

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ

Розглянуто суть економіко-математичного моделювання для логістичних транспортних процесів.

Ключові слова: планування, управління, транспорт, процеси, методи, моделі, коефіцієнт, аналіз.

З погляду оптимального планування та управління, підприємство є економічною системою, в якій комплексно відображається економічний та організаційний взаємозв'язок усіх його складових. Оптимальні плани виробничих структур забезпечують балансовий взаємозв'язок завдань для випуску продукції із наявними виробничими та фінансовими ресурсами. З оптимальним плануванням безпосередньо пов'язане використання економіко-математичних моделей, які є концентрованим вираженням існуючих взаємозв'язків і закономірностей процесу функціонування економічної системи у математичній формі.

Аналіз останніх досліджень свідчить, що економіко-математичне моделювання для логістичних транспортних потоків у сучасних умовах є одним із важливих питань організації вантажоперевезень. Водночас, аналізуючи літературні джерела, ми переконуємось, що даній тематиці присвячено досить мало уваги. Ми ставимо за мету, на основі досягнень вітчизняних вчених, розкрити зміст економіко-математичного моделювання для логістичних транспортних процесів на підприємствах.

У сучасних умовах стратегічні рішення повинні прийматися не інтуїтивно, а на підставі всестороннього статистичного аналізу та математичних розрахунків, які здійснюються із допомогою економіко-математичних моделей [1; 4; 5]. Важливе значення для аналізу економічних закономірностей має програмний продукт STADIA, що є інтегрованою системою економетричного аналізу та обробки даних. ПП STADIA дозволяє зробити аналіз даних більш доступним та наглядним, автоматизувати трудомісткі розрахунки. [2, 3].

На основі статистичних даних підприємства «Ватра – Світлоприлад» ми провели аналіз роботи транспортного відділу (табл.1).

Таблиця 1

Зведений звіт про роботу транспортного відділу «Ватра-Світлоприлад» за 8 місяців 2005 р.

Місяць	Перевезено, т	Пройдено кілометрів			Виконано, т/км	Матеріали, т/км	Послуги, т/км
		З вантажем	Без вантажу	Всього			
січень	430,0	23391,0	22713,0	46104,0	204346,0	55369,0	148977,0
лютий	500,0	36276,0	25245,0	61521,0	247215,0	53018,0	194183,0
березень	588,0	40185,0	26508,0	66693,0	368761,0	31944,0	336817,0
квітень	765,0	44619,0	32189,0	76808,0	417348,0	77935,0	339413,0
травень	639,0	38163,0	24485,0	62648,0	341037,0	75510,0	265527,0
червень	652,0	35759,0	27203,0	62967,0	335082,0	52652,0	282430,0
липень	484,0	36548,0	36734,0	73282,0	395737,0	42900,0	352837,0
серпень	700,0	31748,0	27946,0	59694,0	274493,0	67240,0	207253,0

Детальний аналіз даних табл. 1. дав можливість сформулювати взаємозв'язки між ними і за допомогою ПП STADIA отримані економіко-математичні моделі (табл. 2).

На основі отриманих математичних моделей збільшення перевезень на 1% призведе до збільшення виконаного вантажообороту в

$$x_1 = 1.01x$$

$$y_1 = e^{8.247} (1.01x)^{0.6926} = e^{8.247} 1.01^{0.6926} x^{0.6926}$$

$$\frac{y_1}{y} = \frac{e^{8.247} 1.01^{0.6926} x^{0.6926}}{e^{8.247} x^{0.6926}} = 1.01^{0.6926} \approx 1.0069 \text{ раз,}$$

тобто на 0,69%.

Таблиця 2

Показник	Економетрична залежність, y – досліджуваний фактор, x – фактор чинник, R – коефіцієнт кореляції
Виконано ? перевезення	$y = e^{8.247} \cdot x^{0.6929}; R = 0.55728$ $y = e^{13.36 - \frac{403.9}{x}}; R = 0.57567$
Виконано ? пройдено всього км,	$y = -0.000015014 + 7.426x; R = 0.92544$
Пройдено всього км, ? перевезення	$y = e^{11.469 - \frac{239.59}{x}}; R = 0.54577$
Пройдено всього км, ? Виконано	$y = e^{3.7971} \cdot x^{0.57306}; R = 0.92253$ $y = 26463 + 0.11533x; R = 0.92544$

Модель показника «виконано тонно-кілометрів» має лінійний вигляд, який дає змогу провести наступне дослідження. При збільшенні показника «пройдено всього кілометрів» на один кілометр виконання збільшиться на 7,426 т/км.

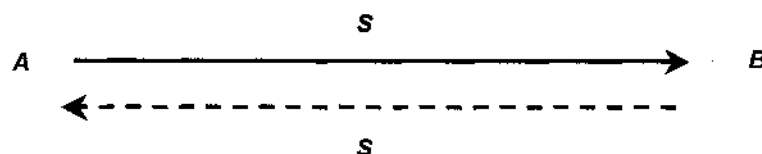
Серед множинних нелінійних регресій другого класу представляє значний інтерес виробнича функція Кобба–Дугласа, на основі якої можна зробити докладний економічний аналіз виробничої системи. Ми побудували наступні виробничі функції Кобба–Дугласа і провели їх аналіз (табл.3).

Таблиця 3

Показник	Економетрична залежність, y – досліджуваний фактор, x_1, x_2 – фактор чинник, R – коефіцієнт кореляції
Виконано ? матеріали та послуги	$y = 2.5885x_1^{0.13805} x_2^{0.81936}; R = 0.99941$
Виконано ? пройдено з вантажем і без вантажу	$y = 0.054854x_1^{0.89114} x_2^{0.6097}; R = 0.92588$
Пройдено всього км, ? з вантажем і без вантажу	$y = 1.9912x_1^{0.55257} x_2^{0.44766}; R = 0.99987$
Пройдено всього км, ? матеріали та послуги	$y = 61.03x_1^{0.10276} x_2^{0.46749}; R = 0.93124$

У структурі виконаних т/км при збільшенні перевезень матеріалів на 1 % і незмінній величині перевезень послуг, показник «виконано» зростає на 0,13805 %. Якщо ж збільшити показник «послуги» на 1 %, то «виконано т/км» зростає на 0,8259 %. При збільшенні обох факторів у k разів «виконано т/км» зростає в $k^{0.9567}$ разів ($0,13805 + 0,8259 = 0,9567$). Сума показників степенів при змінних функції Кобба–Дугласа називається еластичністю, яка характеризує ефективність функціонування економічної системи, у даному випадку транспортного відділу «Ватра–Світлоприлад». Якщо значення еластичності є більшим від 1, то це свідчить про ефективну роботу економічної виробничої системи. Для досліджуваної економічної виробничої системи показник «виконано т/км» (з вантажем і без вантажу) розвивається ефективно ($1,108 + 0,7143 > 1$). Однак, показник «пройдено всього км» від цих же факторів є дещо менш продуктивним ($0,5508 + 0,4442 = 0,995$). Показник «виконано т/км» необхідно нарощувати за рахунок збільшення обсягів перевезень, довантажуючи транспортні засоби, які перебувають у поїздки, додатковими послугами чи доставкою матеріалів.

Тому доцільно ввести поняття коефіцієнта завантаженості автотранспортного засобу. Припустимо, що водій транспортного засобу отримав завдання на перевезення вантажу із пункту А в пункт В. Нехай віддаль від місць А до В – S км. Тоді, автотранспортний засіб для виконання поставленого завдання повинен проїхати віддаль $2 S$ км.

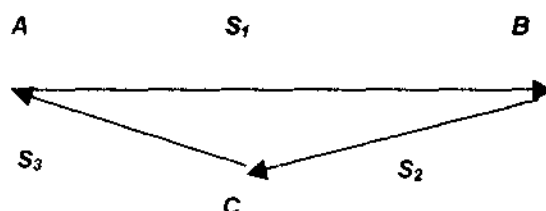


Половину шляху автотранспортний засіб був незавантажений. У такому випадку співвідношення між шляхом пройденим із вантажем до загального визначить коефіцієнт завантаженості автомобіля.

У нашому прикладі він буде:

$$\frac{S}{S+S} = \frac{1}{2}$$

Позначимо: S_1 - пройдено км. із вантажем; S - весь пройдений шлях.



Тоді, значення коефіцієнта завантаженості автотранспортного засобу буде:

$$k_{\text{завантаженості}} = \frac{S_1}{S}$$

Якщо, $k_{\text{зав}} = 0,5$ – це означає, що автотранспортний засіб тільки доставив вантаж у призначене місце.

Якщо, $k_{\text{зав}} > 0,5$ – це означає, що автотранспортний засіб міг по дорозі виконати додаткову роботу, тобто якесь додаткове доручення (відвезти вантаж у певне місце, або забрати із вказаного місця).

Якщо, $k_{\text{зав}} < 0,5$ – це означає, що автотранспортний засіб перебував у форс-мажорних обставинах.

Для аналізу завантаженості автотранспортних засобів «Ватри-Світлоприлад» нижче розрахуємо запропонований показник використовуючи наявну статистичну інформацію та програмний продукт STADIA у таблиці 4. Побудуємо економетричну модель динаміки коефіцієнта завантаженості автотранспортних засобів.

Таблиця 4

Розрахунок коефіцієнтів завантаженості автотранспортних засобів підприємства «Ватри-Світлоприлад»

Період часу, м	Розрахунковий коефіцієнт завантаженості, $k_{\text{зав}}$
січень	0.59135
лютий	0.58965
березень	0.60254
квітень	0.58092
травень	0.60917
червень	0.49873
липень	0.53785
серпень	0.53185

Побудована економіко-математична модель динаміки коефіцієнта завантаженості автотранспортних засобів виду K -оптимума:

$$y = \frac{t}{0.0062625 + 1.603t + 0.03382t^2}, R = 0.99712$$

Наведемо аналіз динаміки коефіцієнта завантаженості автотранспортних засобів на основі даної моделі.

Нехай період часу змінився на одиницю, тобто $t_1 = t+1$. Тоді результативний показник набуде значення:

$$y_1 = \frac{t+1}{a_0 + a_1 * (t+1) + a_2 * (t+1)^2} = \frac{t+1}{a_0 + a_1 * t + a_1 + a_2 * t^2 + 2a_2 * t + a_2} =$$

$$= \frac{t+1}{(a_0 + a_1 + a_2) + (a_1 + 2a_2) * t + a_2 * t^2}$$

Знайдемо відносну зміну результативного показника в період часу t до періоду $t+1$.

$$\begin{aligned}
\frac{y}{y_1} &= \frac{t}{a_0 + a_1 * t + a_2 * t^2} \div \frac{t+1}{(a_0 + a_1 + a_2) + (a_1 + 2a_2) * t + a_2 * t^2} = \\
&= \frac{t * ((a_0 + a_1 + a_2) + (a_1 + 2a_2) * t + a_2 * t^2)}{(t+1) * (a_0 + a_1 * t + a_2 * t^2)} = \frac{(a_0 + a_1 + a_2) * t + (a_1 + 2a_2) * t^2 + a_2 * t^3}{a_0 * t + a_1 * t^2 + a_2 * t^3 + a_0 + a_1 * t + a_2 * t^2} = \\
&= \frac{(a_0 + a_1 + a_2) * t + (a_1 + 2a_2) * t^2 + a_2 * t^3}{a_0 + (a_0 + a_1) * t + (a_1 + a_2) * t^2 + a_2 * t^3} = \frac{a_0 + (a_0 + a_1) * t + (a_1 + a_2) * t^2 + a_2 * t^3}{a_0 + (a_0 + a_1) * t + (a_1 + a_2) * t^2 + a_2 * t^3} + \\
&+ \frac{a_2 * t + a_2 * t^2 - a_0}{a_0 + (a_0 + a_1) * t + (a_1 + a_2) * t^2 + a_2 * t^3} = 1 + \frac{a_2 * t + a_2 * t^2 - a_0}{a_0 + (a_0 + a_1) * t + (a_1 + a_2) * t^2 + a_2 * t^3} = \\
&= 1 + \frac{a_2 * t(1+t) - a_0}{a_0 + (a_0 + a_1) * t + (a_1 + a_2) * t^2 + a_2 * t^3}.
\end{aligned}$$

Досліджуємо вираз $\frac{a_2 * t(1+t) - a_0}{a_0 + (a_0 + a_1) * t + (a_1 + a_2) * t^2 + a_2 * t^3}$

Для $a_0 = 0,0062625, a_1 = 1,603, a_2 = 0,033821$ значення знаменника цього дробу завжди буде більшим від нуля. Значення чисельника буде меншим від нуля за такої умови: $a_2 * t * (1+t) < a_0$. Підставимо значення $a_0 = 0,0062625, a_2 = 0,033821$ у вираз $0,033821 * t * (1+t)$. Оскільки величина t завжди є додатнім числом, то при всіх можливих значеннях t вираз $0,033821 * t * (1+t)$ буде більшим від $a_0 = 0,0062625$.

Проведений аналіз отриманої математичної моделі наводить на висновок про те, що коефіцієнт завантаженості має тенденцію до поступового спаду. Це підтверджує факт неефективного планування роботи автотранспортного відділу «Ватра-Світлоприлад».

Для подальшого аналізу нами побудовані графіки динаміки перевезень показників «матеріали» та «послуги» рис.1.

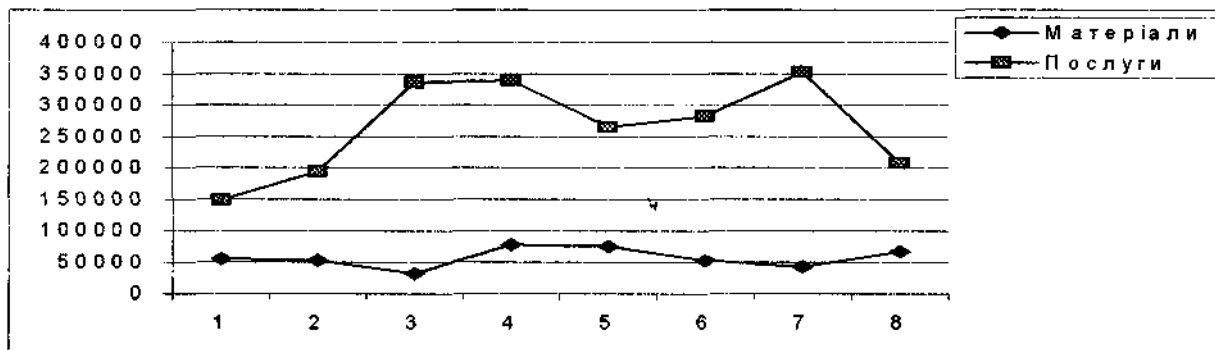


Рис. 1. Динаміка перевезень «матеріали», «послуги»

На основі побудованих графіків динаміки перевезень по підприємству є підстави стверджувати, що матеріали та послуги мають «зворотню тенденцію». Тобто, динаміка показника «послуги» відбувається із затримкою на один період відносно динаміки показника «матеріали».

Це можна пояснити втратою часу на перевезення комплектуючих. При певному запасі комплектуючих можна починати виконувати замовлення.

Економетричні залежності цієї динаміки представлені на рис. 2. підтверджують наступну тенденцію.

Це буде запорукою вчасного, а можливо і прискореного виконання замовлення, вивільнення засобів виробництва та виконання наступного замовлення.

Резюмуючи, можна сказати, що моделювання логістичних транспортних процесів є дуже важливим фактором при прийнятті певних управлінських рішень для ефективної, своєчасної роботи транспортного відділу. Використовуючи різні методи та моделі, можна спланувати безперебійні перевезення вантажопотоків.

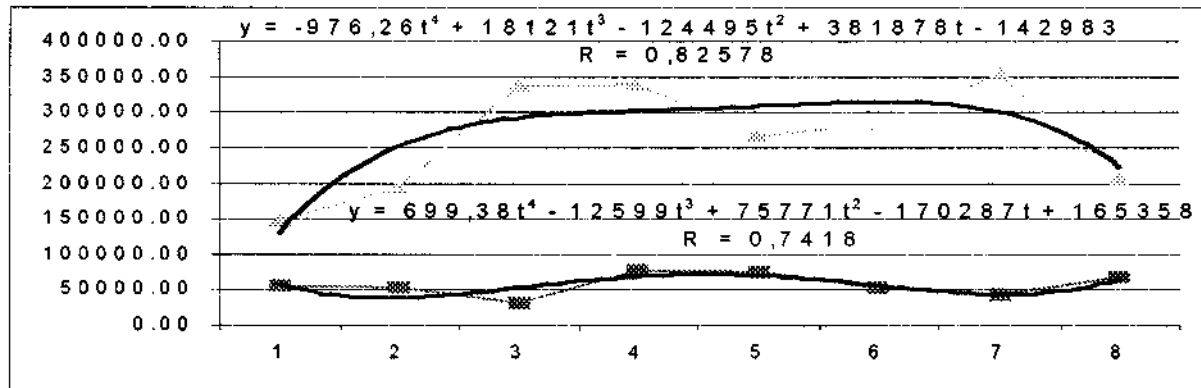


Рис. 2. Економетричні моделі динаміки перевезень

Література

1. Барановская Т. П., Лойко В. И. Модель реформирования предприятия материально-технического снабжения // Экономика и математические методы. 2002. – Т. 38. – № 1. – С. 66-76.
2. Іващук О. Т. Економетричні методи та моделі: Навчальний посібник. – Тернопіль: Економічна думка, 2003. – 348 с.
3. Іващук О. Т., Купаїчев О. П. Методи економетричного аналізу даних у системі STADIA: Навчальний посібник. – Тернопіль: Економічна думка, 2001. – 151 с.
4. Кутковецький В. Я. Дослідження операцій: Навчальний посібник. – Київ: Професіонал, 2004. – 350 с.
5. Моделирование в логистике. – Донецк: ДонГУ, 2002. – № 2. – 131 с.