

Максименко С.В.
старший викладач кафедри
загальної економічної теорії
Одеського національного
економічного університету

ДЕЯКІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ В УКРАЇНІ

Постановка проблеми у загальному вигляді. Відновлення економічного зростання в Україні пов'язане, перш за все, з необхідністю підвищення життєвого рівня населення та виходом національної економки на траєкторію стійкого економічного розвитку. Досягнення поставленої мети з необхідністю передбачає: зростання ефективності національного виробництва на основі технічного прогресу, активізацію інноваційних потоків та перехід до інноваційного типу економічного зростання й розвитку. У зв'язку з цим виникає необхідність визначення моделі економічного зростання, яка є найбільш адекватною для вітчизняної економіки і яка надає можливість прогнозувати зростання ВВП в Україні у довготривалому періоді.

Аналіз досліджень і публікацій останніх років. В цілому слід зазначити, що за останнє десятиріччя економісти здійснили значний внесок у подальший розвиток теорій економічного зростання. Зокрема, Аметов Р. проаналізував сучасні види виробничих функцій, що враховують технічний прогрес, за допомогою яких здійснюється моделювання економічного зростання [1]. Калюжний В. надав досить цікаві пропозиції, що дозволяють удосконалити методи вимірювання впливу капіталу, праці та продуктивності на зростання ВВП [2]. Федулова Л.І. і Юхновська Т.М. відзначили загальний напрямок розвитку технологічного прогресу і технологічних можливостей країн, що розвиваються [3]. Унковська Т. здійснила аналіз передумов моделювання економічного зростання [4].

Виділення невирішених раніше частин проблеми. В останні роки вітчизняні економісти приділяють значну увагу саме проблемам використання виробничої функції при аналізі економічного зростання і вивченні динаміки сукупної продуктивності чинників виробництва. Однак, потребують подальшого удосконалення засоби визначення екстенсивної та інтенсивної складових економічного зростання з урахуванням втілення технічного прогресу у засобах праці та робочої сили.

Серед широко відомих моделей економічного зростання, що враховують технічний прогрес, у економічній літературі, як правило, виділяють модифікації моделей Дж. Р. Хікса, Р. Харрода та Р. Солоу. Перша і третя з названих моделей базуються на посиленнях неокласичної теорії. Друга є однією з версій посткейнсіанських моделей. На перший погляд, неокласичні моделі найбільш прийнятні для даного дослідження, оскільки їх застосування дозволяє зберегти однорідність аналітичного інструментарію. Разом із тим тільки одна з указаних трьох моделей - посткейнсіанська модель Р. Харрода, сумісна з умовами

динамічної рівноваги. І хоча дана умова не є обов'язковою для моделей трансформаційного типу внаслідок того, що імовірність досягнення динамічної рівноваги в економіці, яка розвивається, вкрай низька, однак введення її в модель надає можливість визначати динаміку рівноважного потенціалу економічного зростання, який може бути орієнтиром під час розробки довгострокових програм економічної політики держави.

Слід також зазначити, що в останні роки вітчизняні економісти приділяють значну увагу саме проблемам використання виробничої функції при аналізі економічного зростання і вивченні динаміки сукупної продуктивності чинників виробництва [4, с. 49]. Однак, потребують удосконалення засоби визначення екстенсивної та інтенсивної складових економічного зростання.

Мета. У даній статті ставиться мета визначити або розробити модель економічного зростання, що враховує технічний прогрес і його втілення у засобах праці та робочій силі.

Виклад основного матеріалу. Як вже було сказано, моделі економічного зростання, що враховують технічний прогрес, не завжди сумісні з умовою динамічної рівноваги. Це обумовлено тим, що технічний прогрес змінює співвідношення (структуру) певних параметрів і тому не кожен вид технічного прогресу дозволяє досягти збалансованого економічного зростання. Лише такий вид технічного прогресу забезпечує можливість рівноважного зростання, сумісного з повною зайнятістю, за якого виробництво і капіталоозброєність праці зростають в однаковому темпі, а капіталомісткість праці не змінюється. Це можливо лише за умови нейтрального за Харродом технічного прогресу, коли технологія виробництва може бути виражена виробничою функцією Кобба–Дугласа. Між тим, і в останньому випадку технічний прогрес завжди буде нейтральним за Харродом, тому що при технологіях, що описуються функцією $y = K^\gamma L^{1-\gamma}$, гранична продуктивність капіталу дорівнює $\gamma \left(\frac{L}{K}\right)^{1-\gamma}$, а

середня його продуктивність: $\left(\frac{L}{K}\right)^{1-\gamma}$. Коли незмінна перша, фіксована і друга, що відповідає критерію нейтральності технічного прогресу за Р. Харродом.

Таким чином, очевидно, що модель рівноважного економічного зростання, яка враховує технічний прогрес, має базуватися на виробничій функції Кобба–Дугласа або на модифікаціях останньої.

Разом із тим необхідно зазначити, що концепція виробничої функції Кобба–Дугласа базується на декількох серйозних спрощеннях, що значною мірою обмежує сферу її використання. Так, традиційна виробнича функція виду $y = AK^\gamma L^{1-\gamma}$, за умови $0 < \gamma < 1$ (де y – обсяг випуску, K – затрати капіталу, L – затрати праці, A – коефіцієнт масштабу, γ – коефіцієнт еластичності випуску продукції за затратами капіталу, $(1-\gamma)$ – коефіцієнт еластичності цього випуску за затратами праці) розглядається як виробнича функція, яка відображає лише екстенсивне розширене виробництво. Між тим, в параметрі еластичності γ містяться і характеристики інтенсивного зростання. Так, наприклад, зі зміною

параметра γ (коли $0 < \gamma < 1$) на 1% приросту капіталу і праці, як і до цього, припадає 1% приросту випуску продукції, однак коефіцієнт еластичності продуктивності праці за його капіталоозброєністю змінюється: зниження капіталовіддачі уповільнюється або прискорюється. Отже, змінюється і співвідношення між інтенсивною та екстенсивною складовими економічного зростання. Однак ця обставина не зазначається у традиційній інтерпретації виробничої функції Кобба–Дугласа.

Далі: будучи однією з форм вираження ступеневої залежності $P = AB^\gamma$ (де P – продуктивність праці, B – капіталоозброєність праці, A – коефіцієнт масштабу) виробнича функція Кобба–Дугласа відрізняється від неї наявністю додаткової умови, яка встановлює межі змін параметра γ : від 0 до 1. Таким чином виникає закономірне питання про економічну обґрунтованість меж змін параметру γ .

Очевидно, що нижня його межа економічно цілком обґрунтована, тому що від’ємне значення γ з’являється тільки тоді, коли внаслідок зростання капіталоозброєності праці відбувається зниження рівня продуктивності праці. Верхня ж межа параметра γ по суті є умовою переходу від ступеневої залежності $P = AB^\gamma$ до виробничої функції $y = AK^\gamma L^{1-\gamma}$ і передбачає більш швидке зростання капіталоозброєності праці у порівнянні з її продуктивністю. Отже, виробнича функція $y = AK^\gamma L^{1-\gamma}$ описує залежності, властиві лише для капіталомісткої форми технологічного прогресу, тоді як ступенева залежність $P = AB^\gamma$ дозволяє вільно описувати економічні зв’язки, характерні і для капіталозберігаючої його форми.

Для того, щоб виразити в рамках даного типу виробничих функцій не тільки екстенсивну, але й інтенсивну складову економічного зростання, робляться спроби модифікувати традиційну функцію Кобба–Дугласа [4, с. 45]. Причому, ці модифікації здійснюються, як правило, за двома напрямками. Перший пов’язаний із введенням у функцію третього члена, який залежить від часу і розглядається в якості заходу впливу інтенсивної складової на процес економічного зростання. Другий напрямок передбачає відмову від умови рівності одиниці суми параметрів еластичності виробничої функції і наступні виділення (через введення додаткових передумов) екстенсивної та інтенсивної складових економічного зростання.

Перетворення вихідної виробничої функції Кобба–Дугласа у контексті зазначеного вище першого напрямку за умови рівномірного змінення темпу технологічного прогресу приводить до функції виду $y = AK^\mu L^{1-\mu} e^{\lambda t}$, де μ та $(1-\mu)$ – коефіцієнти еластичності випуску продукції за інтенсивним зростанням відповідно до капіталу і трудових ресурсів, A – параметр сукупної ефективності чинників виробництва (темپ технічного прогресу), що приростає, e – основа натуральних логарифмів, t – час.

При цьому методі на частку приросту сукупної ефективності чинників виробництва припадає весь залишок приросту випуску продукції, не обумовлений суто кількісним збільшенням праці та капіталу. Таким чином, передбачається, що параметр λ акумулює в собі всі якісні зміни, що

відбуваються в економіці: технологічні нововведення, зростання кваліфікації робочої сили, підвищення рівня знань і поліпшення організації виробництва. Очевидно, що в цьому випадку зміст поняття (технічний прогрес) вже відрізняється від загальноприйнятого, оскільки сам прогрес не пов'язується з процесом заміщення праці капіталом і не виражається у прирості продуктивності праці. Більш того, технічний прогрес у даній виробничій функції залежить тільки від чинника часу і має екзогенний характер.

Другий напрямок модифікацій вихідної виробничої функції Кобба–Дугласа, як вже зазначалось, базується на передумові, згідно з якою сума коефіцієнтів еластичності виробничої функції не дорівнює одиниці: $e = AK^\alpha L^\beta$ при $\alpha + \beta \neq 1$. Особливість цієї модифікації полягає в тому, що її неможливо звести до прямої залежності продуктивності праці та її капіталоозброєності. Крім того, в модифікаціях цього напрямку використовується також передумова про незалежність впливу виробничих ресурсів на результати економічного зростання, тобто передбачається однорідність чинників виробництва за відсутності взаємозв'язку між процесами відтворення праці і капіталу. Але відносно незалежним чинником виробництва є лише чинник праці.

Далі, в рамках другого підходу здійснюється спроба визначити співвідношення між екстенсивною та інтенсивною складовими економічного зростання. Так, за наявності екстенсивних та інтенсивних чинників $\alpha + \beta > 1$, величина цього перевищення (тобто $\alpha + \beta - 1$) характеризує міру впливу інтенсивної складової на процес економічного зростання.

Уведення додаткових передумов дозволяє на основі модифікації виробничої функції, що розглядається, досягти більш точного розмежування екстенсивної та інтенсивної складових економічного зростання, а також опосередкованого зведення даної модифікованої функції до залежності продуктивності праці від її капіталоозброєності. Далі, після відповідних перетворень функція набирає вид: $P = AB^\mu e^{\lambda t}$, де $\mu = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$, $\lambda = \frac{\alpha + \beta - 1}{\alpha + \beta}$.

У цій модифікації залежності, що досліджується, технічний прогрес вже є ендогенним, тобто пов'язаним із якісними змінами в основному капіталі та робочій силі. Однак і в даному випадку темпи технічного прогресу відрізняються від темпу приросту продуктивності праці, що не дозволяє встановити зв'язок між інноваційними потоками і змінами величини суспільної праці.

У якості вихідних рівнянь під час конструювання вищезазначеної виробничої функції прийняті рівняння, які виражають взаємозв'язки між темпами приросту продуктивності праці і її капіталоозброєністю: $p = \gamma b$; $p = \mu b + \lambda$. Оскільки дані залежності спираються на динамічні часові ряди капіталоозброєності праці, то на їх основі можна відокремити капіталомісткий та капіталозберігаючий види технічного прогресу. Далі передбачається, що залежність $p = \gamma b$ характеризує співвідношення між двома названими видами технічного прогресу. Так, при $0 < \gamma < 1$ переважає капіталомісткий вид технічного прогресу, для якого властиві зростання продуктивності праці і

зниження капіталовіддачі. При $\gamma = 1$ має місце капіталонейтральний технічний прогрес: зростання продуктивності праці і стабільна капіталовіддача. Нарешті, при $1 < \gamma < \infty$ переважає капіталозберігаючий технічний прогрес: одночасне зростання продуктивності праці та капіталовіддачі.

У свою чергу залежність $p = \mu b + \lambda$ дозволяє визначити не тільки співвідношення між капіталозберігаючим та капіталомістким видами технічного прогресу, але й внесок кожного з них у приріст продуктивності праці. Так, за визначенням виробничої функції, параметр μ має змінюватися в межах від 0 до 1. У протилежному випадку інтерпретація цієї функції неможлива. Із умови $0 < \mu < 1$ однозначно випливає, що зростання капіталоозброєності праці на 1% веде до уповільнення збільшення його продуктивності. Отже, μb може характеризувати динаміку лише капіталомісткого технічного прогресу, тоді як λ настільки ж однозначно, характеризує динаміку капіталозберігаючого технічного прогресу. Так, при $\frac{p}{b} = \gamma < 1$ і $\frac{\lambda}{\mu b} < 1$ переважає капіталомісткий технічний прогрес; при $\frac{p}{b} = \gamma = 1$ і $\frac{\lambda}{\mu b} = 1$ здійснюється капіталонейтральний його вид; при $\frac{p}{b} = \gamma > 1$ та $\frac{\lambda}{\mu b} > 1$ домінує капіталозберігаючий технічний прогрес.

Оскільки між $\frac{p}{b} = \lambda$ та $\frac{\lambda}{\mu b}$ існує строга відповідність, то є підстави вважати, що $\frac{\lambda}{\mu b} = \frac{p}{b} = \gamma$. Це дозволяє встановити взаємну однозначну відповідність між параметрами μ та λ $\left[\mu = \frac{\gamma}{1 + \gamma}; \gamma = \mu + \mu^2 + \dots = \frac{\mu}{1 - \mu} \right]$, а також звести статистично нестійку двофакторну залежність $p = \mu b + \lambda$ до статистично стійкої однофакторної $p = \gamma b$.

Далі доцільно розглянути різні варіанти співвідношень капіталозберігаючого та капіталомісткого видів технічного прогресу за умови незмінної динаміки продуктивності праці, показав для цього залежність $\mu = f(b)$ при $p = \text{const}$.

З $\frac{\lambda}{\mu b} = \frac{p}{b} = \gamma$ за допомогою елементарних перетворень можна перейти до форми $\mu = \frac{p}{p + b}$. А з цього вже виходить, що при $p = \text{const}$, залежно від характеру змін b , μ змінюється по гіперболі, яка характеризується такими властивостями: $\mu = 1$ при $b = 0$; $\mu = 0,5$ при $b = 1$; $\mu = 0$ при $b = \infty$.

Оскільки $p - \lambda = \mu(b)$ та $\mu b = \frac{pb}{p + b}$, де $p = \text{const}$, то при $b = 0$ динаміка капіталомісткого технічного прогресу $\mu b = 0$, а при $b = \infty$ ця динаміка $\mu b = p$.

Для визначення залежності λ від темпу приросту капіталоозброєності праці, при $p = \text{const}$, необхідно розкласти параметр γ у нескінченно убиваючу

геометричну прогресію $\gamma = \mu + \mu^2 + \dots$. У підсумку виходить, що $\lambda(b) = \frac{\mu(b)}{1 - \mu(b)!}$,

$\lambda = \frac{p^2}{p+b}$. Це означає, що при $b=0$ динаміка капіталозберігаючої форми

технічного прогресу $\lambda = p$, а при $b = \infty$ ця динаміка $\lambda = 0$.

Примітно, що статистичні спостереження підтверджують існування зазначених варіантів співвідношень видів технічного прогресу і при знятті обмеження $p = \text{const}$.

Таким чином, визначена на основі гіпотези $\frac{\lambda}{\mu b} = \gamma$ динаміка капіталомісткого технічного прогресу дійсно залежить від темпу приросту капіталоозброєності праці. Ця обставина є наслідком того, що капіталомісткий технічний прогрес ґрунтується на процесі заміщення праці капіталом за умови незмінності технічного рівня останнього. У той же час між динамікою капіталозберігаючого виду технічного прогресу та темпом приросту капіталоозброєності праці взаємозв'язку немає. Капіталозберігаючий технічний прогрес індиферентний до процесу заміщення праці капіталом, адже ґрунтується на заміщенні вже функціонуючих видів капітального обладнання новими, більш ефективними його видами та визначається інтенсивністю його заміщення.

Далі, виявляючи взаємозв'язок між динамікою капіталомісткого виду технічного прогресу та темпами приросту капіталоозброєності праці можна прийти до висновку, що вона не піддається опису за допомогою лінійного рівняння і тому виникає необхідність переходу до нелінійних форм зв'язку: $p - \lambda = \mu(b)b$ при $0 < \mu b$, $0 < \lambda < p$.

До конкретної форми залежностей $\mu = f(b)$ та $p - \lambda = \mu(b)$ можна перейти наступним чином. Із виробничої функції $y = AK^\mu L^{1-\mu} e^{\lambda t}$ при $\frac{\gamma}{1+\gamma}$ та $\lambda = \mu p$

однозначно випливає: $p - \lambda = \mu(b)$; $\mu = \frac{\lambda}{p}$. Із цього виходить, що $p - \lambda = \frac{\lambda}{p}b$ або

$p^2 - \lambda p - \lambda b = 0$. Після вирішення цього рівняння та відкидання другого кореня

виходить: $p = \frac{\lambda}{2} + \left(\frac{\lambda^2}{4} + \lambda b \right)^{\frac{1}{2}}$.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Доведено, що з прискоренням темпу приросту капіталоозброєності праці ускладнюються умови заміщення праці капіталом, складаються передумови для виникнення незбалансованості процесів їх відтворення. Крім того, наведена вище виробнича функція пройшла ретельну експериментальну перевірку, яка показала можливості її широкого використання для визначення динаміки сукупної продуктивності чинників виробництва і розмежування екстенсивного та інтенсивного типів економічного зростання. У якості показника, що характеризує динаміку сукупної ефективності факторів виробництва, у даній

виробничій функції прийнято темп капіталозберігаючого виду технічного прогресу λ , для якого властива економія як праці, так і капіталу.

З цим видом технічного прогресу в рамках даної виробничої функції пов'язується й інтенсивний тип економічного зростання, частка якого визначається як $\frac{\lambda}{y}$. У той же час екстенсивний тип економічного зростання

визначається капіталомістким видом технічного прогресу та збільшенням кількості зайнятих у виробництві товарів і послуг. Із урахуванням середньорічного темпу приросту кількості зайнятих (l) частка екстенсивного типу економічного зростання визначається як $\frac{\mu b + l}{y}$. Таким чином

капіталомісткий вид технічного прогресу забезпечує економію праці лише за рахунок збільшення затрат капіталу.

Наведена вище модель економічного зростання, що враховує втілення технічного прогресу у капіталі й робочій силі, рекомендується до використання при здійсненні довгострокових прогнозів економічного зростання, як в розвинутій так і в трансформаційній економіці. Крім того, вона може бути використана при вивченні тенденцій динаміки сукупної робочої сили, її кваліфікаційної структури, а також при розробці програм державної політики у сфері зайнятості населення.

ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА

1. *Аметов Р.* Виробнича функція в економічному зростанні // Економіка України. – 2003. – № 12. – С. 40–52.
2. *Калюжний В.* Удосконалені й нові методи вимірювання впливу капіталу, праці та продуктивності на зростання ВВП // Економіка України. – 2003. – № 6. – С. 42–48.
3. *Федулова Л.І., Юхновська Т.М.* Інтеграція наукового потенціалу України в міжнародний науково-технологічний простір // Економіка і прогнозування. – 2013. – № 3. – С. 84–104.
4. *Унковская Т.* Макроэкономическое моделирование современные вызовы и перспективы развития // Экономическая теория. – 2013. – № 1. – С. 43–60.