

МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 519.86:658

DOI <https://doi.org/10.33082/td.2024.3-22.01>

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ МОРЕГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ

О.Б. Гіріна¹, О.В. Меркт², К.О. Загородня³

¹к.е.н., доцент кафедри «Управління логістичними системами і проектами»,
Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
ORCID ID: 0000-0001-5917-6551

²к.е.н., доцент кафедри «Управління логістичними системами і проектами»,
Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
ORCID ID: 0009-0006-1903-590X

³здобувач 3 рівня вищої освіти,
Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
ORCID ID: 0009-0004-7536-8114

Анотація

Вступ. У досліджених роботах визначена модель Р. Солоу як базова та оптимальна для моделювання розвитку підприємств України в умовах посткризового відновлення. **Мета.** Ця стаття розглядає аналіз інвестиційної діяльності підприємства через призму моделей економічного зростання на прикладі розвитку державного підприємства «Морський торговельний порт Південний». Для виконання цього завдання використовується виробнича функція Кобба-Дугласа. **Результати.** Досліджено відображення науково-технічного прогресу в моделях економічного зростання, роль різних факторів у зростанні продуктивності праці. Детально проаналізовано моделі економічного зростання та продемонстровано можливий їхній вплив на діяльність морських торговельних портів. На підставі функції Кобба-Дугласа, розрахованої для компанії ДП «МТП Південний», розглядаються умови сталого розвитку підприємства. Аналізується коефіцієнт нейтрального технічного прогресу, рівноважна норма капіталовкладень. Для включення в модель Солоу побудована функція Кобба-Дугласа для продуктивності ефективної праці. Був виконаний аналіз факторів вартості основних виробничих фондів (ОВФ) та чисельності робітників на темп приросту продуктивності праці за звітні роки з урахуванням як екстенсивного, так і інтенсивного їх впливу. Доведено, що у звітному періоді компанії темпи приросту доходу, які дорівнюють темпам приросту виробничих фондів, свідчать про наявність рівноважного розвитку підприємства. З'ясоване співвідношення між середньою та граничною продуктивністю чисельності та капіталу. Граничний аналіз факторів росту чистого доходу показав, що фондовіддача ДП «МТП Південний» не змінюється за розглянутий період та дорівнює граничній продуктивності основних виробничих

фондів, тоді як середня та гранична продуктивність праці коливається по роках. Це також свідчить про те, що розвиток ДП «МТП Південний» має риси науково-технічного прогресу за Харродом. **Висновки.** Розглядаються можливість сталого розвитку ДП МТП «Південний» за умов додержання у своєму розвитку встановленої рівноважної норми капітальних вкладень.

Ключові слова: моделі економічного зростання, сталий економічний розвиток, рівноважна норма капіталовкладень, інвестиційна діяльність, морський торговельний порт.

USE OF ECONOMIC GROWTH MODELS TO JUSTIFY THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ENTERPRISES OF THE MARITIME ECONOMIC COMPLEX

O.B. Girina¹, O.V. Merkt², K.O. Zagorodnia³

¹Phd, Associate Professor at the Department "Management of logistics systems and projects",
Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0001-5917-6551

²Phd, Associate Professor at the Department "Management of logistics systems and projects",
Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine,
ORCID ID: 0009-0006-1903-590X

³Obtainer of the 3rd level of higher education,
Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine,
ORCID ID: 0009-0004-7536-8114

Summary

Introduction. It is argued that R. Solow's model of factor analysis of sources of economic development should be recognized as the basic, most optimal model for modeling the development of problem regions of Ukraine in the conditions of post-crisis recovery. **Purpose.** This article examines the analysis of the enterprise's investment activity through the prism of economic growth models using the example of the development of the state-owned enterprise "Southern Trade Port". To accomplish this task, the Cobb-Douglas production function is used. **Results.** The special value of this model is that it takes into account the impact on the volume of production not only of factors of labor and capital, but also changes in the savings rate, population growth and technological progress. The conditions of neutral technical progress according to Higgs, Harrod and Solow, modifications of the production function of Cobb Douglas in different cases are considered. On the basis of the Cobb-Douglas function, calculated for the SE "STP Pivdenny", the conditions of sustainable development of the enterprise are considered. The coefficient of neutral scientific and technical progress, the equilibrium rate of capital investments are analyzed. Based on the Cobb-Douglas function elasticity coefficients, the actual and equilibrium capital investment rate are also calculated. The average value of the equilibrium rate for the considered period is slightly higher than the average actual rate of capital investments of the port. The marginal analysis of the growth factors of net income showed that the capital return does not change during the considered period and was equal to the marginal productivity of the main productive assets, while the average and marginal labor productivity fluctuate and take different values by the years. This shows that the development of the State Enterprise

*"STP Pivdenny" has the features of technical progress according to Harrod. **Conclusions.** The possibility of sustainable development of SE "STP Pivdenny" is being considered under the conditions of compliance with the established equilibrium rate of capital investments in its development.*

Key words: *models of economic growth, sustainable economic development, equilibrium rate of capital investments, investment activity, sea trade port.*

Постановка завдання. Економічне зростання є надзвичайно складною економічною категорією, що характеризує розвиток суспільного виробництва. Економічне зростання являє собою зростаючу здатність економіки до реалізації своїх виробничих можливостей.

У роботі Салатюка Н.М. [1] розглядаються актуальні аспекти переходу до моделі сталого розвитку в Україні. «Сталий економічний розвиток» – це ширше поняття, ніж «економічне зростання», і включає останнє в себе як найважливішу умову. Тому сталий розвиток визначається традиційними факторами економічного зростання, які його забезпечують, тобто факторами пропозиції, факторами попиту і розподілу, але при цьому він охоплює значно ширше їх коло: розвиток науки, технологій, інформаційних послуг, політичні і соціально-економічні фактори, а також і екологічні чинники, які в комплексі є джерелами сталого розвитку.

Необхідність використання системного і комплексного підходу в аналізі стійкості економічного зростання та сталого розвитку підприємств посилює вимоги до методологічного інструментарію досліджень. Це робить вибір та використання моделі економічного зростання актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині існують чотири провідних теорій і відповідні їм напрями моделювання економічного розвитку: кейнсіанська, некейнсіанська, неокласична та історико-соціологічна, аналіз яких виконується в статті О.Б. Панькова [2]. Кейнсіанські моделі економічного зростання, як і теорія Кейнса, засновані на визначальній ролі попиту для збалансованого економічного розвитку. Реальному стану сучасної економіки найбільшою мірою відповідають (на думку більшості вчених-економістів) некейнсіанські моделі економічного розвитку, що описують залежність між динамікою ефективного попиту і рівномірністю зростання обсягів виробництва та доходів. Неокласичні моделі досліджують окремі техніко-економічні умови збалансованого зростання в умовах спрощеної раціональної виробничої системи, де виключаються всі суперечності між виробництвом і споживанням.

За результатами порівняльного аналізу моделей економічного розвитку (В. Леонтєва, Дж. Кейнса, Е. Домара, Р. Харрода, Кобба-Дугласа, Р. Солоу) [2; 3, с. 41] можна констатувати, що базовою, найбільш оптимальною для моделювання розвитку проблемних регіонів України в умовах посткризового відновлення слід визнати модель факторного аналізу джерел економічного розвитку Р. Солоу. Технологія виробництва в цій моделі подається за допомогою виробничої функції Кобба-Дугласа.

У статті С.С. Шумської [4, с. 142] йдеться про те, що виробничі функції (ВФ) – це не тільки один зі способів прогнозування розвитку економіки, а й прикладний інструмент, який використовується для оцінки та порівняння ефективності

економік. Для України, де одним з актуальних питань сьогодення є виявлення резервів зростання національної економіки, використання ВФ може дати поштовх до удосконалення наявних механізмів управління та активізації внутрішніх факторів розвитку. Не менш активно сьогодні апарат ВФ використовується у дослідженнях, де автори намагаються статистично оцінити роль різних факторів у зростанні продуктивності праці.

У статті О.В. Овчаренко, В.І. Дубницького [6, с. 405] доводиться, що найбільш оптимальною з точки зору системної взаємодії основних економічних факторів розвитку проблемного регіону в посткризових умовах є модель факторного аналізу джерел економічного зростання Р. Солоу [5, с. 67]. Особлива цінність цієї моделі полягає в тому, що вона враховує вплив на обсяг виробництва не тільки факторів праці і капіталу, але й зміни норми заощаджень, зростання чисельності населення і технологічний прогрес, що і робить її ефективним інструментом аналізу впливу конкретної економічної політики на стан економіки в цілому, рівень та якість життя населення, а також перспективи соціально-економічного розвитку регіону.

У роботі О.В. Овчаренко, В.І. Дубницького [6] виконано розрахунки економічного зростання для Дніпропетровського регіону шляхом використання виробничої функції Кобба-Дугласа та моделі Соллоу. Для того щоб можна було розрахувати норму інвестицій, норму капітальних вкладень, норму капіталоозброєності за «золотим правилом», автори проаналізували амортизаційні відрахування, капітальні інвестиції, валовий регіональний продукт (ВРП), основні виробничі фонди та кількість працездатного населення.

За золотим правилом накопичення необхідно знайти максимум споживання на одного зайнятого в кожному періоді і визначити його залежність від капіталоозброєності праці. У результаті розрахунків встановлюється, що обсяг споживання на одного працюючого досягає максимуму, коли темп приросту капіталу дорівнює його граничній продуктивності [3, с. 46].

У базовій моделі Солоу при заданих параметрах n (темпер приросту чисельності) і g (темпер приросту нейтрального прогресу) кожному значенню

норми заощадження s відповідає єдине стаціонарне значення фондоозброєності ефективної праці F' і відповідний обсяг споживання c . Стаціонарний режим, у якому споживання максимальне, називають «золотим правилом». «Золоте правило» – це правило розподілу випуску на споживання та накопичення, що забезпечує максимальне стаціонарне споживання. Сам термін «золоте правило», а також метод розрахунку оптимальної норми заощадження були вперше запропоновані Е. Фелпс у 1961 році.

У роботі О.О. Бакаєва зі співавторами [7, с. 73] аналізуються типи нейтрального технічного прогресу. Якщо технічний прогрес не змінює функціонального розподілу між працею (L_t) і капіталом (K_t), то його називають нейтральним. Стала частка праці і капіталу в національному доході може збігатися за різного виду обставин. Відношення граничної продуктивності капіталу (rK) до граничної продуктивності праці (wL) rK / wL буде сталим, якщо капіталоозброєність постійна за часом $F_t = K_t / L_t = const$ а $r_t / w_t = const$, де граничні продуктивності капіталу $r_t = \partial Y_t / \partial K_t$ та праці $w_t = \partial Y_t / \partial L_t$ також не змінюються. Отже, якщо технічний

прогрес розвивається таким чином, що при заданій капіталоозброєності праці з однаковими темпами зростають граничні продуктивності і праці, і капіталу, то пропорція національного доходу не змінюється. Такий тип технічного прогресу називається нейтральним за Хігсом і відображається виробничою функцією обсягу виробництва (1):

$$Y_t = (1 + h)^t * K_t^\alpha * L_t^{1-\alpha} \quad (1)$$

де h – темп розвитку технічного прогресу.

Пропорція розподілу національного доходу між працею та капіталом не змінюється і в тому разі, коли середня продуктивність капіталу $y_{it} / K_t = \sigma_t = const$ і гранична продуктивність капіталу $\partial y_{it} / \partial K_t = r_t = const$ постійні, тобто кожному значенню середньої продуктивності капіталу відповідає незмінне значення його граничної продуктивності. Такий вид технічного прогресу називається нейтральним за Харродом. Алгебраїчно він відображається виробничою функцією (2):

$$Y_t = K_t^\alpha * [(1 + \lambda)^t L_t]^{1-\alpha}, \quad (2)$$

де λ – темп приросту продуктивності праці внаслідок технічного прогресу.

Відповідно, існує випадок, коли постійними є продуктивність праці ($y_{it} / L_t = q_t = const$) і гранична продуктивність праці ($\partial y_{it} / \partial L_t = w_t = const$), тобто кожному значенню середньої продуктивності праці відповідає незмінне значення його граничної продуктивності. Такий вид технічного прогресу називається нейтральним за Солоу і відображається виробничою функцією (3):

$$Y_t = L_t^{1-\alpha} * [(1 + \mu)^t K_t]^\alpha, \quad (3)$$

де μ – темп приросту продуктивності капіталу внаслідок технічного прогресу. [7]

Дуже поширеною є виробнича функція Кобба-Дугласа-Тінбергена, яка описує співвідношення між факторами і результатами виробництва на будь-якому рівні економічної діяльності (фірма, галузь, регіон, економіка в цілому), яка аналізується в роботі Ю.Г. Козак зі співавторами [8, с. 138]:

$Y = Ax_1^{b_1} x_2^{b_2} x_3^{b_3} \dots x_m^{b_m} e^{\lambda t}$, де b_i – коефіцієнт еластичності i -го ресурсу за умови незмінності інших факторів, а тренд результату, зумовлений дією інших неекстенсивних (невиробничих) факторів, враховується в моделі змінною часу.

На практиці використовують різні модифікації цієї виробничої функції. Наприклад, розділивши обидві її частини на чисельність працюючих (L), отримаємо функцію продуктивності праці (W_t) від фондоозброєності (F_t):

$$W_t = AF_t^\alpha e^{\lambda t}.$$

Модель Солоу має не лише загальнотеоретичне, а й важливе прикладне значення. Практичне її застосування представлено у багатьох роботах зарубіжних авторів, присвячених вивченню цілого ряду актуальних проблем сучасної економічної політики. Модель Солоу показала, що існує безліч можливих шляхів досягнення стійкого довгострокового економічного зростання та рівноваги. Важливим є й те, що модель фокусується переважно на технологічному прогресу як джерелі зростання і не розглядає питання ефективності попиту [8, с. 168].

Огляд робіт, присвячених використанню моделі Солоу для обґрунтування сталого розвитку підприємств та народного господарства в цілому, показують

можливість застосування функції Кобба-Дугласу у різних модифікаціях для розкриття характеру розвитку підприємств та вдосконалення їхньої виробничої діяльності [9, с. 310; 10]. Для підвищення ефективності виробництва та розкриття умов рівноважного розвитку підприємств необхідно поширювати впровадження теоретичних засад у цьому напрямі у різних галузях виробництва, що робить поставлене завдання актуальним.

Метою статті є аналіз та дослідження інвестиційної діяльності підприємств морегосподарського комплексу через призму моделей економічного зростання на прикладі розвитку державного підприємства «Морський торговельний порт Південний». Для виконання цього завдання використовується виробнича функція Кобба-Дугласа, яка стала одним із найбільш точних і універсальних інструментів економічного аналізу і моделювання, а також є основою для створення цілого напрямку багатofакторних моделей економічного розвитку, зокрема моделі Р. Солоу.

Виклад основного матеріалу. Модель Солоу дає змогу більш точно описати особливості макроекономічних процесів як на макроекономічному рівні, так і на рівні окремих підприємств. По-перше, виробнича функція у цій моделі нелінійна і має властивість спадання граничної продуктивності. По-друге, модель враховує вибуття основного капіталу. По-третє, у модель Солоу включається опис динаміки трудових ресурсів і технічного прогресу та їхній вплив на економічне зростання.

Для аналізу економічного розвитку порту на підставі звітних даних ДП «МТП Південний» за 2017–2020 роки [11] була розрахована виробнича функція Кобба-Дугласа обсягу виробництва за найбільш загальною формулою (1).

Таблиця 1

**Розрахунок функції Кобба-Дугласа обсягу виробництва
ДП «МТП Південний»**

t	Роки	Дохід, Y	ОВФ, K	Чисельність, L	Yapr	Z	(1+h)^t
1	2017	1522480	2035232,8	2811	1518430,4	16399588,6	1,01
2	2018	1698107	2270008,9	2860	1700818,9	7354883,6	1,02
3	2019	2018196	2697900	2875	2023037,8	23443251,1	1,03
4	2020	2477653	3312096,6	2705	2474393,5	10624490,1	1,03
Сума		7716436	-	-	7716681	57822213,0	-
α	0,954		h=0,0085	$Yt(apr) = (1 + h)^t * Kt^\alpha * Lt^{(1 - \alpha)}$			

Джерело: розраховано авторами

У таблиці 1 представлена апроксимація функції доходів (4) ДП «МТП Південний» за чотири роки:

$$Y(t)apr = (1 + 0.0085)^t * K(t)^{0.954} * L(t)^{0.046} \quad (4)$$

Розрахунки коефіцієнтів регресії виконувалися в EXCEL у пошуку рішень.

Коефіцієнт еластичності основних виробничих фондів (ОВФ) $\alpha=0,954$ значно більший за коефіцієнт еластичності чисельності працюючих $1 - \alpha=1-0,954 = 0,046$. Це свідчить про те, що порт має фондоємне виробництво. Темп розвитку технічного прогресу дорівнює $h=0.0085$. Розглядаючи виробничу функцію (1) в темпах

приросту за формулою (5), можна розрахувати частки впливу факторів екстенсивного та інтенсивного характеру на темп приросту доходу відповідно до формул (6)-(8). Розрахунки представлені в таблиці 2.

$$yT(t) = \alpha \cdot k(t) + (1 - \alpha) \cdot l(t) + h(t) \quad (5)$$

$$y_k(t) = \frac{\alpha \cdot k(t)}{yT(t)}, \quad (6)$$

$$y_l(t) = \frac{(1 - \alpha) \cdot l(t)}{yT(t)} \quad (7)$$

$$y_h(t) = \frac{h(t)}{yT(t)} \quad (8)$$

Таблиця 2

Частки екстенсивних та інтенсивних факторів росту темпу приросту доходу ДП «МТП Південний» за 2017–2020 роки

Роки	Темпи приросту				Частка, %		
	ОВФ	Праці	Доходу (фактичний)	Доходу (теоретичний)	Капіталу (ОВФ)	Праці (чисельності)	Інтенсивних факторів
	$k(t) = dK/K$	$l(t) = dL/L$	$y = dY/Y$	$yT(t)$	$y_k(t)$	$y_l(t)$	$y_i(t)$
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	0,10	0,02	0,10	0,11	91,4	0,73	7,87
2019	0,16	0,01	0,16	0,16	94,5	0,15	5,31
2020	0,19	-0,06	0,19	0,18	96,9	-1,58	4,66

Джерело: розраховано авторами

З таблиці 2 видно, що частка впливу на темп приросту доходу екстенсивних факторів росту капіталу значно більше 91,4 % – 96,9 %, ніж вплив праці (-1,58) - (0,73) %. Частка приросту доходу за рахунок інтенсивних факторів виробництва коливається від 4,7 % до 7,87 %. Висновок із цих розрахунків очевидний: у довгостроковому періоді основним фактором економічного зростання є розвиток техніки та технології.

На підставі коефіцієнтів еластичності функції Кобба-Дугласа (4) були також розраховані фактична (9) та рівноважна (10) норми капітальних вкладень. Середня величина фактичної норми за розглянутий період (0,19 %) наближається до рівноважної середньої норма капіталовкладень порту (0,22 %) (табл. 3). Про рівноважний розвиток порту у 2017–2020 роки свідчить також значення темпів приросту валового доходу та основних виробничих фондів, які дорівнюють одне одному по роках ($k(t) = y(t)$) (табл.2). Виконані розрахунки доказують можливість сталого розвитку ДП МТП «Південний» за умов додержання у своєму розвитку встановленої рівноважної норми капітальних вкладень.

$$Af(t) = \frac{dK(t)}{X(t)} = \frac{K(t) - K(t-1)}{X(t)} \quad (9)$$

$$Ar(t) = \frac{1}{e(t)} * \left(l(t) + \frac{h(t)}{1-\alpha} \right) \quad (10)$$

де $e(t)$ – ефективність капітальних вкладень.

$$e(t) = \frac{dX(t)}{dK(t)} = \frac{X(t) - X(t-1)}{K(t) - K(t-1)} \quad (11)$$

Таблиця 3

Фактична та рівноважна норма капітальних вкладень ДП «МТП Південний»

Роки t	Ефективність E(t)	Фактична норма АФ(t), %	Рівноважна норма Ар(t), %
2017	-	-	-
2018	0,75	0,14	0,27
2019	0,75	0,21	0,26
2020	0,75	0,25	0,16
Середні	0,75	0,19	0,22

Джерело: розраховано авторами

Для включення в модель Солоу-Свана вводиться позначення ефективної праці E_t , та на його підставі функції продуктивності W та фондоозброєності F :

$$E_t = e^{\lambda t} L_t; W = Y/E; F = K/E \quad (12)$$

де e – основа натурального логарифма; λ – темп технічного прогресу, який виражається через умовне значення кількості використаної праці за період часу. Тоді темп приросту показника фондоозброєності ефективної праці f' дорівнює:

$f' = k - \bar{E} - k - l - \lambda$, де k, \bar{E}, λ, l – темпи приросту відповідно капіталу, ефективної праці, технічного прогресу та трудових ресурсів.

З використанням позначень (12) функція продуктивності ефективної праці буде мати вигляд (13):

$$Wapr = \left(\frac{K_t}{L_t \cdot e^{\lambda t}} \right)^{\alpha} = (F_t)^{\alpha} \quad (13)$$

За формулою (13) по звітним даним ДП «МТП Південний» за 2017–2020 роки побудована функція Кобба-Дугласа для продуктивності праці (14) в таблиці 4.

$$Wapr = \left(\frac{K_t}{L_t \cdot e^{0.0089t}} \right)^{0.954} = (F_t)^{0.954} \quad (14)$$

У темпах приросту функція (13) записується таким чином:

$$w' = \alpha (f') = \alpha (k - l - \lambda) \quad (15)$$

де w' – темп приросту продуктивності ефективної праці.

Внесок екстенсивних та інтенсивних факторів у динаміку продуктивності праці визначаються за такими формулами (16; 17):

$$d_{екс} = \alpha (k - l) / w \quad (16)$$

$$d_{инт} = \frac{-\alpha \cdot \lambda}{w} \quad (17)$$

Таблиця 4

Розрахунок функції Кобба-Дугласа продуктивності праці
ДП «МТП Південний»

Роки	Дохід	ОПФ	Чисельність робітників	Фондоозброєність	Продуктивність праці	Апроксимація W	Функція найменших квадратів
t	Y	K	L	F=Y/K	W=Y/L	Wapr	Z=(WWapr)^2
2017	1522480	2035233	2811	0,748	541,6151	540,1937	2,020
2018	1698107	2270009	2860	0,748	593,7437	594,724	0,961
2019	2018196	2697900	2875	0,748	701,9812	703,7162	3,010
2020	2477653	3312097	2705	0,748	915,953	914,8312	1,259
сума	7716436				2753,293	2753,465	7,250
α	0,954	$Wapr = \left(\frac{K_t}{L_t \cdot e^{-0.0089t}} \right)^{0.954} = (Ft')^{0.954}$					
λ	-0,0089	Функція апроксимації продуктивності ефективної праці					

Джерело: розраховано авторами

Можна зазначити, що коефіцієнти регресії у функціях Кобба-Дугласа, розраховані за формулами (4) для чистого доходу та (14) продуктивності праці, збігаються.

Фондоозброєність праці МТП Південний не змінюється у звітному періоді (у 2017–2020 роках). Був виконаний аналіз факторів вартості основних виробничих фондів (ОВФ) та чисельності виробничих робітників на темп приросту продуктивності праці за звітні роки з урахуванням як екстенсивного, так і інтенсивного їх впливу. З таблиці 5 видно, що частка впливу екстенсивних факторів росту капіталу значно більша 109 % – 72,0 %, ніж вплив праці (-18.1) – (24) %. Частка приросту продуктивності праці за рахунок інтенсивних факторів виробництва коливається від 3,5 % до 9,71% .

Таблиця 5

Аналіз часток екстенсивних та інтенсивних факторів росту продуктивності праці ДП «МТП Південний» за 2018–2020 роки

Роки	Темпи приросту					Частка факторів росту продуктивності праці, %		
	Продуктивності	Фондоозброєності	Капіталу (ОВФ)	Праці (Чисельності)	Теоретичний темп приросту продуктивності			
	$w(t)=\frac{dW}{W}$	$f=dF/F$	$k(t)=\frac{dK}{K}$	$l(t)=\frac{dL}{L}$	$w(\text{теор})=$	$k(t)$	$l(t)$	λ
2018	0,088	0,091	0,103	0,017	0,091	108,7	-18,0	9,3
2019	0,154	0,15	0,159	0,005	0,15	97,7	-3,2	5,5
2020	0,234	0,245	0,185	-0,063	0,245	72,1	24,4	3,5

Джерело: розраховано авторами

Таким чином, можна побачити, що темпи приросту доходу від реалізації дорівнюють темпам приросту основних виробничих фондів (табл. 2), темпи приросту продуктивності та фондоозброєності рівні за роками, що аналізувалися (табл. 5). Це свідчить про те, що продуктивність праці та капіталоозброєність зростають сталими темпами, тобто компанія ДП «МТП Південний» розвивається з нейтральним за Харродом технічним прогресом. Тобто розглянута модель показує, що розвиток ДП «МТП Південний» досягає стійкого стану та характеризується постійним обсягом виробництва і запасів капіталу.

Для стійкого зростання з повним використання праці і капіталу буде потрібна не тільки їх технологічна взаємозамінна, а й певне співвідношення їх продуктивностей. Проте не при всіх різновидах технічного прогресу можливе рівноважне зростання. Це впливає з того, що у разі рівноважного зростання маємо рівні темпи приросту доходу (y) та капіталу (k):

$$y = k = \frac{dK_t}{K_t} = \frac{sY_t}{K_t} = \frac{sY_{t/K_t}}{K_{t/K_t}} = s\sigma = const$$

де $\sigma = Y_t / K_t$ продуктивність капіталу, s – норма заощадження.

Оскільки при динамічній рівновазі рівноважна норма заощадження стала, то і продуктивність капіталу не повинна змінюватися, що буває лише при нейтральному за Харродом технічному прогресі [4–5].

Таблиця 6

Аналіз середньої та граничної продуктивності капіталу та праці «МТП Південний» за 2017–2020 роки

Роки	Чистий дохід, тис.грн	ОВФ, млн грн.	Чисельність робітників	Продуктивність капіталу(Фондо- віддача)	Гранична Продуктивність фондів	Продуктивність праці	Гранична про- дуктивність праці
t	Y	K	L	$\sigma=Y/K$	$r=dY/dK$	$q=Y/L$	$w= dY/dL$
2017	1522480	2035,23	18913	748,06	-	80,50	-
2018	1698107	2270,01	20183	748,06	748,06	84,14	138,29
2019	2018196	2697,9	20576	748,06	748,06	98,08	814,48
2020	2477653	3312,1	20049	748,06	748,06	123,58	-871,83

Джерело: розраховано авторами

Граничний аналіз факторів росту чистого доходу показав, що фондовіддача (продуктивність капіталу) ДП «МТП Південний» не змінюється за розглянутий період та дорівнює граничній продуктивності основних виробничих фондів 748,06, тоді як середня та гранична продуктивність праці коливаються та набувають різні значення по роках (табл. 6). Це також свідчить про те, що розвиток ДП «МТП Південний» має риси науково-технічного прогресу за Харродом.

З рівноважним технічним прогресом сумісний нейтральний за Харродом технічний прогрес.

Висновки. У статті розглянута модель економічного зростання Солоу як інструмент для обґрунтування умов сталого рівноважного зростання підприємства. Описані види нормального технологічного прогресу та «золоте правило» стаціонарного розвитку підприємства.

На підставі звітної інформації за 2017–2020 роки компанії ДП «МТП Південний» розрахована функція Кобба-Дугласа для доходу від реалізації залежно від виробничих фондів, чисельності працюючих та темпу приросту нейтрального технічного прогресу. Виконаний аналіз впливу на темп приросту доходів різних факторів та норми капітальних вкладень рівноважного розвитку.

Виробнича функція для продуктивності ефективної праці побудована також на підставі звітної інформації за 2017–2020 роки компанії ДП «МТП Південний». Виконаний аналіз темпів приросту продуктивності праці за факторами виробництва – вартістю основних виробничих фондів, чисельністю працюючих та темпом приросту інтенсивних факторів. Доведено, що у звітному періоді компанії темпи приросту доходу, які дорівнюють темпам приросту виробничих фондів, свідчать про наявність рівноважного розвитку підприємства. З'ясоване співвідношення між середньою та граничною продуктивністю чисельності та капіталу. Середня продуктивність капіталу компанії за розглянутий період постійна та дорівнює граничній продуктивності, що свідчить про наявність нейтрального технічного прогресу за Харродом.

Розрахунки за «золотим правилом» розподілу випуску продукції потребують додаткової інформації для кореляційно-регресійного аналізу витратних показників виробництва та максимізації споживання на одиницю ефективної праці, що може бути предметом наступних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Салатюк Н.М. Актуальні аспекти переходу до моделі сталого розвитку в Україні. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/7c506a63-48ab-46f1-a155-042749de7879/content>
2. О.Б. Паньков. Моделі економічного зростання як база дослідження інвестиційної діяльності підприємства. *Ефективна економіка*. 2016. № 10. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5205>
3. Білак Г.Г. Методичні підходи до формування моделі організації територіального економічного розвитку в регіоні. *Вісник Мукачівського державного університету. Серія «Економіка»*. 2014. Випуск 1(1). С. 40–50. URL: <http://dspace-s.msu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/2779/1/1-4-1-2014-10.pdf>
4. Шумська С.С. Виробнича функція в економічному аналізі: теорія та практика використання. *Економіка та прогнозування*. 2007. № 2. С. 138–154. URL: http://eip.org.ua/docs/EP_07_2_138_uk.pdf
5. Solow R. A contribution to the theory of economic growth. *Quart J. Econ.* 1956. Vol. 70. P. 65–94. URL: <http://piketty.pse.ens.fr/files/Solow1956.pdf>
6. Овчаренко О.В. Дубницький В.І. Економічне зростання як визначальний чинник економічної безпеки регіону: застосування моделі Солоу. *Східна Європа : економіка, бізнес та управління*. 2019. Випуск

- № 3 (20). С. 403–410. URL: https://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/20_2019/61.pdf
7. Економіко-математичні моделі економічного зростання / О.О. Бакаєв, В.І. Гриценко, Л.І. Бажан, Л.О. Бакаєв, К.А. Бобер. Київ : Наукова думка, 2005. 190 с.
 8. Математичне моделювання для економістів : бакалавр – магістр – доктор філософії (PhD) : навчальний посібник / за редакцією Ю.Г. Козак, В.М. Мацкул. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 252 с.
 9. 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/
 10. Модель Солоу – Свона. *Вікіпедія*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%83
 11. Фінансові результати ДП «МТП Південний». URL: <https://www.port-yuzhny.com.ua/finansivie-rezultaty>

REFERENCES

1. Salatyuk N.M. Current aspects of the transition to a model of sustainable development in Ukraine. [Aktual'ni aspekty perekhodu do modeli staloho rozvytku v Ukrayini]. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/7c506a63-48ab-46f1-a155-042749de7879/content> [in Ukrainian].
2. O.B. Pankov. (2016) Models of economic growth as a basis for the study of investment activity of the enterprise. [Modeli ekonomichnoho zrostannya yak baza doslidzhennya investytsiynoyi diyal'nosti pidpryyemstva]. Efficient economy. No. 10. [in Ukrainian]. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5205>
3. Bilak H.G. (2014). Regional socio-economic studies. [Rehional'ni sotsial'no-ekonomichni doslidzhennya]. Bulletin of Mukachevo State University, P.40-50 Economy Series. Issue 1(1). 40-50 Seriya Ekonomika. Vypusk 1(1). URL: <http://dspace-s.msu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/2779/1/1-4-1-2014-10.pdf> [in Ukrainian].
4. Shumska S.S. (2007) Production function in economic analysis: theory and practice of use. [Vyrobnycha funktsiya v ekonomichnomu analizi: teoriya ta praktyka vykorystannya]. Economics and forecasting. № 2. 138–154. [in Ukrainian]. URL: http://eip.org.ua/docs/EP_07_2_138_uk.pdf
5. Solow R. (1956). A contribution to the theory of economic growth / R. Solow // Quart J. Econ. Vol. 70. P. 65–94. URL: <http://piketty.pse.ens.fr/files/Solow1956.pdf>
6. Ovcharenko O.V. Dubnytskyi V.I. Economic growth as a determining factor of economic security of the region: application of the Solow model. [Ekonomichne zrostannya yak vyznachal'nyy chynnyk ekonomichnoyi bezpeky rehionu: zastosuvannya modeli Solou]. Eastern Europe: economy, business and management. DEVELOPMENT OF PRODUCTIVE FORCES AND REGIONAL ECONOMY Issue 3 (20) 2019.405-410.

- URL: https://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/20_2019/61.pdf [in Ukrainian].
7. O.O. Bakaev, V.I. Hrytsenko, L.I. Bazhan, L.O. Bakaev, K.A. Bober. (2005). Economic and mathematical models of economic growth. [Ekonomiko-matematychni modeli ekonomichnoho zrostannya] Kyiv, Scientific opinion,190. [in Ukrainian].
 8. Mathematical modeling for economists: bachelor's degree – master's degree – doctor of philosophy (PhD) (2017) [Matematychni modelyuvannya dlya ekonomistiv : bakalavr – mahistr – doktor filosofiyi (PhD)] Teaching manual/ Edited by Y.G. Kozak, V.M. Matskul. K.: Center for Educational Literature, 252 . [in Ukrainian].
 9. Vitlinsky V.V.(2003) Modeling of the economy: teaching. manual [Modelyuvannya ekonomiky] / Vitlinsky V.V. K.: KNEU. 408p.: navch. posibnyk. K.: KNEU. 408. https://kneu.edu.ua/ua/science_kneu/scientific_schools/mtrve/mtrve_praci/mtrve_prazi/modeconnpos/[in Ukrainian].
 10. The Solow-Swan model. [Model' Solou—Svona]. Vikipediya. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%B%D1%8C_%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%83
 11. Financial results of SE "MTP Pivdenny".[Finansovi rezul'taty DP «MTP Pivdenny».] URL: <https://www.port-yuzhny.com.ua/finansivie-rezultaty>