

В. О. Лось, к. е. н., доцент
доцент кафедри економічної кібернетики
Запорізького національного університету,
Я. В. Кириченко, студентка
Запорізького національного університету,
О. В. Лось, студентка
Запорізького національного університету

V.O. Los, Ph.D., Associate Professor
of the Department of Economic Cybernetics
Zaporizhzhia National University
Ya.V. Kirichenko, a student
Zaporizhzhia National University
O.V. Los, student
Zaporizhzhia National University

ПОБУДОВА МУЛЬТИПЛІКАТИВНОЇ МОДЕЛІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

CONSTRUCTION OF THE MULTIPLICATED MODEL OF THE NATIONAL ECONOMY OF UKRAINE

Анотація. На сьогоднішній день, для України, одним із нагальних питань є виявлення потенційних можливостей зростання національної економіки. Для знаходження резервів, що забезпечать зростання економіки варто застосовувати методи економіко-математичного моделювання. На їх основі можна розробляти обґрунтовані управлінські рішення, які дозволять знизити рівень ризику та підвищити ступінь їх надійності. Одним із таких інструментів математичного моделювання є виробничі функції. Вони широко використовуються як на мікрорівні та і на макрорівні для аналізу існуючих зв'язків між результативним показником та факторами, що здійснюють на нього вплив. На мікрорівні виробнича функція дає можливість аналізувати та планувати поточну діяльність підприємства, а на макрорівні — прогнозувати розвиток національної економіки та оцінювати ступінь ефективності використання ресурсів. Саме застосування виробничих функцій сприятиме удосконаленню механізмів управління внутрішніми факторами розвитку. Тож на основі виробничої функції типу Кобба-Дугласа нами побудовано мультиплікативну модель національної економіки. Проведено аналіз тенденцій розвитку основних параметрів моделі та встановлено, що отримана модель є адекватною та статично значущою. Також на основі розробленої моделі спрогнозовано валовий національний дохід на наступний період.

Ключові слова: математична модель, виробничі ресурси, аналіз, економіка, розвиток, динаміка.

Abstract. For today, for Ukraine, one of the urgent issues is to identify potential opportunities for growth of the national economy. To find the reserves that will ensure the growth of the economy it is worth applying methods of economic-mathematical modeling. On the basis of them, it is possible to develop grounded management decisions that will reduce the level of risk and increase their reliability. One such mathematical modeling tool is the production function.

They are widely used both at the macro level and at the macro level to analyze the existing links between the performance indicator and the factors influencing it. At the macro level, the production function makes it possible to analyze and plan the current activities of the enterprise, and at the macro level, to forecast the development of the national economy and assess the degree of efficiency of the use of resources. It is precisely the application of production functions that will contribute to the improvement of the mechanisms for managing the internal factors of development. Therefore, based on the production function of the Cobb-Douglas type, we have constructed a multiplicative model of the national economy. The analysis of trends in the development of the main parameters of the model has been carried out and it is established that the obtained model is adequate and statistically significant. Also, on the basis of the developed model, gross national income for the current period is projected.

Key words: *mathematical model, production resources, analysis, economics, development, dynamics.*

Вступ. Національна економіка на сучасному етапі розвитку характеризується нестабільністю та хаотичністю в зв'язку із несталою політичною ситуацією в країні та відповідно наявними фінансово-економічними проблемами. В умовах, що склалися на сьогодні важливим залишається питання управління наявними виробничими ресурсами країни, оскільки у зв'язку із досить бурхливим розвитком науково-технічного прогресу суттєво змінилися вимоги сучасного світового ринку. Тому важливим є прийняття виважених та науково — обґрунтованих управлінських рішень, які сприятимуть підвищенню ефективності та конкурентоздатності національної економіки. Застосування економіко-математичних методів дає можливість побудувати модель національної економіки, а також провести оцінювання та аналіз ресурсного потенціалу. Одним із ефективних методів дослідження даної проблеми є побудова мультиплікативної моделі управління ресурсами на основі виробничої функції Кобба-Дугласа [1, 2].

Особливості розвитку національної економіки досліджували багато відомих науковців. Зокрема у працях П. Т. Мальтус, Д. Рікардо, Н. В. Сеніор, Ж. Б. Сей було створено і досліджено нові теорії національної економіки, які детально та ґрунтовно проаналізували процеси розвитку економіки. У працях Чайка Ю. М., Кваснюк Б., Крючкова І. В. було досліджено механізм розвитку національної економіки. Вчені стверджували, що механізм національної економіки є поєднанням прямого державного регулювання модернізації економіки міжгалузевого і внутрішньогалузевого розподілу ресурсів. Незважаючи на значний науковий доробок за даною тематикою багато питань залишаються невирішеними та потребують подальших досліджень, які б носили системний характер.

Мета дослідження. Побудова мультиплікативної моделі національної економіки з метою прогнозування та удосконалення системи управління виробничими ресурсами.

Результати дослідження. Національна економіка являє собою складну динамічну систему яка має достатній потенціал кількісних та якісних виробничих ресурсів. Проблема управління виробничими ресурсами є надзвичайно важливою, адже збалансований економічний розвиток можливий лише за умови ефективного управління наявними ресурсами. Одним із найбільш відомих методів управління виробничими ресурсами є методика побудови виробничої функції. Виробнича функція типу Кобба-Дугласа дає змогу описувати та аналізувати основні результати виробничої діяльності та допомагає визначити шляхи підвищення її ефективності. Основною перевагою використання виробничої функції є те, що вона є динамічною та носить нелінійний характер. Для побудови виробничих функцій у якості залежної змінної зазвичай беруть валовий внутрішній продукт країни, а в якості ресурсів розглядають обсяг грошової маси країни, тобто капітал який був сформований та використаний протягом року та чисельність населення. На основі зазначених показників будується двофакторна мультиплікативна модель $Y = f(K, L)$.

Проаналізуємо тенденції зміни складових показників, що формують виробничу функцію національної економіки. На рис. 1 наведено динаміку досліджуваних показників відповідно до даних Державного комітету статистики [3, 4, 5].



a)

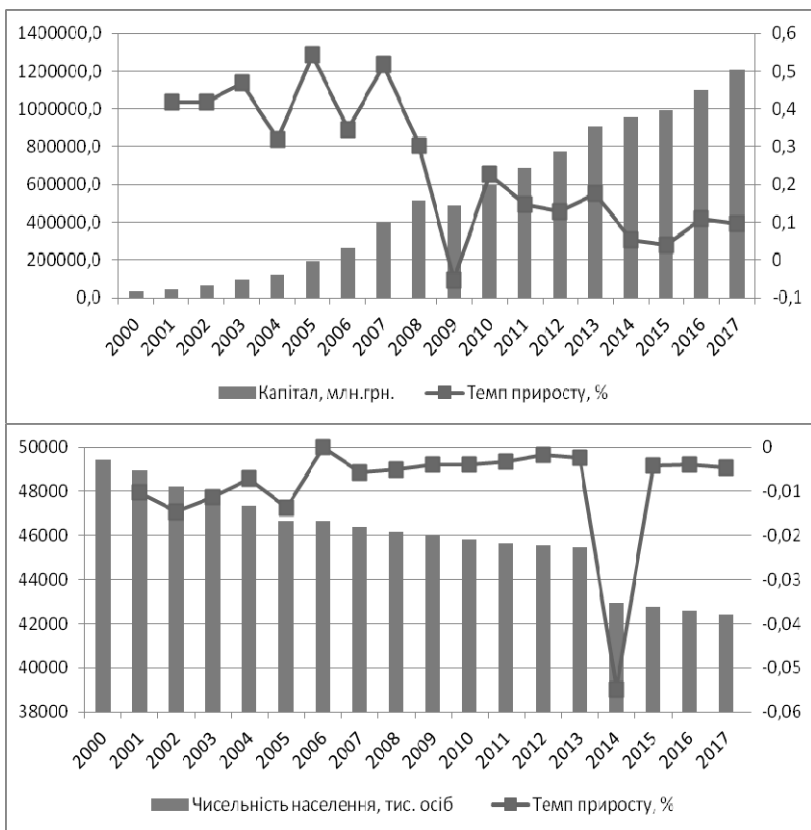


Рис. 1. Динаміка виробничих ресурсів національної економіки

Джерело: побудовано автором на основі даних [3–5]

Аналізуючи динаміку валового внутрішнього продукту країни (рис.1 а) бачимо, що в цілому вона носить зростаючий характер. Так у 2017 році ВВП зріс відносно 2016 року на 25,05%, а порівняно з 2000 роком майже в 17 разів. Максимальне зростання ВВП за досліджуваний період зафіксовано у 2007 році на рівні майже 33%. Аналогічна зростаюча тенденція простежується і з використаними обсягами капіталу (рис.1 б). Протягом періоду, що розглядається обсяги капіталу скорочувались лише у 2009 році на 5,51% відносно попереднього року. Дане скорочення було спричинене світовою економічною кризою 2008 року. У цілому за вісімнадцять років обсяги капіталу зросли у 37 разів.

Динаміка чисельності населення (рис.1 в) характеризується незначними, але постійними скороченнями, що не може не насторожувати. Так чисельність населення у 2017 році порівняно з 2000 роком скоротилась на 14,2%. У середньому щороку чисельність населення скорочувалась на 0,89%, максимальне скорочення зафіксовано у 2014 році (5,5%), що пов'язано із воєнними діями на сході країни.

Проаналізувавши тенденції зміни виробничих ресурсів та ВВП перейдемо до побудови виробничої функції. Дана модель є класичним прикладом економетричного моделювання. Для побудови двофакторної мультиплікативної моделі національної економіки $Y = f(K, L)$ використаємо статистичні дані за останні вісімнадцять років, тобто за 2000–2017 роки. Загальний вигляд мультиплікативної виробничої функції має вигляд:

$$Y = a_0 \cdot K^{a_1} \cdot L^{a_2},$$

де Y — валовий внутрішній продукт, млн.грн.; L — капітал (грошова маса МЗ), млн грн; K — чисельність населення, тис.осіб; a_0, a_1, a_2 — параметри моделі.

Для визначення параметрів моделі скористаємося табличним редактором MsExcel. У результаті проведених розрахунків було отримано наступну мультиплікативну модель, яка має вигляд:

$$Y = 46,08 \cdot K^{0,844} \cdot L^{-0,06}.$$

Отримана мультиплікативна модель описує залежність між валовим внутрішнім продуктом та виробничими ресурсами, такими як праця (чисельність населення) та капітал (грошова маса МЗ). Параметри моделі a_1, a_2 показують вплив відповідного виробничого ресурсу на регресант. Тобто, зростання обсягів капіталу на 1% призведе до зростання валового національного продукту на 0,844%, аналогічно, зростання чисельності населення на 1% призведе до зниження валового національного продукту на 0,06%, за інших рівних умов. Розрахуємо загальну еластичність:

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^m \varepsilon_i = 0,844 + (-0,06) = 0,78.$$

Загальна еластичність показує, що ВВП зросте на 0,78%, якщо одночасно збільшити на 1% досліджувані виробничі фактори.

Отримана мультиплікативна модель описує 98% вихідних даних ($R^2 = 0,98$), що свідчить про високу якість даної моделі. На основі F-критерію Фішера встановлено, що модель в цілому є статистично значущою, оскільки $F_{розра} > F_{крит}$ ($380,7 > 3,68$). Параметри моделі також є статистично значущими, що було встановлено за допомогою проведення t-тесту: $|t_{k_розра}| > t_{крит}$ ($|19,86| > 2,13$; $|-3,04| > 2,13$). Тож, можна зробити висновок, що побудована модель характеризується високою надійністю та адекватністю. Тоді дана модель може бути використана для проведення оцінки ефективності використання ресурсів виробництва та прогнозування значення ВВП на наступний період.

Підставимо реальні дані у побудовану нами мультиплікативну модель, знайдемо прогнозовані значення ВВП та порівняємо їх з реальними (рис. 2).

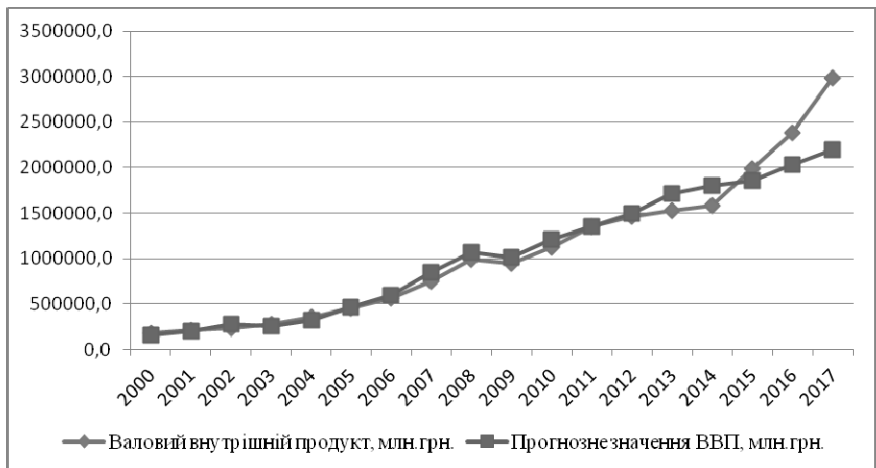


Рис. 2. Порівняння вихідних та прогнозних значень ВВП

Джерело: побудовано автором

Як видно з рис. 2 реальні та прогнозні значення ВВП дуже близькі, а якість моделі досить висока ($R^2 = 0,98$), отже на основі побудованої моделі знайдемо прогнозне значення ВВП на наступний період. У результаті проведених розрахунків у 2018 році прогнозується зростання ВВП на 8%. Зростання рівня ВВП

викликане зростанням витрат капіталу на 9,6 % та зниженням витрат праці на 0,4 %. Помилка прогнозу становить 9,6 %, відповідно точність прогнозу складає — 90,4 %.

Далі розрахуємо показники ефективності використання ресурсів виробництва. У якості показників ефективності розрахуємо капіталовіддачу (K_v), продуктивність праці (P_p), граничну продуктивність капіталу (P_1) та праці (P_2) та еластичність виробництва (E_v). Результати проведених розрахунків наведено у табл. 1.

Таблиця 1

**РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ
ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ВИРОБНИЦТВА**

Показник ефективності	Розрахункова формула	Розрахунок
Капіталовіддача	$K_v = a_0 \cdot \bar{K}^{a_1-1} \cdot \bar{L}^{a_2}$	$K_v = 2,084$
Продуктивність праці	$P_p = a_0 \cdot \bar{K}^{a_1} \cdot \bar{L}^{a_2-1}$	$P_p = 0,028$
Гранична продуктивність капіталу	$P_1 = a_0 \cdot \bar{K}^{a_1-1} \cdot \bar{L}^{a_2} \cdot a_1 = K_v \cdot a_1$	$P_1 = 1,753$
Гранична продуктивність праці	$P_2 = a_0 \cdot \bar{K}^{a_1} \cdot \bar{L}^{a_2-1} \cdot a_2 = P_p \cdot a_2$	$P_2 = -0,0016$
Еластичність виробництва	$E_v = E_1 + E_2$, де $E_1 = \frac{K_v}{P_1}$, $E_2 = \frac{P_p}{P_2}$	$E_1 = -0,841$ $E_2 = -0,057$ $E_v = 0,783$

Джерело: розраховано автором

На основі проведених розрахунків (табл. 1) можна зробити наступні висновки:

– на одиницю капітальних витрат припадає 2,08 одиниць випуску продукції, а відповідно на одиницю затрат праці припадає 0,028 одиниць;

– при збільшенні обсягу капіталу на одиницю, обсяги випуску продукції зростуть на 1,753 одиниць при інших рівних умовах, тобто якщо обсяги праці залишаться незмінними;

– при зростанні витрат праці на одиницю, обсяг випуску продукції зменшиться на 0,028 одиниць, при сталих обсягах фінансування;

– при зростанні капітальних витрат і витрат праці на 1%, загальний випуск продукції зросте на 0,783%, а якщо зросте на 1% тільки фінансування, а витрати праці залишаться незмінними випуск продукції зросте на 0,84%, а якщо зростуть на 1% витрати праці, за інших рівних умов, випуск продукції знизиться на 0,05%.

Усі розраховані показниками ефективності використання ресурсів виробництва є частинними та характеризують відношення обсягів виробництва до витрат одного із досліджуваних виробничих факторів. Тож, варто зазначити, що проведений аналіз недостатньо характеризує ефективність виробництва, але надає загальну картину для аналізу та управління виробничими ресурсами.

Висновки. Одним із важливих напрямів підвищення стабільності та подальшого розвитку національної економіки є вирішення проблем щодо управління виробничими ресурсами. На нашу думку, для вирішення даної задачі варто використовувати виробничу функцію типу Кобба-Дугласа, яка надає можливість розширити аналітичні дослідження та виявити резерви виробництва. Основною перевагою використання виробничої функції є те, що вона є динамічною та носить нелінійний характер. Та не варто забувати про те, що не завжди справедливим є повна взаємозамінність ресурсів.

Так нами розроблено мультиплікативну модель, що описує залежність між валовим внутрішнім продуктом та виробничими ресурсами, такими як праця та капітал. Побудована модель є статистично значущою та досить точною, вона описує 98% вихідних даних. Встановлено, що при одночасному зростанні досліджуваних факторів на 1% валовий національний продукт зросте на 0,78%. На основі розробленої моделі побудовано прогноз на наступний період, який свідчить про зростання ВВП на 8%. Помилка прогнозу незначна та становить 9,6%, відповідно точність прогнозу складає — 90,4%. Також було розраховано показники ефективності використання ресурсів виробництва.

Література

1. Вільчинська О. М. Визначення можливостей застосування виробничої функції Кобба-Дугласа як інструменту управління виробничими ресурсами регіону / О. М. Вільчинська, Ю. М. Паночішин, Т. О. Кушнір // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. — 2016. — № 2(1). — С. 177–181.

2. Грабовецький Б.Є. Виробничі функції в економічних дослідженнях / Б.Є. Грабовецький, І.В. Шварц // Вісник СумДУ. Серія Економіка. — 2013. — № 1. — С. 60–68.

3. Економічна статистика — Офіційний сайт Державного комітету статистики. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua.

4. Демографічна та соціальна статистика — Офіційний сайт Державного комітету статистики [Електронний ресурс]. — Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua.

5. Грошові агрегати — Офіційний сайт Національного банку України. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=123272#top.

References

1. Vil'chyns'ka, O.M. Panochyshyn, Yu. M. And Kushnir T. O. (2016), “*Determination of the possibilities of using the production function of Cobb-Douglas as a tool for managing the productive resources of the region*”, *Bulletin of the Khmelnytsky National University. Economic sciences*, vol. 2(1), pp. 177-181 [in Ukrainian].

2. Hrabovets'kyj, B.Ye. Shvarts I.V. (2013), “*Production functions in economic research*”, *Bulletin of the Sumy State University. Series Economics*, vol. 1, pp. 60–68 [in Ukrainian].

3. Economic statistics — Official site of the State Statistics Committee (2018), available at: www.ukrstat.gov.ua (Accessed 20 September 2018) [in Ukrainian].

4. Demographic and social statistics — Official site of the State Statistics Committee (2018), available at: www.ukrstat.gov.ua (Accessed 20 September 2018) [in Ukrainian].

5. Monetary Aggregates — Official site of the National Bank of Ukraine (2018), available at: www.ukrstat.gov.ua (Accessed 21 September 2018) [in Ukrainian].

Статтю подано до редакції 30.10.2018 р.