

# МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В СУСПІЛЬНИХ І ГУМАНІТАРНИХ НАУКАХ



DOI:

УДК 330.4:664

**П.І. Коренюк**, д.е.н., професор, korenyukp@gmail.com

**Г.І. Карімов**, к.е.н., доцент, gkarimov@ukr.net

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

## ПРОГНОЗУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПОТРЕБИ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Отримано аналітичну залежність діяльності харчової промисловості від основних факторів на основі виробничої функції Кобба-Дугласа. Виконано прогноз потреби випуску продукції в залежності від сценарію зміни чисельності населення для підтримки існуючого рівня забезпеченості продукцією харчової промисловості. Розраховано обсяг додаткових капітальних інвестицій, необхідний для забезпечення досягнення прогнозних значень обсягу випуску продукції харчової галузі.*

**Ключові слова:** харчова промисловість, виробнича функція, прогноз, випуск продукції, капітальні інвестиції.

*Obtained analytical dependence of activity food industry from main factors based on production function Cobb-Douglas. Realized forecast of needing to issuing products', depending on the scenario of change of population, to maintain the existing level ensure of the products' food industry. Calculation volume of the additional capital investment, necessary for to ensuring achievement of the predictive values of volume issuing products' of food industry.*

**Keywords:** food industry, production function, forecast, issuing products', capital investment.

### Постановка проблеми

В сучасних умовах перебудови промислових галузей економіки України та її регіонів, значно посилюється орієнтація їх діяльності на всебічне і повне задоволення потреб населення в товарах народного споживання, в першу чергу в недорогих і високоякісних харчових продуктах. Тому, пріоритетною стає проблема ефективного функціонування і подальшого розвитку харчової промисловості, її галузей та виробництв [1]. В свою чергу, основними формами регулювання соціально-економічного розвитку галузі є прогнозування та програмування, що базується на використанні економетричних моделей.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Даному питанню присвячено праці багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених, які досліджували проблеми розвитку харчової галузі (зокрема О.М. Алімова, Л.В. Дейнеко, У. Ізарда, В.В. Кістанова, А.С. Лисецького, Н.В. Ревуцької, П.Т. Саблук, О.Н. Паламарчука, О.М. Онищенко, Я.Г. Фейгина, П. Хейне та інших.) та використання економетричних моделей в економічних дослідженнях (зокрема М. Еддоуса, В.Р. Кігель, Н.І. Костіної, І.В. Крючкової, Т.С. Максимової, О.М. Марюти, М.Т. Пашути, І.С. Светунькова, Д.В. Соколова, Р. Стенсфилда, Х.А. Таха, В.П. Чернова та інших). Але, незважаючи на достатньо повний опис проблеми, деякі питання побудови адекватної моделі та її використання для прогнозування в певних умовах, є актуальними та потребують подальших досліджень.

### Формулювання мети дослідження

Зазвичай, більшість задач, пов'язаних з прогнозуванням в економіці та управлінні вирішуються за допомогою методів математичної статистики і пов'язані з обробкою масивів числових даних за певною методикою. Під прогнозуванням розуміють науково обгрунтоване передбачення ймовірних шляхів розвитку явищ та процесів для більш-менш віддаленого майбутнього. Прогнозування базується на збереженні загальних тенденцій розвитку явищ у часі, тому на практиці процес прогнозування зводиться до визначення на підставі даних минулих періодів аналітичних залежностей параметру, що досліджується, від факторів впливу та екстраполяції цих залежностей у майбутньому. Прогнозне значення показника, отримують шляхом підстановки потрібного значення фактору в отримане рівняння регресії. Таким чином, прогнозне значення є точковою оцінкою середнього значення показника при певному рівні факторів [2].

У підсумку, мета дослідження полягає в побудові аналітичної залежності діяльності харчової промисловості на основі даних минулих періодів.

### Виклад основного матеріалу

В контексті європейської інтеграції процесів підвищується роль основних фондів галузі, які нарівні з робочою силою є основним фактором розвитку виробництва в цілому, і зокрема продовольчого. Основні засоби харчової галузі впевнено зістаріються морально і фізично, хоча в останні роки спостерігається деяке зростання темпів їх відновлення. Одним з факторів, що сприяє такій негативній тенденції є обмеженість капіталовкладень (капітальних) інвестицій, відсутність власних фінансових ресурсів, що обумовило зношеність основних засобів харчової і переробної промисловості більш ніж на тридцять п'ять відсотків. Це значно збільшує загрозу продовольчого дисбалансу, посилює ціновий диспаритет між виробництвом вітчизняних продуктів і продовольчої сировини та засобами виробництва [3].

Визначення прогнозованої потреби у капітальних інвестиціях в галузь за різноманітних варіантів розвитку можливе на основі побудови аналітичної залежності, що відбиває діяльність харчової промисловості країни, у вигляді виробничої функції.

Зокрема, виробнича функція Кобба-Дугласа, широко застосовувана для вирішення різноманітних теоретичних і прикладних завдань завдяки наступним якостям: вона добре економічно інтерпретується; має невелике число параметрів, що полегшує їхню статистичну оцінку; відповідні їм показники економічного росту, ефективності, інтенсифікації мають зручну аналітичну форму. Це економетричне співвідношення, відповідно до якого обсяг виробленого продукту залежить від основного капіталу (обсягу інвестицій) і зайнятих у виробництві трудових ресурсів і росте при збільшенні факторів виробництва. Ця функція має вигляд

$$Q = a \cdot L^{\alpha} \cdot K^{\beta}, \quad (1)$$

де  $Q$  — обсяг продукції, що випускається за певний період (річний випуск);  $a$  — масштабний коефіцієнт (постійний коефіцієнт);  $L$  — фактор праці, об'ємний показник величини трудових ресурсів;  $K$  — фактор капіталу (вартість основних засобів або обсяг вкладень капіталу у виробництво);  $\alpha, \beta$  — розрахункові параметри (коефіцієнти еластичності при факторах) [4].

Відповідні показники, що характеризують стан харчової промисловості України, наведені в табл. 1.

На підставі даних табл. 1, потрібно оцінити коефіцієнти виробничої функції (1)  $a$  та  $\alpha, \beta$ . Оцінка значень коефіцієнтів, зазвичай, провадиться за допомогою методу найменших квадратів, але для його застосування (мультиплікативну) модель вигляду (1) потрібно привести до лінійного вигляду. З урахуванням вигляду виробничої функції Кобба-Дугласа, для її лінеаризації виконаємо логарифмування обох частин рівняння [6]. Отримана функція має вигляд:

$$\ln(Q) = \ln(a) + \alpha \cdot \ln(L) + \beta \cdot \ln(K). \quad (2)$$

Таблиця 1. Показники, що характеризують стан харчової промисловості України

Рік	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Показники							
Виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів (млн. грн.)	187522,0	216454,0	245869,7	253439,0	302391,9	398023,2	462418,9
Середньооблікова кількість штатних працівників (тис. осіб)	391,8	378,0	373,0	362,0	323,0	290,0	282,0
Вартість основних засобів (млн. грн.)	76499,0	89361,2	93893,4	116776,0	125745,0	136201,0	144857,0

Складено на підставі даних [5].

Лінеаризовані показники, що характеризують стан харчової промисловості України, розраховані за даними табл. 1, наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Лінеаризовані показники

Показники № з/п	Виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів	$\ln Q$	Середньооблікова кількість штатних працівників	$\ln L$	Вартість основних засобів	$\ln K$
	$Q$ , млн. грн.		$L$ , тис. осіб		$K$ , млн. грн.	
1	187522,0	12,1417	391,8	5,9708	76499,0	11,2450
2	216454,0	12,2851	378,0	5,9349	89361,2	11,4004
3	245869,7	12,4126	373,0	5,9216	93893,4	11,4499
4	253439,0	12,4429	362,0	5,8916	116776,0	11,6680
5	302391,9	12,6195	323,0	5,7777	125745,0	11,7420
6	398023,2	12,8943	290,0	5,6699	136201,0	11,8219
7	462418,9	13,0442	282,0	5,6419	144857,0	11,8835

За допомогою методу найменших квадратів, на підставі даних табл. 2, отримано наступні значення коефіцієнтів: масштабний коефіцієнт  $a = 0,007006$ ; коефіцієнти еластичності  $\alpha = 0,01$ ,  $\beta = 1,503308$ . У підсумку, виробнича функція Кобба-Дугласа для харчової промисловості України, приймає наступний вигляд:

$$Q = 0.007006 * L^{0.01} * K^{1.503308} \quad (3)$$

Виробнича функція добре описує динаміку виробництва, середня похибка апроксимації дорівнює 11,2% [7]. Результати апробації отриманої виробничої функції на основі відомих даних, наведені в табл. 3. Як видно з табл. 3, отримана аналітична залежність, у вигляді виробничої функції Кобба-Дугласа (3), досить вірно характеризує харчову промисловість (в середньому, відхилення розрахункових даних від статистичних складає  $\approx 10\%$ ). Це дозволяє зробити висновок про придатність виробничої функції отриманого виду для цілей прогнозування, аналізу та моделювання.

Розглянемо економічний зміст параметрів  $\alpha$  та  $\beta$ .

$\alpha$  — коефіцієнт еластичності виробництва по трудовим ресурсам, він дорівнює 0,01, тобто збільшення середньооблікової кількості штатних працівників на один відсоток збільшить виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів на 0,01 відсотка;

$\beta$  — коефіцієнт еластичності виробництва по вартості основних засобів (капіталу), він дорівнює 1,503308, тобто збільшення обсягу вкладень капіталу у виробництво (капітальних інвестицій) на один відсоток збільшить виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів на 1,5 відсотка.

Оскільки  $\beta > \alpha$ , то можна стверджувати, що харчовій промисловості країни, у останні роки, притаманний інтенсивний (економія витрат праці) напрям розвитку. В протилежному випадку відбувалась би економія фінансових ресурсів (капітальних інвестицій) за рахунок зростання витрат праці — екстенсивний розвиток галузі.

Таблиця 3. Результати апробації виробничої функції

Рік	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Показники							
Середньооблікова кількість штатних працівників (тис. осіб)	391,8	378,0	373,0	362,0	323,0	290,0	282,0
Вартість основних засобів (млн. грн.)	76499,0	89361,2	93893,4	116776,0	125745,0	136201,0	144857,0
Виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів(млн. грн.):							
факт	187522,0	216454,0	245869,7	253439,0	302391,9	398023,2	462418,9
розрахунок	163319,6	206227,3	222120,4	308211,8	344085,4	387567,4	425062,3
Відхилення:							
млн. грн.	24202,4	10226,7	23749,3	-54772,8	-41693,5	10455,8	37355,98
частка	0.129064	0.04725	0.09659	-0.21612	-0.13788	0.02627	0.080784
відсоток	12.91	4.72	9.66	21.61	13.79	2.63	8.08

Економічний зміст постійного коефіцієнт  $a$  — коефіцієнт нейтрального технічного прогресу. Нейтральний технічний прогрес визначається такими технічними змінами виробництва, що не порушують рівновагу, тобто, економічно та соціально "безпечні" для суспільства [8]. В нашому випадку коефіцієнт технічного прогресу  $a$  дорівнює 0.007006, тобто, технічний прогрес не має суттєвого впливу на розвиток галузі. В той же час, коефіцієнт еластичності виробництва по трудовим ресурсам  $\alpha$  дорівнює 0,01, тобто зміни чисельності штатних працівників також не мають суттєвого впливу на обсяг виробництва продукції харчовою галуззю. Враховуючи інтенсивний характер розвитку харчового виробництва країни, можливо стверджувати, що зміни обсягу харчового виробництва досягаються зміною обсягів капітальних інвестицій (вкладень капіталу у основні засоби галузі).

Згідно з даними Державної служби статистики України, випуск продукції харчової промисловості України у 2017 році склав 451114,8 млн. грн. або 10635,76 грн. на одну особу за рік. Мінімальною задачею соціального розвитку держави є утримання поточного рівня забезпеченості населення харчовою продукцією[9]. Тобто, обсяги виробництва харчової промисловості повинні орієнтуватися на чисельність населення країни.

Згідно з дослідженнями інституту демографії та соціальних досліджень України, найбільш вірогідними є п'ять сценаріїв зміни чисельності населення країни, які передбачають

як збільшення так і зменшення наявного населення. Прогнозна чисельність населення країни у 2020 році (за даними [10]) та відповідна потреба у продукції харчової галузі представлені у табл. 4.

З табл. 4 видно, що при трьох з п'яти ймовірних варіантів розвитку демографічної ситуації в країні, підприємствам харчової промисловості потрібно нарощувати обсяг випуску продукції аби забезпечити споживання населення на рівні 2017 року (10635,76 грн. продукції на одну особу). В двох інших випадках, випуск продукції можливо зменшити, але потреба у капітальних інвестиціях все одно зберігається за рахунок вибуття та амортизації основних засобів галузі.

Таблиця 4. Потреба у продукції харчової галузі відповідно до прогнозу чисельності населення країни у 2020 році

Показник	2017 р.	2020 р. (за сценаріями розвитку)				
		Постійні коефіцієнти	Нормативний	Високий - Високий - Високий	Високий - Високий - Середній	Високий - Низький - Низький
Чисельність наявного населення (тис. осіб)	42414.9	40996.0	44217.8	44099.6	43883.9	41591.0
Виробництво харчових продуктів (млн. грн.)	451114.8	436023.6	470289.9	469032.8	466738.6	442351.9
Δ, +/- (млн. грн.)	-	-15091.2	19175.1	17917.9	15623.8	-8762.9

Для розрахунку прогнозованої потреби харчової промисловості у капітальних інвестиціях, скористаємося отриманою вище виробничою функцією Кобба-Дугласа (3), перетворивши її до наступного виду:

$$K = \sqrt[1.5003308]{\frac{Q}{0.007006 \cdot L^{0.01}}} \quad (4)$$

Результати розрахунків за формулою (4) згруповані у табл. 5.

Таблиця 5. Прогнозна потреба у капітальних інвестиціях підприємств харчової галузі

Показник	2020 р. (за сценаріями розвитку)				
	Постійні коефіцієнти	Нормативний	Високий - Високий - Високий	Високий - Високий - Середній	Високий - Низький - Низький
Чисельність наявного населення, (тис. осіб)	40996.0	44217.8	44099.6	43883.9	41591.0
Потреба у продукції харчової галузі, (млн. грн.)	436023.6	470289.9	469032.8	466738.6	442351.9
Потрібна вартість основних засобів (млн. грн.)	150851.5	158653.1	158370.3	157853.6	152307.2
Додаткова потреба у капітальних інвестиціях, (млн. грн.)	1913.0	9714.6	9431.8	8915.1	3368.8

Додаткова потреба у капітальних інвестиціях не враховує покриття вартості вибуття та амортизації основних засобів.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

За допомогою методу найменших квадратів оцінені значення коефіцієнтів виробничої функції Кобба-Дугласа для харчової промисловості України: масштабний коефіцієнт  $a = 0,007006$ ; коефіцієнти еластичності  $\alpha = 0,01$ ,  $\beta = 1,503308$ . Харчовій промисловості країни, у останні роки, притаманний інтенсивний (економія витрат праці) напрям розвитку. Технічний прогрес не має суттєвого впливу на розвиток галузі як і зміни чисельності штатних працівників. Зміни обсягу харчового виробництва досягаються зміною обсягів капітальних інвестицій (вкладень капіталу у основні засоби галузі). Для утримання поточного рівня забезпеченості населення харчовою продукцією потрібно нарощувати обсяги виробництва, тобто, галузь потребує додаткових капітальних інвестицій окрім перекриття вартості вибуття застарілих та амортизації основних засобів. В залежності від сценарію розвитку демографічної ситуації в країні, потреба галузі у додаткових капітальних інвестиціях до 2020 року коливається від 2 млрд. грн. до 10 млрд. грн., що актуалізує пошук джерел і шляхів їх залучення. Подальші дослідження можуть бути пов'язані як з уточненням прогнозних даних (уточнення моделі, врахування додаткових факторів) так і з розробкою механізмів забезпечення прогнозованих обсягів інвестування галузі.

#### **Список використаної літератури**

1. Коренюк П.И. Эффективность использования и воспроизводства природно-ресурсного потенциала: финансовые факторы, доминирующие тенденции: Монография. / П. И. Коренюк – Днепропетровск: ДДФА, 2009. – 368 с.
2. Эддоус М. Методы принятия решений. Пер. с англ./ М. Эддоус, Р. Стенсфилд – Москва: ЮНИТИ, 1997. – 590 с.
3. Трейси Майкл. Сельское хозяйство и продовольствие в экономике развитых стран: перевод с англ.; под ред. А.Г. Суцкого / М. Трейси. – СПб: Экономическая школа, 1995. – 431 с.
4. Таха Хемди А. Введение в исследование операций, 6-е издание.: пер. с англ. / Х.А. Таха. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2001. – 912 с.
5. Статистичний збірник. Промисловість України у 2011-2015 роках. / за ред. редакцією І.С. Петренко. – К.: Державна служба статистики України, 2016.– 382 с.
6. Нан-Хоо О.С. Производственные функции, пример построения / О.С. Нан-Хоо // VI международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум», 15 февраля – 31 марта 2014 года. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.scienceforum.ru/2014/pdf/3180.pdf>
7. Светульников И.С. Экономический анализ предприятия с помощью производственных функций комплексных переменных / Светульников И.С. // Экономическая кибернетика: системный анализ в экономике и управлении: Сборник научных трудов. – 2007. – Выпуск № 16. – С. 76 – 81.
8. Производственная функция и технический прогресс. Экономика. // Market-journal. Экономический журнал. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.market-journal.com/mikroekonomika/58.html>
9. Дейнеко Л.В. Развитие харчової промисловості в умовах ринкових перетворень: проблеми теорії і практики. Монографія / Л.В. Дейнеко. – К.: Знання, 1999. – 331 с.
10. Комплексний демографічний прогноз України на період до 2050 р.(колектив авторів) / за ред. чл.-кор. НАНУ, д.е.н., проф. Е.М. Лібанової.– К.: Український центр соціальних реформ, 2006. – 138 с.

## FORECASTING OF THE INVESTMENT NEED OF THE FOOD INDUSTRY

Koreniuk P.I., Karimov H.I.

The problem of the effective functioning and development of the food industry is closely linked to any changes in the demographic, social and economic situation of the country, since it must ensure the full and complete satisfaction of the needs of the population in inexpensive and high-quality food products. Despite the full description of the problem by domestic and foreign scientists, the question of building and using econometric models for forecasting is relevant and requires further research.

The purpose of the research is to build analytical dependence of the activity of the food industry and its use to substantiate the forecasts of capital investment needs in the industry.

Determination of the projected need for capital investment in the industry for a variety of development options is possible based on the construction of analytical dependence in the form of a production function. Using the method of least squares, the following coefficients are obtained: the scale factor  $a = 0,007006$ ; the elasticity coefficients  $\alpha = 0,01$ ,  $\beta = 1,503308$ .

Production of the output of the food industry last year amounted to UAH 10635.76 per person in year. The minimal task of the social development of the state is to maintain the current level of food security of the population.

In three out of five possible variants of the development of the demographic situation in the country, enterprises in the food industry need to increase production volumes to ensure the consumption of the population at the level of last year. In two other cases, output can be reduced, but the need for capital investment is still preserved due to the disposal and amortization of fixed assets of the industry.

To calculate the forecast needs of the food industry in capital investment, we use the previously obtained Cobb-Douglas production function. Additional capital investment needs do not include coverage of the cost of depreciation and amortization of fixed assets.

The food industry of the country, in recent years, has an intense trend of development. Technical progress does not have a significant impact on the development of the industry, as well as the change in the number of staff members. Changes in the volume of food production are achieved by a change in the volume of capital investment.

The food industry of the country, in recent years, has an intense trend of development. Technical progress does not have a significant impact on the development of the industry, as well as the change in the number of staff members. Changes in the volume of food production are achieved by a change in the volume of capital investment. In order to maintain the current level of population security, the needs of the industry in additional capital investments by 2020 ranges from 2 billion UAH to 10 billion UAH. Further research may be related to specification of the model, taking into account additional factors, development of mechanisms for ensuring predicted volumes of investment in the industry.

### References

- [1] Koreniuk P.I. (2009). Efficiency of use and reproduction of natural resource potential: financial factors, dominant tendencies: Monograph. Dnipropetrovsk, Ukraine: DDFA, 368.
- [2] Eddous M. (1997). Methods of decision making. Moscow, Russia: UNITI, 590.
- [3] Tracy M. (1995). Agriculture and food in the economy of developed countries. SPb: Economics School, 431.
- [4] Taha Hemdi A. (2001). Introduction to the study of operations, 6th edition. Williams Publishing House, 912.
- [5] Petrenko I.S. (2016). Statistical Collection. Industry of Ukraine in 2011-2015. State Statistics Service of Ukraine, 382 .
- [6] Nan-Hoo O.S. (2014) . Vyrobnychi funktsii, pryklad pobudovy [Production functions, example of construction ]. Mizhnarodna studentska elektronna naukova konferentsiia «Studentskyi naukovyi forum» - International Student Electronic Conference «Student Science Forum». Retrieved from <https://www.scienceforum.ru/2014/pdf/3180.pdf> [in Ukrainian].

- 
- [7] Svetunkov I.S. (2007). Ekonomichnyi analiz pidpriemstva z dopomohoiu vyrobnychych funksi kompleksnykh zmin [Economic analysis of the enterprise with the help of production functions of complex changes]. Ekonomichna kibernetyka: systemnyi analiz v ekonomitsi ta upravlinni: Sbornyk naukovykh prats - Economic cybernetics: systematic analysis in economics and management: a collection of scientific works, 16. (pp. 76–81). [in Ukrainian].
- [8] Vyrobnycha funktsiia ta tekhnichniy prohres. Ekonomika [Production function and technical progress. Economy]. Marketynhovyi zhurnal. Ekonomycheskyi zhurnal - Marketing Magazine. Economic Journal. Retrieved from <http://www.market-journal.com/mikroekonomika/58.html> [in Ukrainian].
- [9] Deineko L.V. (2008). The development of the food industry in the context of market transformations: problems of theory and practice :Monograph . Kiev, Ukraine, 331.
- [10] Libanova E.M. (Eds.). (2006). Kompleksnyi demografichniy prohnos Ukrainy na period do 2050 roku [Complex demographic forecast of Ukraine for the period up to 2050]. Ukrainian , 138 [in Ukrainian].