

О.Г. Мельник (Інститут економіки і прогнозування
НАН України, м. Київ, Україна)

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ФУНКЦІЇ ТА ЇЇ ІНТЕРПРЕТАЦІЯ*

У статті представлено авторський погляд на формулювання аргументів неокласичної виробничої функції та їх інтерпретація в умовах інноваційного виробництва. Здійснено спробу розв'язання проблемних питань імплементації чинника технічного прогресу та чинника часу в мікроекономічну модель інноваційного виробництва на основі динамічної моделі інноваційного циклу.

*Ключові слова: виробнича функція, інноваційний цикл, трансформація капіталу.
Форм. 11. Рис. 1. Літ. 10.*

А.Г. Мельник (Інститут економіки і прогнозування
НАН України, г. Киев, Украина)

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ И ЕЁ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

В статье представлены авторский взгляд на формулировку аргументов неокласической производственной функции и некая их интерпретация в условиях инновационного производства. Предпринята попытка решения проблемных вопросов имплементации фактора технического прогресса и фактора времени в микроэкономическую модель инновационного производства на основе динамической модели инновационного цикла.

Ключевые слова: производственная функция, инновационный цикл, трансформация капитала.

O.G. Melnyk (Institute of Economics and Forecasting of the National
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine)

THEORETICAL GROUNDING FOR INNOVATIVE PRODUCTION FUNCTION AND ITS INTERPRETATION

The article presents the author's viewpoint on the grounding for the neoclassic production function and its interpretation under the conditions of innovative production. An attempt has been carried out to embed the factor of technical progress and the time factor into the microeconomic model of innovation production basing on the dynamic model of the innovation cycle.

Keywords: production function; innovation circle; capital transformation.

Постановка проблеми. В економічній теорії не припиняється дискусія щодо обґрунтування виробничої функції з урахуванням чинника технічного прогресу. Власне, немає жодних розбіжностей у поглядах науковців стосовно факторного впливу НТП на параметри виробництва і відтворення в межах економічної системи. Чинник НТП представлений у методології економічної науки категорією «інновація» в системі економічних категорій розширеного відтворення соціально-економічних систем. Разом з тим, спроби модифікації моделі виробництва з урахуванням чинника технічного прогресу фактично є інтерпретацією класичної виробничої функції Кобба-Дугласа.

Існуючі інтерпретації виробничої функції на сучасному етапі економічно-го розвитку не дають відповіді на питання про характер залежності застосову-

* статтю підготовлено на основі доповіді на XI-му міжнародному науковому семінарі «Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці, освіті та екології» (2–7 липня 2012 р., Київ – оз. Світязь).

ваних чинників та їх результативний вплив на цільову функцію в умовах інноваційного виробництва.

Дана проблема є актуальною і для економічної теорії і практичної економіки, тому що числові параметри виробничої функції формують модель управління інвестиційним ресурсом відтворення економічних систем інноваційного типу.

Аналіз останніх досліджень й публікацій. Серед науковців [1; 2; 7; 10] прийнята теза про виробничу функцію як технологічну модель економічних систем. Сконцентровано напрямки наукової думки представлено в моделі «витрати-випуск» та інноваційній моделі економічної системи.

У всіх варіантах мікроекономічного моделювання короткострокового періоду виробництва розглядаються характеристики варіативності елементів системи «витрати – випуск – дохід» в межах інтерпретованої за граничними величинами дохідності гіпотези неоднорідності чинників виробництва.

Неокласична модель економічного росту і мультиплікативна виробнича функція Р. Соллоу, зберігаючи методологію оптимізованих моделей, все ж таки, хоча й з обмеженнями, але пропонує вектори долання статичної конфігурації виробничих чинників введенням мікроекономічного аналізу детермінант науково-технічного прогресу й реалізації часового лагу технологічних змін. І хоча в математичній моделі під технічним прогресом пропонується розуміти сукупність якісних змін чинників виробництва, однак очевидно, що технічний прогрес функціонально впливає нелінійно на продуктивність чинників виробництва, і, відповідно, в математичній моделі як коефіцієнт представлений не в повній мірі. В тій самій мірі, наскільки технічний прогрес є показником якісних змін у технологічних моделях, відповідно на нього екстраполюють функціональність чинника часу в динаміці продуктивності виробничих чинників [10].

Метою дослідження є обґрунтування методичних підходів до розв'язання проблеми факторного впливу часу на продуктивність виробничих чинників в умовах інноваційного виробництва.

Основні результати дослідження. Загальним видом неокласичної виробничої функції є динамічна модель виробничої функції Кобба-Дугласа, яка описується рівнянням: $Q = A \times K^{\sigma} \times L^{\beta} \times e^{rt}$, де вплив аргумента «e» на параметри відтворення характеризується еластичністю чинників НТП і часу. При цьому ступінь впливу і часу, і НТП, виражений арифметичною дією акселератора, визначено таким чином, що допускається наявність сталих або динамічних пропорцій у їх зміні. Це не відповідає основам інноваційної теорії щодо детермінованості інновацій.

Мультиплікативна виробнича функція $Y = A \times K^{\alpha} \times L^{1-\alpha}$ розв'язує наукову задачу через нейтральність чинника технічного прогресу в моделі виробництва шляхом еквівалентного розподілу його впливу на виробничі чинники й екстраполяції на нього часового впливу.

Наведені моделі є імплементацією екзогенезу технічного прогресу із спробою визначення числових параметрів його впливу на результативність виробництва.

В існуючих підходах до розробки інноваційної виробничої моделі виділено 4 вектори факторного впливу на обсяг виробництва: чинник праці, чинник капіталу, чинник технічного прогресу і чинник часу, які трансформуються у постановку такої наукової задачі:

$$Y(Q) = f(K; L; Tech; T). \quad (1)$$

У виробничій функції Кобба-Дугласа чинник T (технологія) не може бути степеневим коефіцієнтом, оскільки це чинник, який впливає не тільки на значення функції $Y(Q)$, але й на значення чинників (незалежних змінних) функції. Не слід забувати, що за змістом виробничої функції $Y(Q)$ є технологією і як математична модель відображає кількісне співвідношення та інтенсивність зміни показників виробництва. Таким чином, технологією є $f(Y) = Q = A \times K^\alpha \times L^\beta$. У той же час технологія як факторна складова реалізується в показниках значення K та L .

Постає питання: яким чином і в якому вигляді ввести у виробничу функцію технологію?

Якщо як аргумент, то постає інше питання: як аргумент може функціонально визначати самого себе як функцію або як незалежна змінна може бути одночасно залежною (результативною)?

Інтерпретація виробничої функції передбачає відповіді на питання щодо змінюваності ресурсів та оціночних параметрів впливу такої зміни на цільову функцію. В інноваційному виробництві потрібно змістити акценти субстанціональних позицій з витрат на ресурси виробництва до вартості ресурсів виробництва і зосередитися на параметрах динаміки вартості в процесі її продукування.

За такого підходу числові параметри факторних детермінант враховуватимуть динаміку ціни ресурсів і динаміку трансформації вартості ресурсів у відтворювальних процесах.

Якщо рух вартості розглядати як речову основу інноваційного відтворення, то виробничої функції трансформується і в теоретичному вигляді матиме вигляд:

$$Y(Q) = K^{\alpha'}(L); L^\beta. \quad (2)$$

Це означає, що *продуктивність інноваційного виробництва $Y(Q)$ визначається трансформацією продуктивності вектора «праця \leftrightarrow капітал», кут нахилу $K^{\alpha'}$ (продуктивність капіталу) визначатиметься функцією диференціювання вартості капіталу по праці $K^{\alpha'}(L)$ і змінюватиметься функціональністю праці в продукуванні технологічних інновацій.*

У вартісному вигляді дане формулювання матиме вигляд:

$$W(Q) = K^{\alpha'}(L); L^\beta, \quad 1 - \alpha = k. \quad (3)$$

Це означає, що *вартість виробництва $W(Q)$ дорівнюватиме похідній функції капіталу по продуктивності праці, скорегованій на вартість управління (за функціями: управління + логістика), де $1 - \alpha = k$ – коефіцієнт продуктивності праці по капіталу.*

В даній моделі раціоналізація органічної структури капіталу розв'язується шляхом зрушення у бік продуктивності праці саме шляхом заміщення праці.

Чим більший коефіцієнт α , тим менша продуктивність капіталу. Коефіцієнт α – це ціна, в основі якої лежить собівартість, отже інноваційне обладнання (інтелектуалізовані комплекси) матиме найменшу собівартість і максимальну продуктивність. Від того, яке буде розрахункове значення α , залежатиме значення вже не обсягу Q , а вартості продукту.

За такого підходу ігноруються припущення рівноважних моделей, тобто не досліджується рівноважний стан економічної системи. Предметом дослідження є процеси, що відбуваються в абстрактній економічній системі, в механізмі інноваційного відтворення в русі, а також характер і параметри трансформації елементів інноваційного відтворення, де субстанціональною одиницею (цілим) є вартість.

Субстанціональність вартості в динаміці взаємозв'язків відтворюючих елементів є основою розгляду вартості як системи, системність якої набуває функціональності в динаміці. Функціональні елементи (похідні від руху вартості) є відтворювальними чинниками (для факторного аналізу) і функціональними елементами відтворення для економіко-математичного програмування.

В даному контексті вартість – це спожита цінність ресурсів, які відтворюються.

Для інноваційного відтворення вартість виробництва диференціюється за продуктивністю й ефективністю виробництва; вартість виробництва набуває векторної динаміки спрямованої мінімізації:

$$\begin{cases} W(Q) = f(Q) + f(\text{Profit}) \\ W(Q) \rightarrow \min = f(Q) \end{cases} \quad (4)$$

Для сучасного виробництва функціональна детермінанта, трансформуючись у цільову функцію, відтворює одночасно динаміку і цільової функції, і функціональної детермінанти. Звідси ефект прискорення економічного обороту й ефект конкуренції однаково функціональний як для формації періоду «конкурентних війн», так і зараз, за конкуренції співробітництва. Звідси випливає, що:

- за інноваційного відтворення динаміка цін і динаміка вартості виробництва синхронна і вмотивована;

- динаміка вартості виробництва є первинною щодо динаміки ціни;

- динаміка виробництва є уніфікованою функцією закону попиту й пропозиції і вмотивовує прямо пропорційну сталу залежність ціни й виробництва.

Формулювання такої взаємозумовленості передбачає розгляд інноваційного виробництва в динаміці реалізації його чинників. Розглянемо модель ринку у запропонованій інтерпретації формування попиту на технологічну продукцію. Власне, дана модель характерна для будь-якого технологічного ринку. Виділені моделі в динаміці попиту відповідають основним мікроекономічним моделям, у темпоральному сенсі фіксованих за фазами інноваційного циклу. Виробнича функція витрати-випуск відображає модель фірми і модель галузі та є розв'язком оптимізаційних задач (рис. 1).

Виробнича функція інноваційного виробництва (рис. 1, відрізок «а») у формулюванні цільової функції інноваційного прибутку виду $V_G = f(Q(T;K;L)) =$

$f \times I_{pr}$ матиме вигляд зростаючої дискретної функції встановлення чіткої лінійної функціональної залежності інноваційних чинників у подвійній результативності їх реалізації:

$$Q; I_{pr} = f(TI; KI). \quad (5)$$

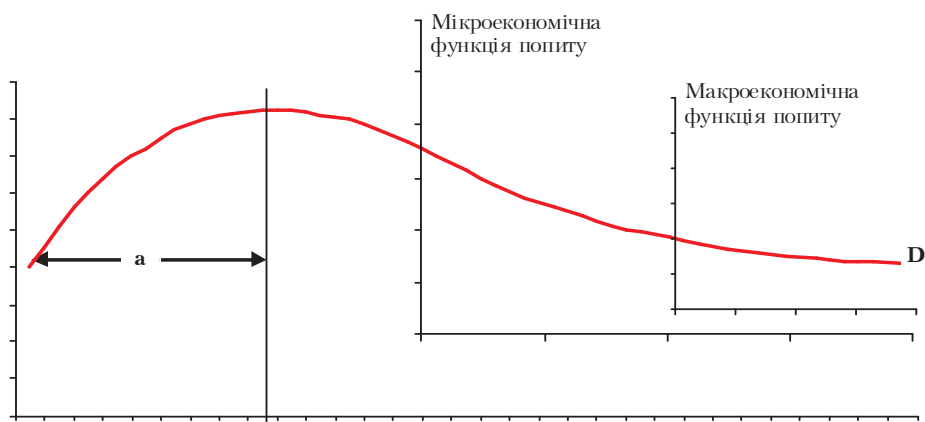


Рис. 1. Цикл середовища: формування попиту, авторська розробка

Головне завдання оптимізації в інноваційному виробництві трансформується в завдання побудови системної цілісності і функціональної завершеності інноваційного циклу.

Інноваційний цикл формується внаслідок функціональної взаємодії чинників, класифікованих за функціональністю як відтворювальні: праці та її трансформаційних форм (праця \rightarrow капітал \rightarrow нематеріальні активи), капіталу та його трансформаційних форм (засоби праці \rightarrow амортизаційний фонд \rightarrow інвестиції), інформації у формі її економічної вартості (інформаційні потоки \rightarrow знання \rightarrow досвід).

Чинник часу, актуалізований у формі проблеми часу у математичних моделях виробничої функції, для інноваційного виробництва розв'язується системою обмежень реалізації інноваційного циклу. Так само розв'язується задача заміності і змінності чинників виробництва для заданого об'єму випуску за вектором взаємної трансформації продуктивності чинників при реалізації інноваційного циклу « $TI \rightarrow KI \rightarrow AM \rightarrow HA$ », що супроводжується формуванням інвестиційних ресурсів на кожній стадії. База формування інвестиційного ресурсу для інноваційного виробництва в сучасних умовах настільки широка, що за неї можна приймати економічну систему в цілому: ринки ресурсів, фінансові, інвестиційні, фондові ринки.

При аналізі динаміки цін на ІТ-ринках простежується відмінність порівняно з традиційними ринками. Якщо динаміка цін на метал, споживчі, будівельні товари, машинобудування досить сильно корелює з динамікою ділової активності, а отже, залежить від інвестиційної активності, тобто має хвилеподібний і різноспрямований характер (спад, ріст), то динаміка цін на продукцію ІТ-галузі (комп'ютери, комунікатори, технології) має чітко спадний ха-

рактер. Якщо порівняти життєвий цикл продукції і динаміку цін, то можна констатувати чітку хронологічну синхронність ціни і вартості.

Фінансовим механізмом, який опосередковує процес формування вартості, є амортизація. В традиційних галузях, крім цінового механізму, на формування й реалізацію вартості впливає технологічний цикл виготовлення продукції і фіксація відтворення задіяної у створенні продукції вартості капіталу, праці, ресурсів відбувається у часі. Тобто в процесі реалізації виробничих інвестицій разом із виробничими чинниками наявний чинник часу, і він настільки суттєвий, що необхідно враховувати його за силою функціонального впливу як виробничий. Структура чинника часу у виробничому процесі така:

$$f(T) = T_{\text{технологічний}} + T_{\text{маркетинг}} + T_{\text{виробничих операцій}} + T_{\text{трансакцій}} \quad (6)$$

Структура чинника часу, поелементно рознесена на виробничі чинники капіталу і праці, є комплексом коефіцієнтів акселерації виду: $k_T = 1 / T$.

Єдиним чинником зміни продуктивності виробничих чинників є технологічні інновації. Технологічні інновації безпосередньо впливають на продуктивність капіталу, скорочуючи час віддачі продуктивності капіталу у фінансовому аспекті, що опосередковано формуванням амортизаційного фонду. Технологічні інновації надають динаміки фіксації відтвореної вартості, тобто асинхронізують цей процес. На перший погляд (без серйозного аналізу) здається, що асинхронізація підміняється стохастичністю інноваційних процесів, через що ототожнюється виробничий процес відтворення вартості та інноваційний процес створення вартості, а також фактичне прискорення відтворення (акселерація) приймається за випадкові біфуркації. Це не відповідає економічним реаліям, оскільки відбувається процес «відродження» корпорацій інноваційних лідерів: IBM, Microsoft, Apple, Toyota, Google, Samsung, Sony, Lenovo-IBM, Apple-Mackintosh, Microsoft.

Чинник технологічного часу (часу технологічних операцій) досить суттєво апроксимує пікові прискорення віддачі продуктивності. У випадку синхронізації капітальних і технологічних інновацій відбувається і синхронізація коефіцієнтів чинника часу у виробничій сфері, наслідком чого є зміна параметрів виробничої функції.

Функціональна дія технологічних інновацій проявляється у розширенні шлюзу (або у скороченні часових обмежень у відтворювальних процесах) і збільшенні ширини потоку відтворення вартості у сфері виробництва. На практиці відбувається синхронізація й уніфікація функціонального прискорення віддачі продуктивності капіталу і прискорення формування амортизаційного фонду відтворення вартості, зростання обсягу акумульованої вартості. В часовому аспекті – зменшення часових розривів у реалізації інвестицій, виробничих процесів і прискорення формування інвестиційного фонду.

Структура і такт інноваційного циклу формуються в результаті реалізації двох чинників: динаміки технологічних інновацій та впливу (формування) інноваційного середовища. Інноваційний такт $TI \rightarrow KI \rightarrow TI$ має об'єктивну сутність і включає реалізацію синергетичного закону розвитку організації. В цьому контексті можна говорити про власне реалізацію інноваційного циклу як характеристику інноваційного розвитку. Сам цикл характеризує динаміку реалізації інновацій в економіці.

Імплементация функціональності часу в інноваційну виробничу функцію базується на темпоральній структурі інноваційного циклу. Можна прийняти часовий лаг, який дорівнює такту розвитку й тривалості інноваційного циклу як співвідношення циклів ділової активності, де a – цикл мінімального періоду технологічної динаміки (цикл Жюгляра):

$$a + 3a + 16a = \text{довгий цикл К - хвиля, або } t_1 + 3t_1 + 16t_1 = t_1 + t_2 + t_3. \quad (7)$$

В інноваційному виробництві наявний функціональний зв'язок динаміки вартості нематеріальних активів і технологічних інновацій, нематеріальних активів та амортизаційних відрахувань, динаміки технологічних інновацій і прибутку підприємства. В контексті теми інноваційної виробничої функції інноваційний розвиток як цільова функція – це реалізація технологічно-капіталовітворювального дубль-циклу, в якому ступінь реалізації як комплекс кількісно-якісних змін в організації є функцією динаміки інноваційного прибутку.

За виконання умови такого типу зв'язку стає можливим побудова однофакторної загальної моделі інноваційного розвитку:

$$V_G = fQ(T;K;L) = fl_{pr}. \quad (8)$$

При побудові моделі галузі із визначеним періодом, описаним вище як залежність виду $t_1 + 3t_1 + 16t_1 = t_1 + t_2 + t_3$, за коефіцієнт інноваційного розвитку прийматиметься коефіцієнт допоміжного члена регресійного рівняння, де за різних інших значень регресантів значення прибутковості методологічно ідентичне, а в моделі кількісно еквівалентне вільному коефіцієнту й опосередковано відобразатиме мультиплікативний ефект інноваційного розвитку підприємства і коефіцієнт реалізації інноваційного розвитку.

За будь-якої інтерпретації виробничої функції коефіцієнт інноваційного розвитку буде виражений значенням вільного коефіцієнта рівняння регресії.

В регресійних моделях інноваційного виробництва цільовою функцією (Y) необхідно обрати динаміку прибутковості. Розподіл прибутковості матиме обов'язково функціональну основу, оскільки випадкових збурень у модель інноваційного прибутку не вводиться. За незалежні змінні обрано показники динаміки технологічних інновацій, капітальних інновацій, амортизаційних відрахувань (як зворотній, від'ємний вектор капітальних інновацій), динаміка формування вартості нематеріальних активів (вектор, зворотній технологічним інноваціям). Таким чином, функція інноваційного розвитку, що визначатиме його об'єм, набуде вигляду:

$$Y(Q;Pr) = f(lpr); fV_{in} (\text{об'єм реалізації інноваційного циклу}); fV_r (\text{об'єм інноваційного росту}). \quad (9)$$

Виходячи з концепції прибутку, в інвестиційній моделі інноваційної виробничої функції продуктивність консолідується за 3 векторами реалізації (продуктивність інновацій, якість персоналу, консолідація інноваційного прибутку):

$$\begin{cases} Y(Q) = K^{\alpha}, (L); L^{\beta}, \\ T = fL^{\beta} \end{cases}, \quad (10)$$

де j, i – коефіцієнти характеристики персоналу: рівень кваліфікації, інформатизації виробництва (робочого місця) + якість інформації;

$$I = f(Q; lpr), \quad (11)$$

де збільшення I (інвестицій) досягається опосередковано через фінансування інноваційного прибутку підприємства.

Висновки. При побудові інноваційної виробничої функції слід виходити з вартісної моделі виробництва, оскільки такий підхід дозволяє врахувати параметри трансформації вартості виробничих чинників на цільову функцію.

Проблема імплементації впливу чинника часу розв'язується на основі моделі інноваційного циклу відтворення факторних складових інноваційного виробництва.

В інвестиційній моделі інноваційної виробничої функції продуктивність консолідується за 3 векторами: продуктивність інновацій, якість персоналу і консолідації інноваційного прибутку у формі інвестиційного фонду відтворення.

1. Горбачевська О.В. Графічні побудови в мікроекономіці. – Львів: ЛБІ НБУ, 2002. – 175 с.

2. Задорожна Н.В. Мікроекономічна функція виробництва і витрат: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 219 с.

3. Красильников О.Ю. Отражение структурных сдвигов в теориях экономического роста // Экономика: проблемы теории. – Саратов: Научная книга, 2001. – С. 15–23.

4. Леонтьев В.В. Избранные произведения: В 3 т. – М.: Экономика, 2006. – Т. 2: Специальные исследования на основе методологии «затрати-выпуск». – 644 с.

5. Технологічний імператив стратегії соціально-економічного розвитку України: Монографія / Л.І. Федулова, Ю.М. Бажал, В.Л. Осецький та ін.; За ред. д-ра екон. наук, проф. Л.І. Федулової; НАН України; Ін-т екон. та прогноз. – К., 2011. – 656 с.

6. Уолтерс А.А. Производственные функции и функции затрат: экономический обзор // Вехи экономической мысли. Теория фирмы / Под ред. В.М. Гальперина. – СПб.: Экономическая школа, 1999. – Т. 2. – С. 160–204.

7. Ястремський О.І., Грищенко О.Г. Основи мікроекономіки. – К.: Знання, 1998. – 674 с.

8. Lucas, R.E. Jr. (1981). Studies in Business Cycle Theory. Cambridge, Mass.: MIT Press. P. 300.

9. Romer, D. (2001). Advanced Macroeconomics. 2th ed. Extending the Solow model to include human capital. P. 133–143.

10. Solow, R.M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics, 70: 65–94.

Стаття надійшла до редакції 31.07.2012.