УДК 330.356.7:519.865

Економіко-математичні властивості виробничої функції Леонтьєва і лінійної функції

Янковий В.О.
кандидат економічних наук,
доцент кафедри економіки і планування бізнесу
Одеського національного економічного університету

У статті обговорюються теоретичні і прикладні аспекти використання виробничої функції Леонтьєва та лінійної функції в процесі моделювання випуску продукції залежно від двох важливіших чинників: розміру основних фондів і витрат на оплату праці на підприємствах харчової промисловості. Розглядається проблема оптимізації фондоозброєності в рамках зазначених функцій.

Ключові слова: виробнича функція, еластичність заміщення ресурсів, оцінка параметрів, оптимальна фондоозброєність.

Янковой В.А. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ ЛЕОНТЬЕВА И ЛИНЕЙНОЙ ФУНКЦИИ

В статье обсуждаются теоретические и прикладные аспекты использования производственной функции Леонтьева и линейной функции в процессе моделирования выпуска продукции в зависимости от двух важнейших факторов: размера основных фондов и расходов на оплату труда на предприятиях пищевой промышленности. Рассматривается проблема оптимизации фондовооруженности в рамках указанных функций.

Ключевые слова: производственная функция, эластичность замещения ресурсов, оценка параметров, оптимальная фондовооруженность.

Iankovyi V.O. ECONOMIC AND MATHEMATICAL PROPERTIES OF THE LEONTIEV PRODUCTION FUNCTION AND LINEAR FUNCTION

Theoretical and application aspects of the Leontief production function and linear function in the simulation of output based on two the most important factors (size of assets and labor costs) in the food industry are discussed. The problem of optimization of the capital-labor ratio within the specified functions is considered.

Keywords: production function, elasticity of substitution of resources, estimation of parameters, optimal capital-labor ratio.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Серед виробничих функцій (ВФ), що застосовуються під час моделювання показників господарської діяльності на всіх рівнях управління, найбільш агрегованими є двофакторні моделі, що описують залежність обсягу випущеної продукції Y від середньої річної вартості основних виробничих фондів (К) і витрат на оплату праці (L). При цьому можна вказати принаймні чотири двофакторні ВФ, які найбільш популярні в економічних дослідженнях і взаємопов'язані між собою: функція з постійною еластичністю заміщення, або *CES*-функція (від англ. абревіатури *Constant Elasticity of Substitution*), функції Кобба-Дугласа, лінійна і Леонтьєва.

CES-функція представляється в такий спосіб:

$$Y = A_0[A_1K^{-p} + (1 - A_1)L^{-p}]^{-\frac{\gamma}{p}}, \qquad (1)$$

де A_0 – коефіцієнт шкали ($0 < A_0$); A_1 – ваговий коефіцієнт виробничого фактора ($0 < A_1 < 1$); p – параметр заміщення ($-1 < p$); γ – показник ступеня однорідності ($0 < \gamma$).

ВФ (1) була розроблена К. Ерроу, Г. Чінері, Б. Мінхасом і Р. Солоу в 1961 р. [1]. У своїй статті автори *CES*-функції звернулися до аналізу еластичності функцій, які використовувалися в той час. Наявні тоді ВФ припускали, що еластичність заміщення факторів σ приймає фіксоване числове значення: для функції Кобба-Дугласа – σ = 1, для функції Леонтьєва – σ = 0, для лінійної функції – σ = ∞. Вони відзначили, що такого роду обмеження є занадто жорсткими, що часто не відповідають реальній економічній дійсності.

Зазначений аргумент з'явився вирішальним мотивом для узагальнення трьох указаних функцій у формі ВФ (1), в якій еластичність заміщення також постійна, але може приймати будь-які значення згідно з такою формулою:

$$\sigma = 1/(1 + \rho). \quad (2)$$

Однак методологічні аспекти вибору адекватної моделі, яка описує вплив факторів K, L на результати виробництва Y виходячи з властивостей зазначених ВФ, розроблено недостатньо. Зокрема, не існує обґрунтованих рекомендацій, коли як інструмент моделювання слід застосовувати ВФ Леонтьєва, а коли – лінійну функцію, як вирішити на їх основі проблему оптимізації фондоозброєності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед авторів, які займалися останнім часом дослідженням використання ВФ, узагальнених *CES*-функцією, необхідно відзначити роботи А.В. Артемової [2], Д.Н. Боровського [3], М.В. Казакової [4], В.М. Подладчикова [5], С.С. Шумської [6] та ін. Деякі аспекти проблеми, що розглядається, зустрічаються в публікаціях з мікроекономіки [7; 8]. Однак системний підхід до її вирішення в сучасній економічній літературі відсутній.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Досі не проведено комплексного порівняльного аналізу переваг і недоліків сімейства ВФ, узагальнених CES-функцією, не виділено їх важливіші економіко-математичні властивості.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті – ознайомити широке коло економістів з можливостями математико-статистичного моделювання наявних об'єктивних зв'язків між основними виробничими факторами і випуском продукції на базі ВФ Леонтьєва і лінійної функції, проілюструвати їх на конкретному прикладі вітчизняних підприємств харчової промисловості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Обговорення економіко-математичних властивостей взаємопов'язаних ВФ, які визначають їх практичне застосування в економічних дослідженнях, почнемо з функції Леонтьєва. Якщо у формулі (2) $\rho \to \infty$, то $\sigma \to 0$ і *CES*-функція прямує до функції Леонтьєва:

$$Y = \min\left(\frac{K}{c_1};\frac{L}{c_2}\right), \quad (3)$$

де c_1, c_2 – нормативні витрати відповідного фактора на одиницю продукції (у даному разі – нормативні фондомісткість і трудомісткість продукції).

ВФ (3) виражає одну із заданих пропорцій, якими для виробництва продукції обсягу *Y* визначається кількість витрат кожного фактора. Для функції Леонтьєва еластичність виробництва *e* = 1, тобто під час її використання має місце постійна віддача від розширення масштабу виробництва (ВФ (3) є лінійно однорідною) [5; 7].

Розглянемо ізокванти ВФ (3), тобто геометричні місця точок *K*, *L*, для яких виконується умова *Y* = *const*. Очевидно, для оптимального (у сенсі мінімальних витрат) випуску продукції обсягу Y1, необхідно взяти такі кількості виробничих факторів K1, L1, щоб виконувалася рівність

$$\frac{K_1}{c_1} = \frac{L_1}{c_2} = Y_1. \quad (4)$$

Дійсно, якщо взяти, наприклад, $K_2 > K_1$, то отримаємо:

$$\min\left(\frac{K_2}{c_1};\frac{L_1}{c_2}\right) = Y_1. \quad (5)$$

Ясно, що в даному разі виробництво буде неоптимальним унаслідок надмірних витрат основних фондів K. Співвідношення (5) буде виконуватися для будь-якого $K_i > K_1$ за L_1= const. Аналогічно отримаємо

$$\min\left(\frac{K_1}{c_1};\frac{L_2}{c_2}\right) = Y_1 . \quad (6)$$

за $L_2 > L_1$, $K_1 = const$. Таке виробництво теж буде неоптимальним унаслідок надмірних витрат робочої сили *L*. Співвідношення (6) буде виконуватися для будь-якого $L_j > L_1$ за K_1= *const.*

Таким чином, оптимальними будуть величини витрат факторів *K*, *L*, які задовольняють рівність (4). Тоді, очевидно, ізоквантою буде лінія, що складається з двох взаємно перпендикулярних променів $K = K_1$ і $L = L_1$, які виходять із точки $E(K_1, L_1)$. Даний висновок випливає з міркувань, що зроблені відносно виконання співвідношень (5), (6) (рис. 1).

Із рівності (4) також випливає, що всі оптимальні точки (*K*, *L*) для різних випусків продук-

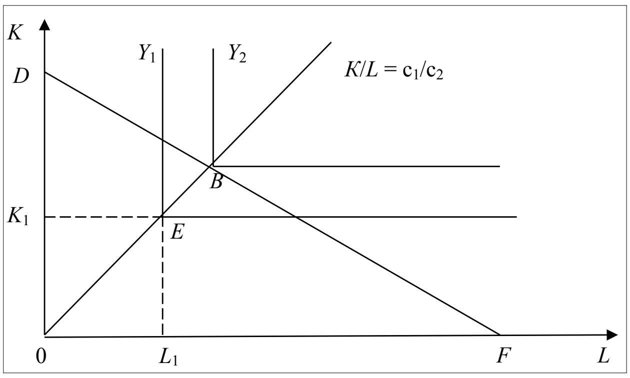

Рис. 1. Графіки ізоквант та ізокост ВФ Леонтьєва (ізокванти задовольняють нерівність $Y_2 > Y_1$, а ізокості DBF відповідають сукупні витрати $C_2 = K_2 + L_2$)

Джерело: побудовано автором

ції *Y* будуть лежати на промені $K/L = c_1/c_2$, який проходить через початок координат і точку (c_1, c_2) (рис. 1).

Завдання виробника полягає у виборі такого поєднання факторів, яке забезпечить максимізацію випуску продукції із заданими загальними витратами капіталу або мінімізацію витрат виробництва на певний обсяг випуску продукції. Цю проблему можна розглядати як пряму й обернену задачі оптимізації фондоозброєності *K/L*. Із мікроекономіки відомо, що для заданого рівня загальних витрат $C_2 = K_2 + L_2$ (для необхідного обсягу випуску продукції Y_2) максимальний випуск (мінімальні витрати виробництва) досягається в точці *B* дотику ізокости *DBF* і відповідної ізокванти на карті ізокост та ізоквант цієї ВФ. У рамках функції Леонтьєва дана точка є також точкою перетину ізокости *DBF* із променем оптимальної фондоозброєності $K/L = c_1/c_2$ (рис. 1).

Тоді розв'язання поставленої задачі оптимізації фондоозброєності зводиться до пошуку рішень такої системи рівнянь [9; 10]:

$$\begin{cases} \dfrac{K_2}{L_2} = \dfrac{c_1}{c_2} \\ C_2 = K_2 + L_2 \end{cases}. \qquad (7)$$

Її рішенням є такі співвідношення:

$$K_2 = C_2 \frac{c_1}{c_1 + c_2}; \quad L_2 = C_2 \frac{c_2}{c_1 + c_2}. \qquad (8)$$

На рис. 1 координати точки *B* відповідають вираженням (8). У цій точці, згідно з формулою (3), максимальний випуск продукції за заданих загальних витрат *C* дорівнює $Y_{max} = C/(c_1 + c_1)$. І навпаки, якщо заданий певний обсяг продукції *Y*, котрий потрібно виробити, то загальні мінімальні витрати капіталу становлять $C_{min} = Y(c_1 + c_1)$.

Знайдемо для ВФ Леонтьєва граничні продукти MP (від англ. *Marginal Product*) кожного фактора в умовах оптимальної фондоозброєності:

$$MP_K = \min\left(\frac{K+1}{c_1}; \frac{L}{c_2}\right) - \min\left(\frac{K}{c_1}; \frac{L}{c_2}\right) = \frac{L}{c_2} - \frac{L}{c_2} = 0;$$

$$MP_L = \min\left(\frac{K}{c_1}; \frac{L+1}{c_2}\right) - \min\left(\frac{K}{c_1}; \frac{L}{c_2}\right) = \frac{K}{c_1} - \frac{K}{c_1} = 0. \qquad (9)$$

Це означає, що в умовах оптимальної фондоозброєності граничні продукти кожного фактора співпадають ($MP_K = MP_L = 0$), а гранична норма заміщення ресурсів *MRS* (від англ. *Marginal Ratio of Substitution*) для ВФ (3) у даному разі представляє собою невизначеність типу 0/0.

Певний теоретичний інтерес представляє дослідження характеру залежності продуктивності праці *Y/L* від рівня фондоозброєності *K/L* у рамках функції Леонтьєва. Розділивши обидві частини формули (3) на *L*, отримаємо:

$$Y/L = \min\left(\frac{K}{L} \times \frac{1}{c_1}; \frac{1}{c_2}\right) = \min\left(\frac{K}{L} \times d_1; d_2\right), \qquad (10)$$

де $d_1 = 1/c_1$ – нормативна фондовіддача, $d_2 = 1/c_2$ – нормативна продуктивність праці.

Аналіз виразу (10) показує, що за малих значень фондоозброєності, коли $(K/L) \times d_1 < d_2$, її ріст супроводжується підвищенням продуктивності праці *Y/L.* Але таке явище спостерігається лише до точки $d_2/d_1 = (K_0/L_0)$, яка представляє собою нормативну фондоозброєність. Подальше зростання *K/L* не впливає на величину *Y/L*, яка зафіксована на рівні нормативної продуктивності праці $d_2 = Y_0/L_0$. Однак слід мати на увазі, що після перегляду нормативної трудомісткості і встановлення підвищеної нормативної продуктивності праці Y_2/L_2 знову буде спостерігатися певний ріст *Y/L* залежно від підвищення рівня фондоозброєності *K/L* і т. д. (рис. 2).

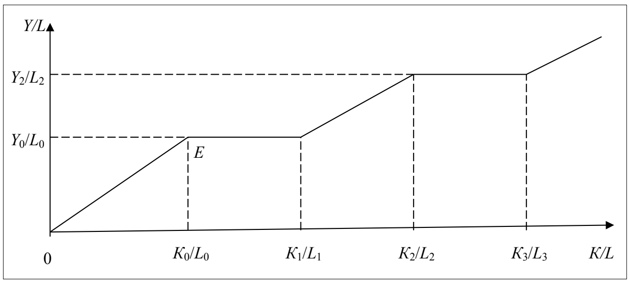

Рис. 2. Графік залежності продуктивності праці від фондоозброєності для функції Леонтьєва

Джерело: побудовано автором

Отже, у рамках ВФ (3) за $K/L \to \infty$ продуктивність праці прямує в нескінченність. Однак це зростання певною мірою залежить від нормування витрат капіталу і праці. Зокрема, за відсутності такого нормування *Y/L* обмежена зверху зафіксованим нормативом трудомісткості (продуктивності праці).

У табл. 1 наведено найважливіші економіко-математичні параметри ВФ (3).

Таким чином, унаслідок нульового заміщення факторів (σ = 0) функція Леонтьєва для виробництва певного обсягу продукції *Y* має встановлені коефіцієнти технології у вигляді заданого рівня фондоозброєності $K/L = c_1/c_2$. Класичним прикладом подібної технології є копання рову, для якого необхідний один робочий і одна лопата. Щоб приско-

Таблиця 1

Основні характеристики функції Леонтьєва

Показник	K	L
1. Середня віддача	$\frac{Y}{K}=\min\left(\frac{1}{c_1};\frac{L}{Kc_2}\right)$	$\frac{Y}{L}=\min\left(\frac{K}{Lc_1};\frac{1}{c_2}\right)$
2. Гранична віддача	$\frac{\partial Y}{\partial K}=0$	$\frac{\partial Y}{\partial L}=0$
3. Еластичність випуску продукції, %	$E_K=0$	$E_L=0$
4. Потреба у виробничих факторах	$K = Yc_1$	$L = Yc_2$
5. Заміщення факторів (фондоозброєність)	$K/L = c_1/c_2$	
6. Гранична норма заміщення факторів не визначена	$MRS = 0/0$	
7. Фондоозброєність, що забезпечує максимум випуску продукції Y	$K/L = c_1/c_2$	

Джерело: розроблено автором

рити копання, треба пропорційно збільшити і кількість робочих, і кількість лопат, оскільки *K/L = const*, або перейти до нової технології, заснованої на механізації ручної праці. Збільшення лише одного фактора, наприклад кількості лопат, не підвищить результати роботи за даної технології.

Очевидно, що вказана економіко-математична властивість функції Леонтьєва визначає сферу її практичного використання: вона може успішно застосовуватися для моделювання строго детермінованих технологій, які не допускають відхилення від встановлених нормативів питомих витрат капіталу і праці c_1, c_2. Як правило, ПФ (3) використовується для опису дрібномасштабних або повністю автоматизованих виробничих процесів. Що ж стосується рівня підприємства, галузі, регіону і всього народного господарства країни, то тут функція Леонтьєва фактично не застосовується.

Наприклад, на підприємстві проектується технологічна лінія зі строго детермінованими витратами виробничого устаткування і робочої сили (c_1 = 20 грн./грн., c_2 = 5 грн./грн.). Необхідно визначити фондоозброєність на майбутньому об'єкті, максимальний випуск продукції за умови загального інвестування в нього *C* = 20 000 грн., а також пропорції, в яких треба розподілити капіталовкладення на витрати в основні фонди і працю.

Запишемо для даної задачі функцію Леонтьєва в явному вигляді:

$$Y=\min\left(\frac{K}{20};\frac{L}{5}\right).$$

Оскільки оптимальні точки (*K, L*) для різних випусків продукції *Y* лежать на промені K/L = c_1/c_2, то в даному разі фондоозброєність на технологічній лінії становитиме *K/L* = 20/5 = 4 грн./грн. Максимальний випуск продукції, який підприємства зможе отримати, визначається за формулою (9):

$$Y_{\max}=\frac{C}{c_1+c_2}=\frac{20000}{20+5}=800 \quad грн.$$

Пропорції, в яких треба розподілити капіталовкладення на витрати устаткування і робочої сили, знаходяться за формулами (8):

$$K=20000\frac{20}{20+5}=16000 \quad грн.; \quad L=20000\frac{5}{20+5}=4000 \quad грн.$$

Таким чином, використання математичного апарату ВФ (3) дає змогу на практиці розрахувати важливі економічні параметри виробничих процесів, що вирізняються строго детермінованими технологіями зі сталими нормативами витрат основних фондів і праці.

Якщо у формулі (2) р → -1, то σ → ∞ і *CES*-функція прямує до лінійної функції:

$$Y - A_2 = A_3K + A_4L, \tag{11}$$

де A_2 – вільний член; A_3, A_4 – граничні продукти факторів ($0 \le A_3$, $0 \le A_4$).

ВФ (11) виражає лінійну залежність випуску продукції обсягу *Y* від витрат виробничих факторів. Для лінійної функції *e* = 1, тобто має місце постійна віддача від розширення масштабу виробництва (ВФ (11) є лінійно однорідною функцією) [5; 7].

Ізоквантами для лінійної моделі є паралельні прямі AB, CD, які відповідають фіксованим випускам продукції Y_1, Y_2, і обмежені осями координат унаслідок можливості *K* = 0, *L* = 0 в умовах нескінченної еластичності заміщення факторів (рис. 3).

Запишемо умову максимізації випуску продукції за заданих загальних витрат капіталу [9; 10]:

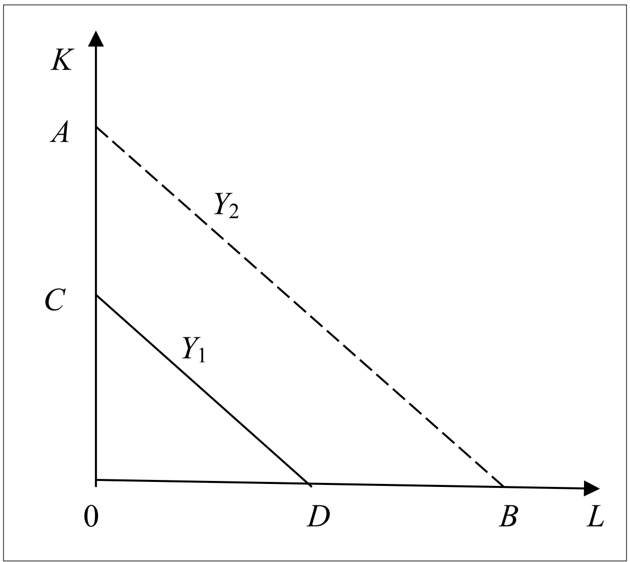

Рис. 3. Графік ізоквант та ізокост для лінійної ВФ (ізокости AB відповідають сукупні витрати C = K + L, а ізокванти задовольняють нерівність $Y_2 > Y_1$)

Джерело: побудовано автором

$$\begin{cases} Y - A_2 = A_3K + A_4L \to \max \\ C = K + L \end{cases} \quad (12)$$

Із системи (12) випливає

$$Y = A_2 + A_3K + A_4(C - K) \to \max. \quad (13)$$

Знайдемо першу частинну похідну виразу (13) по K і прирівняємо її до нуля:

$$Y' = A_3 - A_4 = 0. \quad (14)$$

Вираження (14) показує, що максимум випуску продукції для лінійної ВФ не залежить від обраних значень *K, L*, але повинна виконуватися умова $A_3 = A_4$, тому система (12) приймає кінцевий вигляд

$$\begin{cases} (Y - A_2)/A_3 = K + L \\ C = K + L \end{cases}, \quad (15)$$

де перше рівняння визначає сімейство ізоквант, а друге – множину ізокост. Очевидно, що у цьому разі $(Y - A_2)/A_3 = C$.

Рівняння системи (15) показують, що для лінійної ВФ в умовах максимізації випуску продукції за заданих загальних витрат капіталу нахил усіх ізоквант дорівнює нахилу всіх ізокост, які представляють собою паралельні прямі (рис. 3).

Ізокванта $(Y - A_2)/A_3 = K + L$ позначена через *AB* і співпадає з ізокостою $C = K + L$ (виділена штрихом). Тобто будь-яка точка на прямій *AB* буде задовольняти умови (12) і поставлена задача має нескінченну множину рішень. При цьому максимум продукції виробника за заданих загальних витрат *C* дорівнює $Y_{\max} = A_3C + A_2$, а мінімум загальних витрат за заданого випуску продукції *Y* становить $C_{\min} = (Y - A_2)/A_3$.

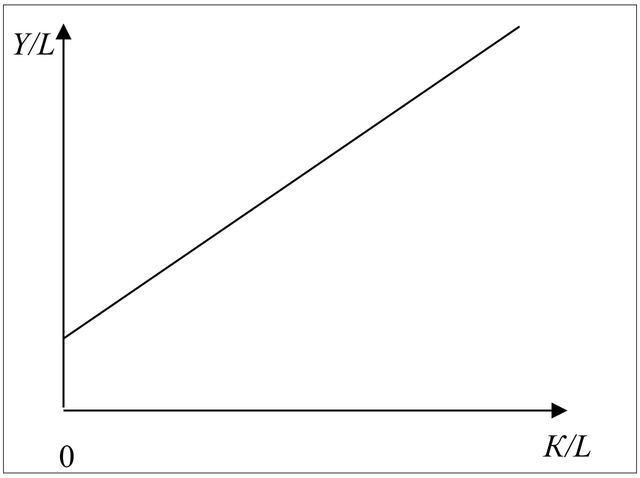

Рис. 4. Графік залежності продуктивності праці від фондоозброєності для лінійної функції

Джерело: побудовано автором

Розділивши обидві частини вираження (11) на *L*, можна проаналізувати характер залежності продуктивності праці *Y/L* від фондоозброєності *K/L* у рамках лінійної функції:

$$Y/L - A_2/L = A_3K/L + A_4. \quad (16)$$

Очевидно, що в разі $K/L \to \infty$ за будь-яких допустимих значень коефіцієнтів ВФ (11) продуктивність праці також прагне в нескінченність (рис. 4).

У доступній для огляду перспективі це досить спірне економічне твердження, оскільки реально продуктивність праці завжди обмежена.

Оскільки, за визначенням, A_3, A_4 – граничні продукти факторів *K*, *L*, то гранична норма їх заміщення дорівнює відношенню $MRS = A_3/A_4$.

Оцінка невідомих коефіцієнтів лінійної функції не викликає труднощів: вона здійснюється за методом найменших квадратів на основі стандартних програм кореляційно-регресійного аналізу, наприклад у редакторі *Excel*.

У табл. 2 наведено найважливіші економіко-математичні параметри ВФ (11).

Динамізований аналог ВФ (11), що застосовується під час моделювання часової варіації змінних, наприклад за даними статистичної звітності одного підприємства за низку років, має вигляд:

$$Y - A_2 = \lambda t + A_3K + A_4L. \quad (17)$$

У модель (17) уведений додатковий фактор – так званий нейтральний науково-технич-

Таблиця 2

Основні характеристики лінійної функції

Показник	K	L
1. Середня віддача	$\frac{Y-A_2}{K}=\frac{A_4L}{K}+A_3$	$\frac{Y-A_2}{L}=\frac{A_3K}{L}+A_4$
2. Гранична віддача	$\frac{\partial Y}{\partial K}=A_3$	$\frac{\partial Y}{\partial L}=A_4$
3. Еластичність випуску продукції, %	$E_K=A_3:(\frac{A_4L}{K}+A_3)$	$E_L=A_4:(\frac{A_3K}{L}+A_4)$
4. Потреба у виробничих факторах	$K=\frac{Y-A_2-A_4L}{A_3}$	$L=\frac{Y-A_2-A_3K}{A_4}$
5. Заміщення факторів (фондоозброєність)	$\frac{K}{L}=\frac{A_4(Y-A_2-A_4L)}{A_3(Y-A_2-A_3K)}$	
6. Гранична норма заміщення факторів	$MRS=\frac{A_3}{A_4}$	
7. Фондоозброєність, що забезпечує максимум випуску продукції *Y*	будь-яка точка прямої $Y - A_2 = A_3(K + L)$	

Джерело: розроблено автором

ний прогрес із невідомим середнім абсолютним приростом *λ*, який відображає вплив на *Y* усіх чинників, окрім *K* і *L* (*t* – час, що приймає значення 1, 2, …, *N*).

Унаслідок нескінченної еластичності заміщення (σ = ∞) основна властивість ВФ (11), (17) полягає у тому, що будь-який випуск продукції *Y* забезпечується навіть за нульових витрат одного із факторів, тому лінійну функцію доцільно використовувати під час моделювання виробництва, коли один із факторів не впливає на його результати, наприклад знаходиться в надлишку.

Проілюструємо вказані теоретичні положення на прикладі даних статистичної звітності Миколаївського комбінату хлібопродуктів за 2007–2015 рр. [11]. У результаті застосування до вихідної інформації стандартної програми «Регресія» редактора Excel отримане таке рівняння:

$$Y - 31850{,}6679 = - 10434{,}5751t + 12{,}1016L, \quad (18)$$

де *Y* – чистий дохід підприємства, тис. грн.

Модель (18) є статистично надійною (розрахункове значення F-критерію Фішера становить 31,98; значущість F дорівнює 0,0006); коефіцієнт детермінації R2 = 0,914 свідчить про те, що більш ніж 91% варіації Y пояснюється лінійною функцією.

Звернемо увагу на той факт, що у ВФ (18) відсутній фактор K – основні фонди: він був виключений із рівняння в процесі моделювання як статистично незначущій. Це свідчить про те, що на Миколаївському комбінаті хлібопродуктів даний виробничий чинник практично не впливає на чистий дохід підприємства, тобто знаходиться у надлишку.

Проаналізуємо з економічних позицій математико-статистичні параметри отриманої адекватної моделі (18). Коефіцієнт A4 лінійної функції показує, що за період за 2007–2015 рр. зростання оплати праці на 1 тис. грн. забезпечувало середній щорічний ріст чистого доходу підприємства на 12,1 тис. грн. При цьому всі інші фактори, крім L (включаючи основні фонди K), негативно впливали на зміну Y: середнє річне зниження чистого доходу Миколаївського комбінату хлібопродуктів становило за досліджуваний період 10 434,6 тис. грн. (коефіцієнт λ за часу t).

Висновки з цього дослідження. Застосування математичного апарату функції Леонтьєва дає на підприємстві змогу розрахувати важливі економічні параметри виробничих процесів, що характеризуються строго детермінованими технологіями з постійними нормативами витрат основних фондів і праці.

Результати моделювання чистого доходу Миколаївського комбінату хлібопродуктів у вигляді лінійної ВФ (18) показали надлишковість основних засобів на підприємстві. Це вказує на те, що фактична фондоозброєність суттєво перевищувала оптимальну. Досліджуваному підприємству на основі ретельного вивчення сучасної кон'юнктури ринку борошномельної продукції слід запровадити один із таких заходів:

1) скоротити основні виробничі фонди шляхом ліквідації застарілого і незадіяного устаткування;

2) підвищити фонд оплати праці за рахунок залучення додаткових працівників, посилення їх матеріального стимулювання тощо.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Arrow K.J., Chenerry H.B., Minhas B.S., Solow R.M. (1961). Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency // The Review of Economics and Statistics. – Vol. 43. – № 3. – P. 225–250.

2. Артемова А.В. Методика оценивания затрат при производстве продукции / А.В. Артемова, М.А. Грищенко, Д.В. Лисняк [Электронный ресурс]. – Режим доступа : file:///C:/Users/qwerty/Downloads/piprp_2014_1_3%20(4).pdf.

3. Боровской Д.Н. Производственные функции и проблема выбора экономико-математической модели активного элемента / Д.Н. Боровской // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – № 1(28). – С. 172–177.

4. Казакова М.В. Анализ свойств производственных функций, используемых при декомпозиции экономического роста / М.В. Казакова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/rnp/wpaper/31.pdf.

5. Подладчиков В.Н. Микроэкономика. Производственные функции / В.Н. Подладчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://i.kpi.ua/podladchikov/-menu=micro-firm-2-.htm.

6. Шумська С.С. Виробнича функція в економічному аналізі: теорія і практика використання / С.С. Шумська // Економіка прогнозування. – 2007. – № 2. – С. 138–153.

7. Определение производственной функции и её свойства. Маргинальные продукты [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://ouek.onu.edu.ua/uploads/courses/matheconomics.pdf.

8. Теорія виробництва і граничного продукту. Виробнича функція та її властивості [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.lnu.edu.ua/faculty/pravo/ekt/t17.doc.

9. Янковий В.О. До проблеми оптимального поєднання факторів у рамках виробничої функції / В.О. Янковий // Науковий вісник Чернівецького університету. Економіка. – 2016. – Вип. 777–778. – С. 12–19.

10. Янковий В.О. Особливості визначення оптимальної фондоозброєності на базі лінійної виробничої функції і функції Леонтьєва / В.О. Янковий // Вісник Хмельницького національного університету. – 2016. – № 4. – Т. 2. – С. 281–285.

11. Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.smida.gov.ua.