЕТУТ, 2012. – 189 с.
2. Овруцька В.В. Фактори формування економічно обґрунтованих витрат на підприємствах залізничної галузі / В.В. Овруцька // Ефективна економіка Електронне видання №6. – 2019.
3. Зова В.А. Оцінка методів аналізу собівартості залізничних перевезень у вирішенні завдань контролінгу / В.А. Зова // Вісник економіки транспорту і промисловості. – № 32, 2010. С. 105-109.
4. Зоріна О.І. Результати дослідження впливу якісних показників використання рухомого складу на собівартість вантажних перевезень / О.І. Зоріна, Н.М. Каменева, А.В. Кіпренко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2023. – №3. – С. 271-279.
5. Зіць О.Є. Удосконалення факторно-критеріальної моделі оцінки ефективності використання рухомого складу / О.Є. Зіць // Вісник економіки транспорту і промисловості, 2018. №. 62. С. 64-75.
6. Ейтутіс Г.Д. Матричний підхід щодо впливу якісних показників на ефективність використання рухомого складу / Г.Д. Ейтутіс, В.В. Габа // Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Економіка і управління», 2015. – Вип. 33. – С. 90–104.
7. Довідник основних показників роботи регіональних філій АТ «Укрзалізниця» (2006-2021 рр.). – К.: Укрзалізниця, 2022. – 38 с.
8. Калабухін Ю.Є. Застосування методології планування експерименту для математичного моделювання енерговитрат тягового рухомого складу на тягу поїздів / Ю.Є. Калабухін // Вісник економіки транспорту і промисловості. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 17. – С. 187-196.

REFERENCES

1. Makarenko M.V. (2012) Formuvannya vytrat na zaliznychnomu transporti Ukrayiny: teoriya i praktyka [Formation of expenses on railway transport of Ukraine: theory and practice] Kyiv: University of Economics and Transport Technologies.
2. Ovruts'ka V.V. (2019) Faktory formuvannya ekonomichno obgruntovanykh vytrat na pidpryyemstvakh zaliznychnoyi haluzi [Factors of formation of economically justified costs at enterprises of the railway industry] *An efficient economy*, vol. 6. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7> 143.
3. Zova V.A. (2010) Otsinka metodiv analizu sobivartosti zaliznychnykh perevezen' u vyrishenni zavdan' kontrolinhu [Evaluation of methods of analysis of the cost of railway transportation in solving controlling tasks] *Bulletin of Transport Economics and Industry*, no. 32, pp. 105-109.
4. Zorina O.I. (2023) Rezultaty doslidzhennia vplyvu yakisnykh pokaznykiv vykorystannia rukhomoho skladu na sobivartist vantazhnykh perevezen [Results of a study of the influence of qualitative indicators of the use of rolling stock on the cost of freight transportation] *Bulletin of*

Khmelnytskoho national university, no. 3, pp. 271-279.

5. Zits O.Ie. (2018) Udoskonalennia faktorno-kryterialnoi modeli otsinky efektyvnosti vykorystannia rukhomoho skladu [Improvement of the factor-criterian model of the efficiency of the use of a mobile composition] *Bulletin of Transport Economics and Industry*, no. 62, pp. 64-75.

6. Eitutis H.D. (2015) Matrychnyi pidkhid shchodo vplyvu yakisnykh pokaznykiv na efektyvnist vykorystannia rukhomoho skladu [Matrix approach about the impact of quality indicators of the effectiveness using of rolling stock] *Collection of scientific works DETYT. Serii: «Economics and management»*, vol. 33, pp. 90-104.

7. Dovidnyk osnovnykh pokaznykiv roboty rehional'nykh filiy AT «Ukrzadziznytsya» (2006-2021 rr.). (2022). [Directory of the main performance indicators of regional branches of JSC "Ukrzadziznytsia" (2006-2021)]. Kyiv.

8. Kalabukhin Yu.Ye. (2007) Zastosuvannia metodolohii planuvannia eksperimentu dlia matematychnoho modeliuvannia enerhovytrat tiahovoho rukhomoho skladu na tiahу poizdiv [Application of experiment planning methodology for mathematical modeling of energy consumption of traction rolling stock for train traction] *Bulletin of Transport Economics and Industry*, no. 17, pp. 187-196.