DOI [https://doi.org/10.15589/znp2021.4\(487\).10](https://doi.org/10.15589/znp2021.4(487).10)
УДК 658:519.87:303.725.33

USE OF ECONOMETRIC MODELS FOR ANALYSIS OF ENTERPRISE DEVELOPMENT ON THE EXAMPLE OF SEA TRADING PORTS

ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА НА ПРИКЛАДІ МОРСЬКИХ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПОРТІВ

Olga B. Girina

olga.girina63@gmail.com

ORCID: 0000-0001-5917-6551

Alina S. Lytvynenko

alina.litvinenko2208@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9987-2540

О. Б. Гіріна,

канд. екон. наук, доцент

А. С. Литвиненко,

студентка

Odessa National Maritime University, Odessa

Одеський національний морський університет, м. Одеса

Abstract. The article considers econometric models for the purposes of analysis and forecasting of enterprise development. The characteristics of two-factor production functions are given: functions with fixed proportions of factors (Leontief function), multiplicative production function (Cobb-Douglas function), linear function, Allen function, functions of constant elasticity of substitution of factors (CES functions). They allow to connect the size of production results with the costs of enterprise resources: production assets and the number of production workers. The situations in economics for their use are given.

For the analysis and forecast of development of sea trade ports two directions of use of econometric models are defined: first, studying of dynamics of cargo flows of sea ports; second, the assessment of the impact of resources on gross income. An overview of scientific research in these areas is given.

The research method is statistical modeling of the Cobb-Douglas function, calculation of its parameters using the least squares method using Excel Solution Search. The object of research is the ports of Ukraine. The subject of the study is the impact of production resources on the development of these enterprises.

Based on statistics the Cobb-Douglas function in the growth rate was constructed, the total shares of fixed assets, the number of employees in the income growth rate were calculated, the influence of intensive and extensive production on the income growth rate was analyzed. The shares of extensive and intensive income growth at the expense of funds and numbers were studied.

Equilibrium development is characterized by equal growth rates of gross income and the volume of fixed assets. Using the equilibrium rate of capital investment, the company achieves the most sustainable development. The indicators of the actual, equilibrium rate of capital investment and their efficiency were analyzed. These figures are related to the coefficients of elasticity of the Cobb-Douglas function and the growth rate of enterprise resources.

Application of Cobb-Douglas function allowed to identify the strengths and weaknesses of enterprises, to determine the conditions for balanced development and increase production efficiency. Calculations make it possible to forecast and analyze gross income or production volumes depending on the factors of production of extensive and intensive nature.

Key words: econometric models; Cobb-Douglas function; extensive; intensive factor of production; equilibrium development; sea trade ports.

Анотація. У статті розглядаються економетричні моделі для цілей аналізу та прогнозу розвитку підприємства. Охарактеризовано двофакторні виробничі функції, які дозволяють пов'язати розмір результатів виробничої діяльності з витратами ресурсів підприємства: функції з фіксованими пропорціями чинників (функція Леонт'єва), мультиплікативної виробничої функції (функції Кобба-Дугласа), лінійної функції, функції Аллена, функції постійної еластичності заміщення чинників (функції CES). Наведені приклади ситуацій в економіці для їх використання.

Для аналізу та прогнозу розвитку морських торговельних портів визначено два напрями використання економетричних моделей, як-от вивчення динаміки вантажопотоків морських портів і оцінка впливу обсягів ресурсів на валовий дохід. Подано огляд наукових досліджень у цих напрямках.

Методом дослідження є статистичне моделювання функції Кобба-Дугласа, розрахунок її параметрів із використанням методу найменших квадратів за допомогою програми Excel «Пошук рішення». Об'єктом дослідження є порти України. Предметом – вплив виробничих ресурсів на розвиток цих підприємств.

На основі статистичних даних побудована функція Кобба-Дугласа в темпах приросту, розраховані загальні частки основних виробничих фондів, чисельності працівників у темпах приросту доходу, аналізується вплив інтенсивного та екстенсивного виробництва на темп приросту доходу. Вивчаються частки екстенсивного та інтенсивного приросту доходу за рахунок фондів та чисельності.

Рівноважний розвиток характеризується рівністю темпів приросту валового доходу та обсягу основних виробничих фондів. Використовуючи рівноважну норму капітальних вкладень, підприємство досягає найбільш сталого розвитку. Для аналізу характеру розвитку розглянуто показники фактичної рівноважної норми капітальних вкладень та їх ефективності. Ці показники пов'язані з коефіцієнтами еластичності функції Кобба-Дугласа та темпами приросту ресурсів підприємства.

Застосування функції Кобба-Дугласа дозволило виявити сильні та слабкі сторони підприємств, визначити умови збалансованого розвитку та підвищення ефективності виробництва. Розрахунки дають змогу прогнозувати та аналізувати валовий дохід або обсяги виробництва залежно від факторів виробництва екстенсивного та інтенсивного характеру.

Ключові слова: економетричні моделі; функція Кобба-Дугласа; екстенсивні; інтенсивний фактори виробництва; рівноважний розвиток; морські торговельні порти.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Управління розвитком підприємств морського транспорту в ринкових умовах потребує використання методів, які дозволяють узгоджувати роботу підприємств у складних економічних обставинах. Економіко-математичне моделювання дає такі можливості завдяки гармонічному поєднанню статистичних методів, методів оптимізації рішень, економічної кібернетики. Під час аналізу економічних явищ на основі економіко-математичних методів особливо важливими є економетричні моделі, що виявляють кількісні зв'язки між досліджуваними показниками і чинниками, які на них впливають. Ці моделі виступають як засіб аналізу і прогнозування економічних процесів на основі реальної статистичної інформації.

Економетричні моделі містять достатньо широкий клас різноманітних економіко-математичних моделей. Серед них виробнича функція відображає залежність результату від витрат ресурсів [1]. Як ресурси (чинники виробництва) на макrorівні здебільшого розглядаються накопичена (уречевлена) праця у формі виробничих фондів (капітал) K і поточна (жива) праця L . А як результат – валовий випуск продукції X (валовий дохід).

Розглянемо двофакторні виробничі функції (далі – ВФ).

1. Функція з фіксованими пропорціями чинників (функція Леонтьєва).

$$y = \min \left(\frac{x_1}{a_1}, \frac{x_2}{a_2} \right), \quad (1)$$

де x_1, x_2 – факторні признаки; a_1, a_2 – параметри.

Функція Леонтьєва призначена для моделювання суворо детермінованих технологій, які не допускають відхилення від технологічних норм і нормативів щодо використання ресурсів на одиницю продукції.

Як правило, вона використовується для формалізованого опису дрібномасштабних або цілком автоматизованих об'єктів.

2. Мультиплікативна ВФ задається виразом (2):

$$X = AK^{a_1} \cdot L^{a_2}, \quad a_1 > 0, \quad a_2 > 0, \quad (2)$$

де A – коефіцієнт нейтрального технічного прогресу; a_1, a_2 – коефіцієнти еластичності за фондами K і працею L відповідно, за відсутності одного з ресурсів виробництво неможливе. Частковим випадком неокласичної мультиплікативної ВФ є функція Кобба-Дугласа: $X = A \cdot K^\alpha \cdot L^{1-\alpha}$, $\alpha_1 = \alpha$, $\alpha_2 = 1 - \alpha$.

Параметри функції: A, α_1, α_2 можуть бути визначені з використанням методу найменших квадратів за допомогою низки стандартних пакетів прикладних програм, які реалізують метод множинної регресії.

Параметр A інтерпретують як параметр нейтрального технічного прогресу: за тих самих значень α_1 і α_2 випуск у точці (K, L) буде тим більшим, чим більше A .

Якщо $\alpha_1 + \alpha_2 > 1$, то випуск зростає швидше, ніж у середньому зростають чинники, тобто має характер інтенсивного виробництва, а якщо $\alpha_1 + \alpha_2 < 1$ – повільніше. Якщо $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$, то говорять про екстенсивний ріст, що зумовлюється лише кількісним ростом виробничих факторів.

Отже, якщо $\alpha_1 + \alpha_2 > 1$, то ВФ описує зростальну економіку.

Функція Кобба-Дугласа найчастіше використовується для формалізованого опису середньомасштабних господарських об'єктів та економіки країни.

3. Лінійна функція розраховується за формулою (3).

$$y = a_1 x_1 + a_2 x_2. \quad (3)$$

Лінійна функція застосовується для моделювання великомасштабних систем (велика галузь, народне господарство загалом), у яких випуск продукції є результатом одночасного функціонування великої

кількості різноманітних технологій. Особливу роль відіграє гіпотеза постійності граничних виробничих чинників чи їх необмеженого заміщення.

4. Функція Аллена

$$y = a_0 x_1 x_2 - a_1 x_1^2 - a_2 x_2^2 \quad (4)$$

визначається за такими умовами: швидкості зростання граничних продуктивностей є постійними, функція є однорідною.

Функція Аллена за $a_1 > 0$, $a_2 > 0$ призначається для формалізованого опису виробничих процесів, у яких надмірне зростання будь-якого з чинників негативно впливає на обсяг випуску продукції. Така функція використовується для формалізованого опису дрібно-масштабних виробничих систем з обмеженими можливостями переробки ресурсів.

5. Функція постійної еластичності заміщення чинників (функція CES):

$$y = (a_1 x_1^{\alpha_1} + a_2 x_2^{\alpha_2})^{\alpha_4} \quad (5)$$

Функція CES застосовується у разі відсутності точної інформації щодо рівня взаємозаміни виробничих чинників. Є підстави вважати, що цей рівень суттєво не зміниться за умов зміни обсягів залучених ресурсів, тобто коли економічна технологія має властивість певної стійкості щодо певних пропорцій чинників. Функція CES (за наявності засобів оцінки її параметрів) може використовуватись для моделювання систем будь-якого рівня [1].

Таким чином, існує широкий вибір моделей, які можна використовувати для прогнозування розвитку підприємств морських торгових портів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Моделювання розвитку морських торговельних портів має починатися з прогнозування вантажопотоків для переробки, що формує обсяг попиту на послуги портів. Прогнозна динаміка вантажів, які мають бути перевантажені в морських портах, повинні враховуватися в процесі розробки нових інвестиційних проєктів. Дослідження в цьому напрямі проводилися, наприклад, у роботах [2–4].

У роботі [2] на підставі статистичних даних формується прогноз вантажопотоків через морські порти України за системою моделей рівнянь регресії, у яких факторною ознакою є обсяг регіональної морської торгівлі країн із перехідною економікою.

У роботі [3] досліджено експортні вантажопотоки Росії через морські порти та виявлено взаємозв'язки між ними та економікою загалом за період із 2006 р. до 2016 р. Отримано оцінки залежності обсягів вантажообігу від таких показників, як індекс промислового виробництва та валовий внутрішній продукт у поточних цінах.

Удосконалений алгоритм побудови прогнозової економетричної моделі в дослідженні [4] містить

розрахунок перспективних величин факторів ризику та невизначеності, значення яких використовуються для прогнозування вантажообігу морського порту. Нетрадиційний підхід до короткострокового прогнозування обсягу вантажообігу морського порту з використанням штучних нейронних мереж підвищує надійність моделей прогнозу, оскільки вони легко адаптуються до змін факторів ризику.

У дисертації [5] обґрунтовано методи планування обробки вантажів у морських портах, заснованих на застосуванні імітаційного моделювання, що дозволяє виявляти резерви зростання ефективності обробки вантажів за умов великої кількості керованих змінних.

У роботі [6] для визначення оптимального поєднання параметрів у процесі стратегічного планування розвитку портової інфраструктури запропоновано застосовувати сценарний підхід у поєднанні з методом імітаційного моделювання. З використанням розробленої імітаційної моделі системи «морський порт – «сухий» порт», створеної в програмному середовищі AnyLogic, проведено експерименти з модельними даними. Результати експериментів дозволили підтвердити обґрунтованість вибору основних параметрів «сухих» портів, а також взаємозалежності між цими параметрами.

Іншим напрямом дослідження є оцінка впливу ресурсів портів на обсяги виробничої діяльності, які характеризують пропозицію послуг. Автор [7]

використовує математичну модель для прогнозової оцінки ресурсів Одеського порту, яка може бути вдосконалена для інших портів.

У роботах [8; 9] для цілі оцінки впливу обсягів ресурсів на валовий дохід та обсяги перевантажувальних робіт використовується функція Кобба-Дугласа. У статті [9] робиться висновок, що в ринкових умовах для максимізації свого прибутку порт повинен прагнути до рівноваги між своїми потужностями та попитом на його послуги. Як недолік, так і надлишок виробничих потужностей спричиняють собою втрату потенційного прибутку.

Використання функції Кобба-Дугласа не отримало в попередніх роботах вичерпних досліджень, тому вона потребує додаткового вивчення на прикладі реальних об'єктів.

Метою дослідження є використання економетричної моделі для цілей аналізу розвитку морських торговельних портів України та виконання за цією моделлю розрахунків впливу на ефективність розвитку основних факторів виробництва. Методом дослідження є статистичне моделювання функції Кобба-Дугласа, розрахунок її параметрів із використанням методу найменших квадратів за допомогою програми Excel «Пошук рішення». Об'єктом дослідження є порти України. Предметом – вплив виробничих ресурсів на розвиток цих підприємств.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для моделювання та аналізу розвитку підприємств морського транспорту найчастіше використовується функція Кобба-Дугласа. Для системи морських торговельних портів України 1990–2000 рр. розрахована функція Кобба-Дугласа за допомогою Excel «Пошук рішень» із параметрами $A = 0.013, a_1 = 0.665; a_2 = 0.581$:

$$X_t = 0.013 * K_t^{0.665} * L_t^{0.581} \quad (6)$$

Сума коефіцієнтів еластичності функції (6) дорівнює $n = a_1 + a_2 = 1.246 > 1$, що дозволяє говорити про інтенсивний характер розвитку портів у цей період. Динамічна функція Кобба-Дугласа може бути представлена в темпах приросту. Темп приросту доходу $xT(t)$ визначається за формулою (7):

$$x(t) = \frac{\partial X}{\partial t} * \frac{1}{X_t} = \frac{\partial X}{\partial K} * \frac{\partial K}{\partial t} * \frac{1}{X_t} + \frac{\partial X}{\partial L} * \frac{\partial L}{\partial t} * \frac{1}{X_t} =$$

$$= \frac{a_1 * A * K_t^{a_1} * L_t^{a_2} * \frac{\partial K}{\partial t}}{K_t * X_t} + \frac{a_2 * A * K_t^{a_1} * L_t^{a_2} * \frac{\partial L}{\partial t}}{L_t * X_t} =, \quad (7)$$

$$= a_1 * k(t) + a_2 * l(t) = x(t)$$

де $k(t)$ – темп приросту основних виробничих фондів (далі – ОВФ);

$l(t)$ – темп приросту чисельності працівників;

a_1, a_2 – коефіцієнти еластичності функції Кобба-Дугласа

У сумі $a_1 + a_2 = n$ доля екстенсивних факторів зростання дорівнює 1. Частка факторів інтенсивного зростання $(n-1)$.

Проаналізуємо розвиток системи морських портів України за 1991–2000 рр. на підставі функції Кобба-Дугласа (6) у такій послідовності [10].

1. Теоретичне значення середньорічного приросту доходів $xT(t)$ розрахуємо за формулою (7).

Виходячи з виразу (7), частка ОВФ у темпі приросту доходів визначається за формулою (8):

$$xK(t) = \frac{a_1 * k(t)}{xT(t)} * 100\%. \quad (8)$$

2. Частка чисельності (L) в темпах приросту доходів визначається за формулою (9):

$$xL(t) = \frac{a_2 * l(t)}{xT(t)} * 100\%. \quad (9)$$

За даними таблиці 2, можна зробити висновки про найбільший вплив приросту основних виробничих фондів на приріст доходів портів, який відбувся у середині (1996–1997 рр.) та наприкінці (у 2000 р.) розглянутого періоду. У ці ж роки вплив приросту чисельності робітників був негативним.

Розглянемо коефіцієнти еластичності екстенсивного виробництва m ; $(1-m)$ відповідно для основних виробничих фондів K та чисельності працівників L (10;11) та їх зв'язок із коефіцієнтами a_1, a_2 функції (2; 6):

$$m = \frac{a_1}{n}, a_1 = m * n; \quad (10)$$

$$a_2 = n - a_1 = n - n * m = n(1 - m) \quad (11)$$

У розрахунках на прикладі портів $m = 0.665 / 1.246 = 0.534$; $m - 1 = 0.466$.

Щоб виокремити інтенсивний складник функції Кобба-Дугласа замінюємо вираз (2) формулою (12):

$$X_t = A_0 * K_t^m * L_t^{1-m} * (K_t^m * L_t^{1-m})^{n-1} = A_0 * K_t^m * L_t^{1-m} * H_t; \quad (12)$$

де $H(t)$ – коефіцієнт впливу інтенсивного виробництва.

3. Коефіцієнт інтенсивного виробництва

$$H_t = (K_t^m * L_t^{1-m})^{n-1} \quad (13)$$

4. Темп приросту доходу за рахунок інтенсивного виробництва можна розрахувати так:

$$h(t) = \frac{dH_t}{dt} * \frac{1}{H_t} = m(n-1) * k(t) + (1-m)(n-1) * l(t) \quad (14)$$

Таблиця 1. Розрахунок параметрів функції Кобба-Дугласа для аналізу розвитку морських торговельних портів за 1991–2000 рр.

Роки	Дохід, млн грн	ОВФ, млн грн	Чисельність робітників, ос.	Апроксимація $X = AK^{a_1} \cdot L^{a_2}$	Функція найменших квадратів
t	X порт	K порт	L порт	aprX	Zmin
1991	247,561	432,0	22314	252,597	25,360
1992	262,214	479,9	22317	270,919	75,777
1993	280,125	520,2	22752	289,070	80,012
1994	312,511	566,4	23951	315,164	7,043
1995	344,432	598,7	24705	332,948	131,876
1996	358,322	645,9	24601	349,330	80,860
1997	376,343	689,1	24417	363,116	174,947
1998	393,193	770,0	24445	391,204	3,958
1999	415,917	870,5	24751	427,545	135,214
2000	442,347	920,3	24653	442,642	0,087
Сума	3432,965	6493,0	238906	3434,535	715,135
$m = a_1/n$	0,534	A	0,013	a_1	0,665
$1-m$	0,466	a_2	0,581	$n = a_1 + a_2$	1,246

Джерело: розраховано авторами

$h(t)$ – темп науково-технічного прогресу (далі – НТП), що акумулює вдосконалення техніки, покращення організації виробництва.

Теоретичний темп приросту доходу розраховується за формулою (15):

$$xT(t) = m * k(t) + (1 - m) * l(t) + h(t) \quad (15)$$

Формули (7), (15) дозволяють досліджувати частки впливу на темп приросту доходів факторів виробництва – виробничих фондів та чисельності.

5. Частка екстенсивного приросту доходів за рахунок ОВФ (16):

$$x_{eK}(t) = \frac{m * k(t)}{xT(t)} * 100, \quad (16)$$

6. Частка екстенсивного приросту доходів за рахунок чисельності (17):

$$x_{eL}(t) = \frac{(1 - m) * l(t)}{xT(t)} * 100, \quad (17)$$

7. Частка інтенсивного приросту доходу (18):

$$xi(t) = \frac{h(t)}{xT(t)} * 100. \quad (18)$$

8. Частка інтенсивного приросту доходу за рахунок росту кваліфікації працівників:

$$Xil(t) = \frac{(a2 - (1 - m)) * l(t)}{xT(t)}. \quad (19)$$

9. Частка інтенсивного приросту доходу за рахунок вдосконалення ОВФ:

$$Xik(t) = \frac{(a1 - m) * k(t)}{xT(t)} * 100\% \quad (20)$$

10. Фактична норма капітальних вкладень:

$$Af(t) = \frac{dK(t)}{X(t)} = \frac{K(t) - K(t-1)}{X(t)}. \quad (21)$$

11. Ефективність капітальних вкладень:

$$e(t) = \frac{dX(t)}{dK(t)} = \frac{X(t) - X(t-1)}{K(t) - K(t-1)}. \quad (22)$$

12. Норма капітальних вкладень рівноважного розвитку:

$$Ar(t) = \frac{1}{e(t)} * (l(t) + \frac{h(t)}{1 - m}). \quad (23)$$

Рівноважний розвиток характеризується рівністю темпів приросту валового доходу та обсягів основних виробничих фондів. Використовуючи рівноважну норму капітальних вкладень, підприємство досягає найбільш сталого розвитку.

Таблиця 2. Розрахунок часток приросту доходів за факторами виробництва

Роки	Теоретичний приріст доходів	Частка ОВФ в темпі приросту доходів (%)	Частка чисельності в темпах приросту доходів (%)	Перевірка
t	$xT(t)$ (7)	$xK(t)$ (8)	$xL(t)$ (9)	
1	2	3	4	5=3+4
1991	-	-	-	-
1992	0,066	99,883	0,117	100,00
1993	0,063	82,274	17,726	100,00
1994	0,083	65,113	34,887	100,00
1995	0,054	66,941	33,059	100,00
1996	0,046	105,319	-5,319	100,00
1997	0,037	111,724	-11,724	100,00
1998	0,071	99,057	0,943	100,00
1999	0,084	91,451	8,549	100,00
2000	0,034	106,853	-6,853	100,00

Джерело: розраховано авторами

Таблиця 3. Розрахунок темпів приросту доходів та факторів виробництва морських торговельних портів за 1991–2000 рр.

Роки	Фактичний темп приросту доходів	Фактичні темпи приросту ОВФ	Фактичні темпи приросту чисельності	Коефіцієнт інтенсивного виробництва(13)	Темп приросту інтенсивного виробництва (14)
t	$x(t)$ факт	$k(t)$	$l(t)$	Ht	$h(t)$
1991	-	-	-	-	-
1992	0,0559	0,0998	0,0001	7,0877	0,0137
1993	0,0639	0,0775	0,0191	7,1790	0,0127
1994	0,1036	0,0816	0,0501	7,3026	0,0169
1995	0,0927	0,0540	0,0305	7,3821	0,0108
1996	0,0388	0,0731	-0,0042	7,4524	0,0094
1997	0,0479	0,0627	-0,0075	7,5096	0,0076
1998	0,0429	0,1051	0,0011	7,6208	0,0146
1999	0,0546	0,1155	0,0124	7,7556	0,0174
2000	0,0598	0,0541	-0,0040	7,8089	0,0068

Джерело: розраховано авторами

13. Середні величини норми капітальних вкладень знаходять як середні геометричні для фактичних ($Af(t)$) та рівноважних ($Ar(t)$) значень.

ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У розрахунках за 1991–2000 рр. середня фактична норма капітальних вкладень удвічі більша, ніж середня норма капітальних вкладень рівноважного розвитку за рахунок відставання темпу приросту доходів від темпу приросту виробничих фондів.

Середня ефективність капітальних вкладень за період становить 0,404.

На прикладі морських портів визначена (табл. 4) частка впливу на темп приросту доходу інтенсивних факторів виробництва дорівнює 19%

$$\left(\frac{1-n}{n}\right) * 100 = 0.246 / 1.246 * 100 = 19,7\% = xi(t).$$

Вплив екстенсивних факторів зростання за рахунок фондів у темпі приросту доходу за розглянутий період коливався від 52,26 до 89,67%. Вплив екстенсивних факторів зміни чисельності працівників в темпі приросту доходу невеликий та коливався від

-9,41% до 28,00%. Таким чином, приріст доходів портів відбувався за рахунок екстенсивного зростання основних виробничих фондів.

Приблизна рівність між нормою капітальних вкладень фактичною (0,24) та рівноважною (0,21) відбувалося у 1999 р. (табл. 5), що привело до зближення темпів зростання доходів (0,598) та виробничих фондів (0,541) у 2000 р. (табл. 2). Такі зміни в темпах зростання стали причиною росту ефективності капітальних вкладень у 2000 р. (0,53).

ВИСНОВКИ

У дослідженні доведено, що аналіз розвитку підприємства на підставі функції Кобба-Дугласа дозволяє побачити його сильні та слабкі сторони та головні фактори екстенсивного та інтенсивного характеру, які впливають на зростання доходів портів та ефективність їх розвитку. Використання статистичного моделювання має поєднувати аналіз внутрішніх та зовнішніх факторів виробництва для аналізу попиту та пропозиції послуг підприємства на ринку, що буде напрямом подальших досліджень.

Таблиця 4. Розрахунок часток приросту доходів морських торговельних портів за рахунок екстенсивних та інтенсивних факторів виробництва

Роки	Теоретичний приріст доходів	Частка екстенсивного приросту доходів за рахунок ОВФ, %	Частка екстенсивного приросту доходів за рахунок чисельності, %	Частка інтенсивного приросту доходу, %	Перевірка
t	xT(t)теор.	x(eK)	x(eL)	xi(h)	
1	2	3	4	5	6=3+4+5
1991	-	-	-	-	-
1992	0,066	80,16	0,09	19,74	100,00
1993	0,063	66,03	14,23	19,74	100,00
1994	0,083	52,26	28,00	19,74	100,00
1995	0,054	53,72	26,53	19,74	100,00
1996	0,046	84,53	-4,27	19,74	100,00
1997	0,037	89,67	-9,41	19,74	100,00
1998	0,071	79,50	0,76	19,74	100,00
1999	0,084	73,40	6,86	19,74	100,00
2000	0,034	85,76	-5,50	19,74	100,00

Джерело: розраховано авторами.

Таблиця 5. Розрахунок норми капітальних вкладень

Роки t	Норма капітальних вкладень Афакт(t)	Норма капітальних вкладень рівноважного розвитку Ar(t)	Ефективність капітальних вкладень e(t)
1991	-	-	-
1992	0,182675	0,092462	0,305914
1993	0,143864	0,1027	0,444449
1994	0,147835	0,121758	0,70098
1995	0,093778	0,053855	0,988276
1996	0,131725	0,052057	0,294276
1997	0,114789	0,019828	0,417155
1998	0,205751	0,148951	0,208287
1999	0,241635	0,21197	0,226103
2000	0,112581	0,01939	0,530734
середня	0,146	0,070	0,404

Джерело: розраховано авторами.

REFERENCES

- [1] Vitlins'kyi, V.V. (2003). Modelyuvannya ekonomiky [Modeling the economy]: Navch. Posibnyk. / Vitlins'kyi V.V.-K.: KNEU, 408p. Retrieved from: https://kneu.edu.ua/ua/science_kneu/scientific_schools/mtrve/mtrve_praci/mtrve_prazi/modeconnpos/ [in Ukrainian].
- [2] H.S. Makhurenko, Yu. Yu. Kruk (2018) Prohnoz sprosa na styvydornye usluhy v Ukrainy [Forecast of demand for stevedoring services in Ukraine]. *Rozvytok metodiv upravlinnya ta hospodaryuvannya na transporti- Development of methods of management and administration of transport*, no 2 (63), pp. 53–73 [in Ukrainian].
- [3] Ivin, Ye.A., Goryacheva, A.S., Kurbatskiy, A.N. (2020). Analiz sostoyaniya i perspektivy razvitiya gruzopotokov cherez morskoye porty Rossii [Analysis of the state and prospects for the development of cargo flows through the seaports of Russia]. *Problemy razvitiya territorii- Territory development problems*, no 2 (106), pp. 62–80. DOI: 10.15838/ptd.2020.2.106.5 Retrieved from: <http://pdt.vsc.ac.ru/article/28510> [in Russian].
- [4] Ablyazov, V. K. (2015). Prognozirovaniye gruzooborota morskogo porta v usloviyakh neopredelennosti i riska [Forecasting services in Ukraine]. *Rozvytok metodiv upravlinnya ta hospodaryuvannya na transporti- Development of methods of management and administration of transport*. 22p. Retrieved from: <https://www.dissercat.com/content/prognozirovaniye-gruzooborota-morskogo-porta-v-usloviyakh-neopredelennosti-i-riska> [in Russian].
- [5] Semenov, K.M. (2014). Planirovaniye obrabotki gruzov v morskikh portakh i terminalakh na osnove diskretno-sobytiynogo imitatsionnogo modelirovaniya [Scheduling of cargo handling in seaports and terminals based on discrete-event simulation]. Extended abstract of candidate's thesis. Kaliningrad 21p. Retrieved from: <http://simulation.su/uploads/files/default/2014-abstract-cand-semenov.pdf> [in Russian].
- [6] Rakhmangulo, A. N., Murav'yev, D. S. (2016). Razvitiye morskoy portovoy infrastruktury regiona na osnove "sukhikh" portov [Development of the region's sea port infrastructure based on dry ports] *Ekonomika regiona- Economy of the region*, V. 12, vyp. 3, pp. 924–936. Retrieved from: <http://simulation.su/uploads/files/default/2016-rahmangulov-muraviev.pdf> [in Russian]
- [7] Stepanov, O.N. (2005). Teoreticheskiye osnovy razrabotki strategii ekonomicheskogo razvitiya morskogo porta [Theoretical foundations for developing a strategy for the economic development of a seaport]. Doctor's thesis. Odessa. 545 p. [in Ukrainian].
- [8] Mel'nykov, S.V. (2005). Optymyzatsyya ob'emov resursov porta pry stepennoy proyvodstvennoy funktsii s N resursamy [Optimization of port resource volumes when power production function with N resources]. *Rozvytok metodiv upravlinnya ta hospodaryuvannya na transporti- Development of methods of management and administration of transport*. Odesa : ONMU, Vyp. 23, pp. 58–73 [in Ukrainian].
- [9] Mel'nykov, S.V. (2005). Optymyzatsyya taryfa y ob'emov resursov porta [Optimization of tariff and volume of port resources]. *Metody ta zasoby upravlinnya rozvytkom transportnykh system - Methods for managing the development of transport systems*. Odesa : ONMU, Vyp. 9, pp. 71–82 [in Ukrainian].
- [10] Makhurenko, G.S., Girina, O.B. (2009). Komp'yuternoye modelirovaniye ekonomicheskikh protsessov [Computer modeling of economic processes] Teksty lektsiy. Odessa : ONMU. 100 p. [in Ukrainian].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Вітлінський В.В. Моделювання економіки : навчальний посібник. Київ : КНЕУ, 2003. 408 с. URL: https://kneu.edu.ua/ua/science_kneu/scientific_schools/mtrve/mtrve_praci/mtrve_prazi/modeconnpos/
- [2] Махуренко Г.С., Крук Ю.Ю. Прогноз спроса на стивидорные услуги в Украине. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. № 2 (63). 2018. С. 53–73
- [3] Ивин Е.А., Горячева А.С., Курбацкий А.Н. Анализ состояния и перспективы развития грузопотоков через морские порты России. *Проблемы развития территории*. № 2 (106). 2020. С. 62–80. DOI: 10.15838/ptd.2020.2.106.5 URL: <http://pdt.vsc.ac.ru/article/28510>
- [4] Аблязов В.К. Прогнозирование грузооборота морского порта в условиях неопределенности и риска : автореф. дис. ... канд. экон. наук. Нижний Новгород, 2015. 22 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/prognozirovaniye-gruzooborota-morskogo-porta-v-usloviyakh-neopredelennosti-i-riska>
- [5] Семенов К.М. Планирование обработки грузов в морских портах и терминалах на основе дискретно-событийного имитационного моделирования: автореферат дис. ... канд. техн. наук. Калининград, 2014. 21 с. URL: <http://simulation.su/uploads/files/default/2014-abstract-cand-semenov.pdf>
- [6] Рахмангулов А.Н., Муравьев Д.С. Развитие морской портовой инфраструктуры региона на основе «сухих портов» *Экономика региона*. 2016. Т. 12, Вып. 3. С. 924–936. URL: <http://simulation.su/uploads/files/default/2016-rahmangulov-muraviev.pdf>
- [7] Степанов О.Н. Теоретические основы разработки стратегии экономического развития морского порта : дис. ... докт. экон. наук. Одесса, 2005. 545 с.
- [8] Мельников С.В. Оптимизация объемов ресурсов порта при степенной производственной функции с N ресурсами. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. Одесса : ОНМУ, 2005. Вип. 23. С. 58–73.
- [9] Мельников С.В. Оптимизация тарифа и объемов ресурсов порта. *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем*: Одесса : ОНМУ. 2005. Вип. 9. С. 71–82.
- [10] Махуренко Г.С., Гирин О.Б. Компьютерное моделирование экономических процессов. Тексты лекций. Одесса: ОНМУ. 2009 100 с.

© Гіріна О. Б., Литвиненко А. С.

Дата надходження статті до редакції: 19.11.2021

Дата затвердження статті до друку: 03.12.2021