

Сердюк О.В.

Стець О.В.

канд. фіз-мат. наук., доцент
ORCID ID: 0000-0001-5514-3533

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING OF INNOVATIVE ACTIVITY OF THE TRANSPORT ENTERPRISE

Стан інноваційної діяльності в будь-якій державі є найважливішим показником розвитку суспільства і його економіки. Рівень розвитку транспортної системи держави – є однією з характерних ознак технологічного прогресу країни. Організація перевезень пасажирів міським транспортом має велике значення в розвитку і функціонуванні будь-якого міста. Автотранспорт є важливою складовою господарства країни, ця галузь забезпечує виробництво продукції сільського господарства та промисловості, безпосередній розвиток туризму, сферу будівництва, задовольняє потреби населення в перевезеннях, а також сприяє зміцненню оборони України, що на даний момент є важливою складовою внутрішньої політики. Інноваційні технології дозволяють покращити якість виконаної роботи та оптимізувати процес виробництва. Однією з таких інноваційних технологій у автотранспортній сфері є автомобілі з електричним двигуном. Електромобіль – автомобіль, що приводиться в рух одним або декількома електродвигунами з живленням від акумуляторів або паливних елементів тощо, а не двигуном внутрішнього згорання.

Метою даної роботи є моделювання ситуації переобладнання транспортних засобів підприємства, яке займається регулярними пасажирськими перевезеннями. В даний момент весь рухомий склад в автопарку працює за допомогою двигунів внутрішнього згорання. Предметом вивчення виступає модель заміни обладнання.

Моделювання інноваційної діяльності АТП – це динамічний процес формування цілісного образу, якому характерна висока невизначеність. Це в свою чергу значно збільшує імовірність припущення помилки при виборі варіантів. Процес формування цілісного образу відображає характеристики модельованої інноваційної ідеї, що в майбутньому повинна стати реальністю. інноваційного розвитку підприємства.

Структурна і організаційна специфіка інноваційного процесу при його здійсненні в значній мірі характеризується невизначеністю всіх рівнів. Невизначеності в інноваційному процесі призводять до обмеження використання традиційних оптимізаційних методів. З огляду на цей аспект, можна зробити висновок про те, що проблема управління інноваційним процесом в умовах економічної невизначеності може вирішуватися за допомогою використання економіко-математичних моделей і методів, теоретичною основою яких є теорія ігор.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання, транспорт, інновації, електродвигун, заміна обладнання.

The state of innovation in any state is the most important indicator of the development of society and its economy. The level of development of the transport system of the state - is one of the characteristic signs of technological progress of the country. The organization of transportation of passengers by city transport is of great importance in the development and operation of any city.

Motor transport is an important component of the economy of the country, this branch provides agricultural production and industry, the direct development of tourism, construction the needs of the population in transportation, and contributes to strengthening the defence of Ukraine, which at present is an important component of domestic policy. One of the innovative technologies in the automotive industry is electric motors with electric motors. Electric car - a car driven by one or more electric motors powered by batteries or fuel cells, etc. The electric car (a car driven by one or more electric motors powered by batteries or fuel cells) should be distinguished from cars with an internal combustion engine and an electric transmission and from trolleybuses.

The purpose of this work is to simulate the situation of the re-equipment of vehicles of the enterprise engaged in regular passenger transportation. Now, all the rolling stock in the fleet works with the help of internal combustion engines. The subject of study is the model of equipment replacement.

Modelling of innovation activity of enterprise is a dynamic process of formation of a holistic image, which is characterized by high uncertainty. This greatly increases the probability of error assumptions when choosing options. The process of forming a holistic image reflects the characteristics of a simulated innovative idea, which in the future should become a reality. innovative development of the enterprise.

Structural and organizational specificity of the innovation process in its implementation is largely characterized by uncertainty at all levels. Uncertainties in the innovation process lead to limited use of traditional optimization methods. In view of this aspect, one can conclude that the problem of managing an innovation process in conditions of economic uncertainty can be solved by using economic and mathematical models and methods, the theoretical basis of which is the theory of games.

Keywords: economic-mathematical modelling, transport, innovation, electromotor, replacement of equipment.

Вступ. В умовах становлення інноваційної, інформаційно-інтелектуальної економіки лише науково-технічна та інноваційна активність здатна забезпечити країні гідне місце в числі технологічно розвинених держав. Стан інноваційної діяльності в будь-якій державі є найважливішим індикатором розвитку суспільства і його економіки.

Можна виділити три способи організації інноваційної діяльності:

- інноваційна діяльність на основі внутрішньої організації;
- інноваційна діяльність на основі зовнішньої організації при допомозі контрактів, коли замовлення на створення і освоєння інновації розміщується між сторонніми організаціями;

- інноваційна діяльність на основі зовнішньої організації за допомогою діяльності венчурних підприємств.

Для підтримання високого рівня конкурентоздатності в умовах ринкової економіки необхідно регулярне оновлення технічної бази підприємства. Придбання, ремонт та модернізація обладнання пов'язані з витратами, які необхідно планувати заздалегідь. Таким чином актуальною є задача планування стратегії модернізації обладнання.

Рівень розвитку автотранспортної системи держави – є однією з характерних ознак технологічного прогресу країни і цивілізованості, а також це одна з економічних підсистем народного господарства країни. Організація перевезень пасажирів міським транспортом має велике значення в розвитку і функціонуванні будь-якого міста.

Інноваційні технології дозволяють покращити якість виконаної роботи та оптимізувати процес виробництва. Однією з таких інноваційних технологій у автотранспортній сфері є автомобілі з електричним двигуном.

Теоретико-методичні та науково-практичні засади підвищення ефективності роботи та підвищення рівня конкурентоспроможності транспортної галузі розглядаються в наукових працях А.В.Раменської [1], О.О.Терещенко [2], Н.М.Лавріненко [3], О.К.Щетіної [3], О.В.Бережної, О.Д.Щербаня [4], О.Г.Янкового [5], В.В.Біліченко [6] та інших.

Постановка завдання. Економічна постановка задачі полягає у дослідженні інноваційної діяльності автотранспортного підприємства, в тому числі його модернізації за рахунок переобладнання транспортних засобів.

Автотранспортне підприємство, яке займається регулярними перевезеннями за певним маршрутом володіє автопарком, в якому налічується 15 транспортних засобів різних модифікацій, які потребують заміни обладнання.

Всі транспортні засоби до переобладнання працювали за рахунок двигунів внутрішнього згорання. Головним завданням є переобладнання автомобілів, заміна двигунів внутрішнього згорання на електродвигуни, встановлення акумуляторних батарей. Моделювання відбувається протягом 12 планових періодів (місяців).

Розглядаються три стратегії заміни обладнання. Згідно першої стратегії, підприємство за допомогою власних коштів повинно здійснити переобладнання транспортних засобів. Друга та третя стратегія включають в себе використання додаткових коштів (інвестори, кредити...). Потрібно розрахувати період заміни обладнання на всіх автомобілях автопарку та визначити яка з стратегій буде найбільш ефективною.

Методологія: для розрахунку оптимальної стратегії модернізації автопарку компанії було використано метод динамічного програмування.

Основним завданням було обрати оптимальну стратегію. Кожен місяць власник автопарку має можливість переобладнати декілька машин в рамках свого бюджету за умови що переобладнані машини будуть давати найбільш можливий прибуток. Хоча метод динамічного програмування суттєво спрощує вихідні задачі, та безпосереднє його використання, як правило, пов'язане з громіздкими обчисленнями. Розрахунки базувались на статистичних даних.

Результати дослідження. Економіко-математична модель

$$Z = \max \begin{cases} r(t) - l(t) + f_{N-1}(t + 1) \\ s(t) - p + r(0) - l(0) + f_{N-1}(1) \end{cases} \quad (1)$$

де верхній рядок визначає дохід, який може бути отриманий при роботі на старому обладнанні, нижній – при його заміні. При цьому припускається, що перехід до роботи на новому обладнанні відбувається за один етап [6].

Всі розрахунки проводяться для наступного місяця.

Розраховуємо прибуток для кожної машини за різної плати за проїзд формули.

$$\begin{aligned} D_i^1 &= \text{Pr}_i^1 * \text{ПП}_i, \\ D_i^2 &= \text{Pr}_i^2 * \text{ПП}_i, \end{aligned} \quad (2)$$

де D_i^1 - дохід від i -ї машини до переобладнання,

D_i^2 - дохід від i -ї машини після переобладнання,

Pr_i^1 - вартість проїзду в i -й машині до переобладнання,

Pr_i^2 - вартість проїзду в i -й машині після переобладнання,

ПП_i – пасажиропотік i -ї машини та конкретному рейсі.

Розраховуємо витрати для кожної машини за різного використання палива формули.

$$\begin{aligned} V_i^1 &= 3\text{п}_i + V_{\text{топливо}_i}^1 + V_{\text{сервіс}_i}^1, \\ V_i^2 &= 3\text{п}_i + V_{\text{топливо}_i}^2 + V_{\text{сервіс}_i}^2, \end{aligned} \quad (3)$$

де V_i^1 - витрати на i -у машину до переобладнання,

V_i^2 - витрати на i -у машину після переобладнання,

$V_{\text{топливо}_i}^1$ – вартість пального для i -ї машини до переобладнання,

$V_{\text{топливо}_i}^2$ – вартість пального для i -ї машини після переобладнання,

$V_{\text{сервіс}_i}^1$ – витрати на сервіс для i -ї машини до переобладнання,

$V_{\text{сервіс}_i}^2$ – витрати на сервіс для i -ї машини після переобладнання,

3п_i – витрати на заробітну плату та інші адміністративні витрати для i -ї машини.

Розраховуємо чистий прибуток для двох варіантів використання машини: непереобладненої та переобладненої формули.

$$\begin{aligned} \text{ЧП}_i^1 &= D_i^1 - B_i^1, \\ \text{ЧП}_i^2 &= D_i^2 - B_i^2, \end{aligned} \quad (4)$$

де ЧП_i^1 – чистий прибуток непереобладнаної i -ї машини,

ЧП_i^2 – чистий прибуток переобладнаної i -ї машини,

Розраховуємо вигоду для кожної машини, яку має власник автопарку, якщо переобладнає i -ту машину формула .

$$\text{ЧП}_i = \text{ЧП}_i^1 - \text{ЧП}_i^2, \quad (5)$$

Максимізуємо прибуток, іншими словами виграш, власника підприємства у k -му місяці за рахунок переобладнання j -кількості ТЗ формула.

$$M_k = \sum_{j=1}^m (R_j - N_j) \rightarrow \max, \quad (6)$$

Фактично M_k відображає витрати у k -му місяці, отже обов'язковою умовою є те, щоб вони не перевершили бюджет, виділений на переобладнання у k -му місяці формула.

$$M_k \leq B_k, \quad (7)$$

Бюджет на наступний місяць формується із прибутку за поточний місяць та залишку попереднього формули .

$$B_k = \sum_{i=1}^n NP_{i_k} + b_{k-1}, \quad (8)$$

де n – кількість переобладнаних авто,

NP_{i_k} – чистий прибуток від переобладнання i -го авто у k -му місяці.

$$b_k = B_k - M_k, \quad (9)$$

де b_k – залишок бюджету на k місяць,

B_k – бюджет на k місяць,

M_k - витрати на переобладнання у k місяці.

Вартість переобладнання розраховувалась виходячи з вартості літієво-іонних батарей, які будуть використовуватися в електроавтобусах та вартості їх монтування див. формулу

$$R_i = B + L, \quad (10)$$

де R_i – вартість переобладнання i -ї машини,

B – вартість батареї,

L – вартість встановлення батареї.

Таблиця 1 – Дані щодо вартості та вигоди від переобладнання

№	Модель ТС	r_i^k , грн	i_i^k , грн
1	ЗАЗ А07А	400000	26400
2	ЗАЗ А07А	400000	26400
3	ЗАЗ А07А	400000	26400
4	ЗАЗ А07А	400000	26400
5	Mercedes Sprinter 312	400000	19600
6	Mercedes Sprinter 312	400000	19600
7	Mercedes Sprinter 312	400000	19600
8	БАЗ А079 «Еталон»	400000	22300
9	БАЗ А079 «Еталон»	400000	22300
10	БАЗ А079 «Еталон»	400000	22300
11	Volkswagen LT	400000	18100
12	Volkswagen LT	400000	18100
13	Bogdan Ataman A093	400000	17440
14	Bogdan Ataman A093	400000	17440
15	Bogdan Ataman A093	400000	17440

Таблиця 2 – Показники витрат транспортного засобу після переобладнання

№	Модель ТЗ	Електро енергія	Витрати на сервіс	Загальні витрати	Зменшення витрат на 1 машину
1	ЗАЗ А07А	3000	100	14600	26400
2	ЗАЗ А07А	3000	100	14600	26400
3	ЗАЗ А07А	3000	100	14600	26400
4	ЗАЗ А07А	3000	100	14600	26400
5	Mercedes	2500	100	14100	19600
6	Mercedes	2500	100	14100	19600
7	Mercedes	2500	100	14100	19600
8	БАЗ А079	2400	100	14000	22300
9	БАЗ А079	2400	100	14000	22300
10	БАЗ А079	2400	100	14000	22300
11	Volkswagen	2500	100	14100	18100
12	Volkswagen	2500	100	14100	18100
13	Ataman A093	2200	100	13800	17440
14	Ataman A093	2200	100	13800	17440
15	Ataman A093	2200	100	13800	17440

Розрахувавши всі показники по 3-м стратегіям, бачимо, що найбільш швидкою є перша стратегія, згідно якої є додаткове фінансування у вигляді кредиту, але враховуючи те, що кошти потрібно повертати з відсотками, можна зробити висновок, що третя стратегія буде найбільш оптимальною, без залучення додаткових коштів. Підприємство за повних 13 місяців зможе модернізувати всі 15 транспортних засобів та збільшувати свій прибуток все після першого переобладнаного автомобіля.

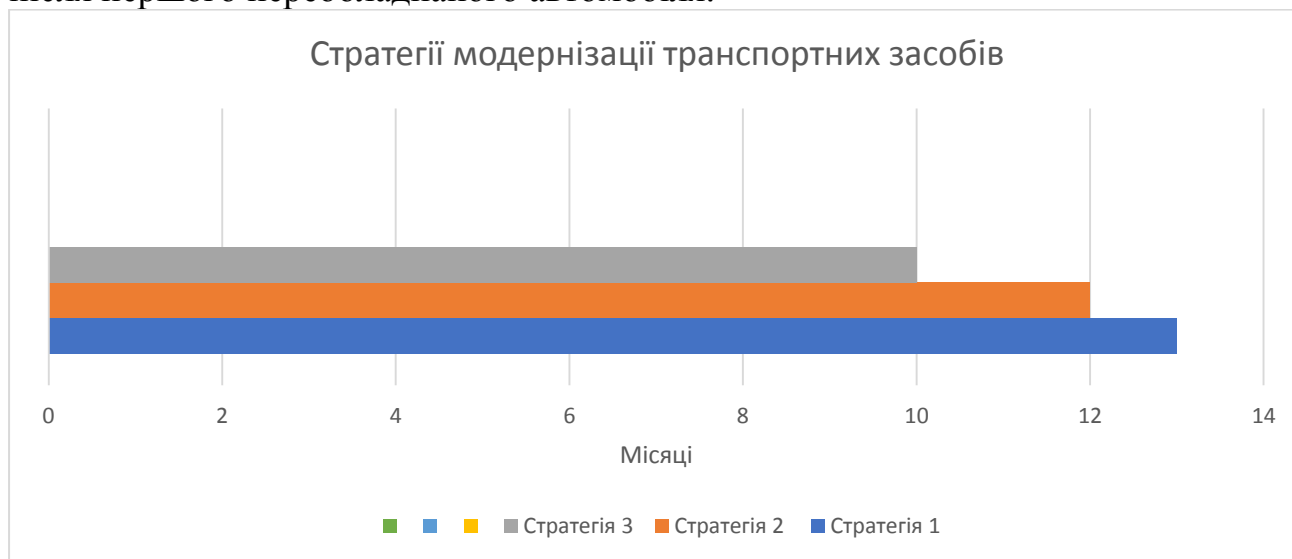


Рисунок 1 – Стратегії модернізації транспортних засобів

Таблиця 3 – Результати третьої стратегії

3 стратегія		
Місяць	Бюджет	Кількість автомобілів
1	401630	
2	429660	1
3	484090	2
4	564920	3
5	672150	4
6	798980	5
7	945410	6
8	733740	8
9	944370	9
10	795400	11
11	1064530	12
12	968540	14
13	1289990	15

Висновки. Підсумком роботи є теоретичне узагальнення та новий підхід до вирішення задачі заміни обладнання і вибору оптимальної стратегії модернізації транспортних засобів.

Для розв'язання задачі було взято підприємство, яке займається регулярними перевезеннями та має власних 15 автомобілів.

Методами динамічного програмування та з використанням рівняння Беллмана було досліджено ситуацію з заміною обладнання транспортних засобів. Після дослідження трьох стратегій, можна зробити висновок, що перша стратегія буде найбільш оптимальною і дозволить без залучення додаткових коштів модернізувати автопарк. Також можна зробити висновки, що переобладнання на електродвигуни буде вигідним для компаній-перевізників, які займаються регулярними перевезеннями на невеликі дистанції і матимуть змогу кожні 100 км заряджати транспортний засіб.

Література:

1. Раменська А. В. Оцінка економічної ефективності модернізації транспортних засобів / А. В. Раменська // Вісник Оренбурського державного університету. – 2013. – С.176-178с
2. Терещенко О.О. Фінансова діяльність суб'єктів господарювання.// Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2003. — 449 с.
3. Лавріненко Н.М., Щетініна О.К., Фортуну В.В. Економіко-математичні моделі в управлінні та економіці - Донецьк: [ДонНУЕТ], 2010. – 233с.
4. Щербань О. Д. Оптимізація відтворення машинного парку автотранспортних підприємств / О. Д. Щербань // Бізнес Інформ. –2011 – № 4 – С. 53–55
5. Економіка підприємства в умовах ринкових перетворень : монографія / за заг. ред. О. Г. Янкового. – Одеса : Анлант, 2010. – 390с.
6. Біліченко В. В. Моделювання стратегій розвитку організаційно-технічних виробних систем на автомобільному транспорті / В. В. Біліченко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. –2009. – № 2. – С. 103–107.
7. Закон «Про внесення змін до Закону України «Про Митний тариф України» щодо ввізного мита на електромобілі» // Відомості Верховної Ради – 2016. - №1. - ст.8
8. Раменская А. В. Моделювання оптимальної стратегії переобладнання на альтернативне паливотранспортних засобів / А. В. Раменська // Вісник Оренбурського державного університету. – 2004. - №4, квітень. – С.22-26.
9. Наказ Міністерства Транспорту України „Про затвердження Методики розрахунку тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту” від 17.11.09р. № 1175
10. Стельмащук А.М. Навчальний посібник. - Тернопіль : ТАНГ, 2000. - 156 с