

УДК 330.356.7:330.55:519.86

## **Методи і моделі прогнозування**

**Корольков В.В.**, канд. екон. наук,  
доцент факультету економіки та управління Запорізького  
національного технічного університету

### **ТЕХНОЛОГІЧНА ДОМІНАНТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ, ЗАСНОВАНОЇ НА ЗНАННЯХ: ЕВОЛЮЦІЯ МОДЕЛІ ВИРОБНИЧОЇ ФУНКЦІЇ**

*Досліджено еволюційні зміни умов розвитку економічних систем і пріоритетів економічного зростання від накопичення багатств в епоху ранніх меркантилістів до сучасного сталого розвитку економічних систем, які засновані на знаннях. Виконано аналіз змін виду виробничої функції. Визначено залежність виду виробничої функції від умов розвитку економічних систем, зміни якісної складової як екзогенних, так і ендогенних факторів, переходу від переважно екстенсивного до переважно інтенсивного економічного розвитку.*

Історія економічних систем має періоди як плавного еволюційного розвитку, так і інноваційних перетворень, котрі іноді спричиняють докорінну зміну самої економічної системи. Якщо у першому випадку майбутнє легко прогнозується за сформованими тенденціями, то у другому – невизначеність значно обмежує обрій прогнозування через зміну самих тенденцій. В окремих випадках, коли радикальні перетворення відбуваються найбільш інтенсивно, зміни розвитку економіки стають настільки суперечливими, що обриси майбутнього важко визначити. У такі періоди для забезпечення ефективного державного управління вкрай важливо визначити мету й стратегію розвитку, що дозволили б згрупувати нововведення навколо деякого певного вектора напряму розвитку економічної системи. Прийняття рішень на всіх рівнях управління – як у бізнес-середовищі, так і на рівні державного управління – потребує застосування методів економіко-математичного моделювання, заснованого на адекватних моделях. Для прогнозування поведінки економічної системи в умовах її еволюційного розвитку розроблено достатньо багато економіко-математичних моделей, але при управлінні будь-якою системою найбільша потреба у прийнятті правильного рішення виникає в умовах змін, саме тоді, коли адекватність еволюційних моделей істотно зменшується.



Поточний етап розвитку суспільства характеризується зростанням ролі знань, які базуються на інтелектуальній праці й формують інтелектуальний капітал, чого не спостерігалось раніше. Набуття знань матеріалізується у технологіях [1]. Тому домінуючий вплив технологій на розвиток знаннємістких економічних систем вимагає дослідження і вивчення, зокрема для підвищення адекватності економіко-математичного моделювання.

Умови економічного зростання та його прогнозування за допомогою економіко-математичних моделей досліджуються в роботах таких вітчизняних економістів, як А.Александрова, Ю.Бажал, О.Білорус, А.Гальчинський, В.Геець, В.Горбулін, Б.Данилишин, М.Згуровський, Б.Кваснюк, Ю.Кіндзерський, С.Кіреєв, О.Лапко, Д.Лук'яненко, В.Новицький, Ю.Павленко, Ю.Пахомов, А.Поручник, С.Сіденко, М.Скрипниченко, А.Сухоруков, С.Соколенко, В.Точілін, А.Філіпченко, А.Чухно, О.Шнипка, С.Шумська, М.Якубовський та інших.

Дослідження особливостей економічного зростання у перехідних економіках представлені в роботах таких російських економістів, як Л.Абалкін, Є.Балабанова, О.Варшавський, Є.Гайдар, С.Глазєв, О.Дагаєв, Г.Клейнер, Б.Кузик, Н.Кузнєцова, В.Курзенєв, Ф.Кушнірський, В.Макаров, Ю.Яковець та інших.

Серед зарубіжних досліджень із цієї проблеми слід визначити роботи М.Абрамовітца, Ф.Агійона, Г.Бекера, В.Вельфе, Х.Гроссмана, Є.Домара, Р.Дугласа, Н.Калдора, М.Калескі, Дж.Кейнса, Ч.Кобба, В.Леонтьєва, Р.Лукаса, Г.Менк'ю, С.Мілля, Л.Пазинетті, Ф.Рамсея, Дж.Робінсон, П.Ромера, У.Ростоу, Р.Солоу, Я.Тинбергена, Х.Удзави, Р.Харрода, Х.Хелпмана, Дж.Хікса, П.Хоувітта, Е.Шешинські, Й.Шумпетера, К.Ерроу, Е.Юнга та інших. Заслуговують на увагу останні дослідження неприбуткової організації Conference Board [2], штаб-квартира якої знаходиться у США.

Складність вивчення питань розвитку економічних систем визначається неможливістю проведення експерименту для перевірки тієї або іншої гіпотези. Тому дослідники змушені будувати й перевіряти свої гіпотези на підставі спостережень за фактичними виявами економічних процесів. Відповідно до теорії катастроф [3] більшість процесів, які збурюють економічну систему, приховані, за ними не вдається спостерігати. Таким чином, спостерігач може фіксувати тільки вияви наслідків цих процесів у тій чи іншій проекції. З цих причин дослідники змушені ототожнювати спостережувані вияви із самим процесом. Як наслідок, висновки дослідників адекватні досліджуваному процесу тільки в певних умовах, зміна яких спричинює неадекватність моделей.

Економічне зростання завжди супроводжувалося технологічним відновленням усіх сфер діяльності людини – від виробництва до самого способу життя. За досягнутим рівнем технологій можна оцінювати ступінь розвитку тієї або іншої держави. Разом із тим дотепер залишається відкритим питання



первинності впливу економіки й технологій на прискорення економічного зростання. Дехто вважає, що інноваційне відновлення технологій стимулює економічне зростання, інші ж – що економіка сприяє розвитку технологій через інвестиційний механізм. У чомусь праві й перші, й другі: всі вони мають підстави для своїх тверджень. Але феномен одночасного розвитку технологій і економічного зростання ні в кого не викликає сумніву [4]. Можливо, він є різними виявами якогось більш глибокого процесу, прихованого від дослідника. Це питання також вимагає свого вирішення.

Початок формування теорії економічного зростання багато авторів відносять до XV–XVII ст. [5]. До кінця XVIII ст. уже накопичилася інформація про закономірності розвитку економічної системи, котру проаналізували й формалізували у вигляді перших економіко-математичних моделей класики основ економічної теорії Д.Юм, А.Сміт, Т.Мальтус, Д.Рікардо.

Класична політична економія досягає кульмінації у вченнях Джона Стюарта Мілля [6]. У роботах С.Мілля вперше представляється класична виробнича функція (ВФ):

$$Y_t = F(K_t, L_t, N_t), \quad (1)$$

де:  $K$  – змінна, що представляє капітал як фактор виробництва;  $L$  – змінна, що представляє працю як фактор виробництва;  $N$  – змінна, що представляє землю як фактор виробництва.

У цій функції С.Мілля формалізував широко розповсюджену ідею про те, що випуск кінцевого продукту є функцією праці, капіталу й землі. Він обґрунтував, що зростання випуску кінцевого продукту залежить від збільшення ресурсів, що витрачаються, продуктивності та ефективності їхнього використання [5]. Відповідно до економічної теорії основним показником економічного зростання визначається результат виробництва – валовий продукт, а ВФ стає моделлю економічного зростання.

Найбільш динамічної зміни ВФ зазнала у XX ст. Її генеза відображає технологічні зміни, що відбуваються у всіх сферах діяльності людини і впливають на зміни самої економічної системи. Американськими вченими Ч.Коббом та Р.Дугласом була сформульована гіпотеза побудови ВФ виду:

$$Y_t = f(K_t, L_t) = AK_t^\alpha L_t^\beta, \quad (2)$$

де:  $Y$  – обсяг виробництва,  $A$  – коефіцієнт пропорційності,  $\alpha$  і  $\beta$  – коефіцієнти еластичності виробництва за витратами капіталу і трудових ресурсів, при цьому  $\alpha + \beta = 1$ .

Аналіз статистичної інформації про залежність обсягів випуску від значення капітальних і трудових ресурсів по промисловості США за період із 1892 р. до 1922 р. дозволив створити систему рівнянь у логарифмічному вигляді:



$$\ln Y_t = \ln A + \alpha \ln K_t + \beta \ln L_t, \quad (3)$$

де:  $Y_t$ ,  $K_t$ ,  $L_t$  – фактичні значення показників, які зібрані за результатами досліджень. За методом найменших квадратів були знайдені значення  $A$ ,  $\alpha$  і  $\beta$ , які мінімізують вираз:

$$\sum_{1899}^{1922} (\ln Y_t - \ln A - \alpha \ln K_t - \beta \ln L_t)^2. \quad (4)$$

Знайдені значення параметрів дорівнювали  $A \approx 1,01$ ,  $\alpha \approx 0,25$ , відповідно  $\beta \approx 0,75$ . Межі взаємозамінності праці й капіталу визначались існуючим рівнем технічного розвитку. В моделі Кобба–Дугласа теоретично можлива безмежна заміна цих факторів. Функція також не враховує змін якості виробничих факторів, земля зовсім не береться до уваги.

Спостереження за подальшим економічним зростання визначило значні коливання параметрів ВФ Кобба–Дугласа, що свідчило про вплив раніше не визначеного фактора. У 1942 р. економіст із Голландії Я.Тінберген спробував урахувати вплив цього фактора на економічне зростання. У його інтерпретації ВФ стала мати такий вигляд:

$$Y_t = A \times K_t^\alpha \times L_t^{1-\alpha} \times e^{rt}, \quad (5)$$

де:  $e^{rt}$  – кінетична компонента (фактор часу). ВФ такого роду – найпростіший вигляд динамічної функції. Фактор  $r$  у різних джерелах має різні трактовки. Його називають "показником технічних змін", "змінною ефективності виробництва", "індексом ефективності" і навіть "мірою нашого неуявлення". Компоненту  $e^{rt}$  визначають також як "залишок Абрамовітца". Американський економіст М.Абрамовітц досліджував цей тип ВФ у середині 50-х років і показав, що аналіз сучасного виробництва тільки з позиції кількісних факторів не враховує змін, пов'язаних із розвитком науково-технологічного прогресу (НТП).

Наступним кроком генези ВФ було розкриття динамічного характеру розвитку, за якого випуск поточного періоду залежить від випуску попереднього періоду. Відповідно до кейнсіанської економічної теорії темпи економічного зростання залежать від схильності суб'єктів господарювання до споживання і заощадження. Заощадження розглядались як накопичення для подальших інвестицій. У цьому була закладена основа обліку динаміки економічного розвитку, яка знайшла подальший розвиток у роботах Р.Харрода та Є.Домара [7, 8]. Початковими були такі посилання.

Р.Харрод вважав, що інвестиції дорівнюють приросту капіталу.

$$I = dK / dt, \quad (6)$$

де:  $dK$  – приріст капіталу;  $dt$  – проміжок часу, протягом якого відбувся приріст капіталу.



Водночас зв'язок сукупного попиту  $Y$  із інвестиційним попитом  $I$  у найпростішій моделі економіки має вигляд:

$$Y = I / S_Y, \quad (7)$$

де:  $I = S$  – інвестиції, які дорівнюють заощадженню;  $I/S_Y$  – мультиплікатор Кейнса;  $S_Y = S/Y$  – схильність до заощадження.

Оскільки сума заощаджень і споживання в економіці одного періоду дорівнює доходу цього періоду, тобто  $Y = S + C$ , то схильність до заощадження завжди буде менше одиниці. Використовуючи (6) і (7), темп економічного зростання може бути представлений таким рівнянням:

$$G_Y = S_Y / v, \quad (8)$$

де:  $G_Y$  – приріст випуску ВВП;  $v$  – гранична капіталомісткість випуску, яка представляє співвідношення приросту капіталу до приросту випуску ( $v = dK/dY$ ).

З іншого боку, враховуючи (6), маємо:

$$G_K = (dL/dt) / K = S_Y / k_Y, \quad (9)$$

де:  $G_K$  – приріст капіталу;  $k_Y = K/Y$  – середня капіталомісткість.

Для забезпечення гарантованого економічного зростання (*warrant*) відповідно до Р.Харрода необхідно, щоб гранична капіталомісткість дорівнювала середній капіталомісткості  $v = k_Y$ , а кількість інвестицій – добутку середній капіталомісткості випуску на його приріст  $I = k_Y(dY/dt)$ :

$$G_{wr} = G_K = (S_Y / k_Y). \quad (10)$$

Згідно з Р.Харродом економічне зростання, означене рівнянням (10), є виправданим, тому що воно визначене схильністю до заощадження і технологічними зрушеннями, котрі, як вважав Р.Харрод, зумовлюються темпами приросту капіталу і середньою капіталомісткістю.

Таким чином, у моделі Кейнса–Харрода–Домара розглядаються тільки зрушення у структурі капіталу та їхній вплив на економічне зростання. Крім того, домінує розгляд попиту, а обмеження з боку пропозиції відсутні. Можливості структурних зрушень між працею і капіталом, які взаємно заміщуються, в моделі також відсутні.

Модель Р.Солоу була наступною формою ВФ [9]. Вона гармонійно об'єднувала гіпотези, закладені в попередніх моделях Кобба–Дугласа і Кейнса–Харрода–Домара. У диференціальній формі зв'язок між випуском, капіталом і працею був представлений у вигляді:

$$dY/dt = F_K dK/dt + F_L dL/dt, \quad (11)$$

де:  $F_K$  і  $F_L$  – частки, похідні ВФ  $F$  за  $K$  і  $L$  відповідно.

Ураховуючи ідеї моделі Кобба–Дугласа, рівняння (11) можна переписати так:

$$G_Y = \alpha_K G_K + \alpha_L G_L, \quad (12)$$



де:  $\alpha_K$  і  $\alpha_L$  – частки, логарифмічні похідні  $F$  за  $K$  і  $L$  відповідно, причому  $\alpha_K + \alpha_L = 1$ .

Якщо сукупний попит (7) дорівнюватиме пропозиції, то враховуючи (9), рівняння (12) буде представлено як:

$$G_Y = \alpha_K S_Y / k_Y + \alpha_L G_L. \quad (13)$$

Тоді відповідно до (12) і (13) темп приросту випуску ВВП дорівнює комбінації оптимального за Р.Харродом темпу приросту випуску і темпу приросту праці з коефіцієнтами еластичності випуску щодо праці й капіталу відповідно. З цього Р.Солоу вперше зробив висновок, що можливість заміщення праці та капіталу у довгостроковому періоді обмежує економічне зростання приростом трудових ресурсів (праці). Цей висновок зруйнував існуючу теорію про те, що проблема зростання полягає у збільшенні схильності до заощадження і зрушенням до заощадження в структурі отриманого доходу.

Р.Солоу належать перші дослідження функціональної залежності обсягів виробництва від НТП [10]. В умовах неокласичної моделі економічного зростання діє золоте правило нагромадження, яке визначає, що фонд споживання на душу населення збільшується якнайшвидшим темпом, якщо норма заощаджень дорівнює еластичності обсягу випуску за капіталом. У моделі Р.Солоу стабільна траєкторія зростання можлива при збіганні траєкторій структурного зрушення капіталу і трудових ресурсів. Така траєкторія одночасно відповідає вимогам оптимальної траєкторії за Р.Харродом. Крім того, траєкторія, за Р.Харродом ( $G_Y = G_K$ ), є траєкторією збалансованого зростання, вздовж якої утримується рівність темпів приросту споживання і випуску ( $G_Y = G_C$ ).

Надалі питання структурних зрушень щодо економічного зростання досліджувалися Дж.Робінсон, Н.Калдором, Л.Пазинетті. В їхніх роботах одержала подальший розвиток ідея Дж.Кейнса і М.Калескі про те, що заощадження потрібно розглядати не як функцію від доходу, а як функцію від його розподілу. Як джерела для заощаджень, з одного боку, розглядалася отримана заробітна плата, а з іншого – отриманий підприємницький прибуток. Таким чином, була виявлена залежність структурних зрушень і ставки відсотку.

Подальших змін модель економічного зростання зазнала в роботах Х.Удзави [11]. За дослідженнями Х.Удзави, блок виробництва національного продукту поділяється на два взаємопов'язаних комплекси: комплекс споживчих товарів і послуг та інвестиційний комплекс. Для кожного комплексу застосовуються неокласичні ВФ:  $Y_C = F_C(K_C, L_C)$  – для споживчого комплексу і  $Y_I = F_I(K_I, L_I)$  – для інвестиційного комплексу.

Використання ВФ надає можливість визначити приріст випуску в кожному комплексі як лінійну комбінацію приросту капіталу і трудових ресурсів:



$$dY_C / dt = F_{CK} dK_C / dt + F_{CL} dL_C / dt, \quad (14)$$

$$dY_I / dt = F_{IK} dK_I / dt + F_{IL} dL_I / dt, \quad (15)$$

де:  $F_{CK}, F_{CL}$  – частки, похідні за  $K_C, L_C$ , а  $F_{IK}, F_{IL}$  – частки, похідні за  $K_I, L_I$ .

Після декількох перетворень отримуємо, що темп економічного зростання за моделлю Х.Удзави, як і за моделлю Р.Солоу, дорівнює:

$$G_Y = \alpha_K G_K + \alpha_L G_L, \quad (16)$$

де:  $\alpha_K = rk_Y (P_I / P)$ ,  $\alpha_L = (L/Y) (W/P)$  – у випадку досконалої конкуренції;  $\alpha_K = rk_Y (P_I / mP)$ ,  $\alpha_L = (L/Y) (W/mP)$  – у випадку недосконалої конкуренції;  $r$  – норма відсотка;  $W$  – рівень заробітної плати;  $P$  – загальний індекс цін;  $P_I$  – індекс цін інвестиційних товарів;  $k_Y$  – середня капіталомісткість;  $m$  – рівень монополізації ринку;  $\alpha_K + \alpha_L = 1$ .

Двоблочна модель Х.Удзави (16) об'єднує співвідношення змін між капіталом і трудовими ресурсами, між споживчим та інвестиційним комплексом, між поділом доходу на заробітну плату і прибуток, які залежать від індексу цін, ставки відсотка і рівня монополізації ринку, за рахунок конкретизації коефіцієнтів  $\alpha_K$  і  $\alpha_L$ . Модель Х.Удзави виявляє також нові властивості факторів ВФ. До ВФ уводиться функція ефекту праці:

$$Y(t) = F(K(t)A(t)L_k(t)), \quad (17)$$

де:  $A(t)$  – ефект праці;  $L(t)$  – кількість праці.

Період постіндустріального розвитку характеризується переміщенням фокусу уваги зі звичайного капіталу на фактор впливу людського капіталу, який характеризується рівнем кваліфікованої праці. ВФ зазнає таких змін:

$$Y = F(L_Q, K), \quad (18)$$

де:  $L_Q$  – інтегрований показник, який об'єднує кількість трудових ресурсів  $L$  і якість трудових ресурсів  $Q$ .

У диференційному розкладенні ця функція має вигляд:

$$G_Y = \alpha_Y G_L + \alpha_Q G_Q + \alpha_K G_K, \quad (19)$$

де:  $G_L, G_Q, G_K$  – темп приросту відповідного ресурсу;  $\alpha_L + \alpha_Q + \alpha_K = 1$ .

Уведення поняття кваліфікованого і некваліфікованого трудового ресурсу і врахування цього у ВФ дозволяє визначити, що в довгостроковому періоді темп економічного зростання може підтримуватися навіть за відсутності темпів приросту трудових ресурсів. Резерви економічного зростання реалізуються за рахунок структурних зрушень між кваліфікованою і некваліфікованою працею. Нові технології безпосередньо потребують збільшення частки  $\alpha_Q$ , тому рівень оцінки розвиненої економіки може визначатися співвідношенням  $\alpha_L$  і  $\alpha_Q$ .

Технологічна домінанта та нові уявлення про процес економічного зростання підштовхнули початок досліджень впливу НТП як екзогенного фактора. Перші згадки про екзогенний НТП зустрічаються у роботах Я.Тінбергена,



якій увів до ВФ (5) кінетичну компоненту для врахування цього фактора. М.Абрамовітц і Р.Солоу продовжили дослідження впливу цієї компоненти на економічне зростання [12].

Найбільшого визнання тоді набула модель технічного прогресу Дж.Хікса. У своєму аналізі він також розглядає два факти економічного зростання: трудові ресурси й капітал. Він визначає три типи НТП: нейтральний НТП, НТП, що зберігає трудові ресурси, і НТП, що зберігає капітал. Відповідно ВФ має вигляд  $Y = AF(K, L)$ , де  $A$  – технологічний параметр (у ефективних одиницях), який визначає темпи приросту випуску від факторів виробництва. Ефективні одиниці трудових ресурсів показують, скільки реальних одиниць праці й капіталу потрібно було би витратити на виробництво продукції при відсутності НТП. Якщо Я.Тінберген і М.Абрамовітц розглядали НТП як автономний вплив екзогенного фактора без змін витрат ресурсів, то дослідження Дж.Хікса матеріалізують НТП. Тип НТП, за Хіксом, визначається значенням норми заміщення  $\xi$ :

$$\xi = dK / dL, \quad (20)$$

якщо:

$$\frac{\xi}{dt} = \begin{cases} < 0 & \text{НТП, що є трудомістким} \\ = 0 & \text{НТП, що є нейтральним} \\ > 0 & \text{НТП, що є фондомістким} \end{cases} \quad (21)$$

Таким чином, у 50–80-ті роки в роботах Р.Харрода, Є.Домара, Р.Солоу, Дж.Хікса, Х.Удзави було запропоновано концепцію екзогенного НТП, який впливає ззовні. Ця концепція не дає достатньо цілісної оцінки, тому у 80-х роках з'являються моделі ендегенного НТП, засновані на ідеї накопичення людського капіталу.

Моделі з ендегенним НТП були запропоновані Ф.Агійоном, П.Хоувіттом, П.Ромером та іншими.

У моделях Ф.Агійона і П.Хоувітта [13] зростання досягається завдяки конкуренції між фірмами, що впроваджують технологічні нововведення. Збільшення інтенсивності потоку інновацій, масштабу впливу інновацій на економіку і частки кваліфікованої робочої сили, котра пов'язана з виробництвом проміжних товарів (людський капітал у сфері НДДКР), веде до зростання та розвитку економіки.

Пошук шляхів підвищення адекватності ВФ реальним процесам продовжується. Перехід до інформаційного суспільства і розвиток економіки, що заснована на знаннях, актуалізує нові фактори, що мають суттєвий вплив на макроекономічну динаміку.

Модель К.Ерроу є найпримітнішою серед моделей ендегенної концепції. Е.Шешинські конкретизував цю модель, основою якої було забезпечення





навчання з використанням основних фондів. У моделі Е.Шешинські ВФ має такий вигляд:

$$Y = F(\psi L, K), \quad (22)$$

де:  $\psi$  – коефіцієнт ефективності праці, який цілком визначається обсягом використаного основного капіталу, що накопичує минулі інвестиції.

З початку 90-х років виникає напрям "нового неокласицизму", котрий зосереджується на інноваційній діяльності з урахуванням накопичення людського капіталу. ВФ зазнає нових змін. Модель ВФ, яку запропонував П.Ромер, дозволяє розглядати рівноважне економічне зростання в умовах відсутності зростання зайнятості та екзогенного НТП, що забезпечується впливом нових технологій як на ефективність праці, так і на ефективність капіталу, котрий використовується у виробництві. У загальному вигляді модель П.Ромера має такий вигляд [14]:

$$Y = F(\psi_L L, \psi_Q Q, K), \quad (23)$$

де:  $\psi_Q, \psi_L$  – коефіцієнти ефективності праці, що залежать не від обсягу основного капіталу (накопичених інвестицій), як це було у моделях Эрроу–Шешинські, а від якості безлічі технологічних розробок (матеріалізованих в основному капіталі);  $K$  – фізичний обсяг (індекс) капіталу, який дозволяє дезагрегацію основного капіталу за різними типами  $K_j$ , кожен з яких відповідає деякій технологічній розробці  $j$  з множини  $J$ .

Відповідно до поглядів П.Ромера економіка поділяється на три основні сектори. У першому дослідницькому секторі відтворюються нові знання:

$$\hat{A} = \delta * H_a * A, \quad (24)$$

де:  $H$  – людський капітал;  $A$  – існуючий запас знань;  $\delta$  – параметр наукової продуктивності. У другому – знання трансформуються в засоби виробництва (матеріалізуються у технологічне обладнання). Третій сектор із використанням засобів виробництва, ресурсів праці та людського капіталу забезпечує випуск кінцевої продукції. Капітал  $K$  у моделі П.Ромера виглядає як сума його складових  $x$ , котрі витрачені на придбання необхідних засобів виробництва:

$$Y(H_y, L, x) = H_y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^{\infty} x_i^{1-\alpha-\beta}, \quad (25)$$

де:  $x$  – список засобів виробництва, які використовуються одною фірмою для випуску кінцевої продукції;  $\alpha, \beta$  – деякі технологічні параметри.

Подальша тенденція дослідження властивостей ВФ та її використання для прогнозування розвитку пов'язана з уведенням нових ендогенних факторів, а також побудови імітаційних моделей, які використовують як екзогенні, так і ендогенні зміни. Щодо цього заслуговують на увагу роботи Ф.Кушнірського. Досвід визначення детермінант зростання потенціалу на прикладі Польщі наведений у роботах В.Вельфе [15].



Порівняльний аналіз видів та практики використання розглянутих ВФ для моделювання економічних процесів наведено в роботах С.Шумської [16]. Але дослідження ВФ, пошук нових властивостей, розвиток модельних конструкцій продовжується й наразі.

У сучасних дослідженнях науковців щодо формування моделей ВФ умовно можна визначити такі напрями.

Перший – це побудова моделі розширеної ВФ, запропонована М.Скрипниченко. За пропозицією автора, оцінка розриву ВВП визначається різницею рівнів реального і потенційного ВВП за відповідними роками економічної динаміки ( $Y-Y^*$ ). Факторні зміни розширеної ВФ представлено індексами інтегральних показників (виробничого, людського, інноваційно-технологічного, фінансового, зовнішньоекономічного) [17].

Другий напрям пов'язаний із побудовою моделей ендогенного зростання [18].

Третій напрям розкриває нові можливості забезпечення економічного зростання за рахунок використання інтелектуальної праці і знань. У роботі [19] В.Вельфе пропонує довгострокову модель розвитку економіки, яка заснована на знаннях.

Відповідно до методології, застосованої організацією Conference Board, сукупний ВВП формується за рахунок капітальних витрат, які поділяються на шість складових: комп'ютерне обладнання, програмне забезпечення, телекомунікаційне обладнання, житлові приміщення, будівлі і споруди, транспортне обладнання і машини. Праця поділяється на кваліфіковану і некваліфіковану. Це є сучасним продовженням генези виробничої функції, але поділ капіталу є досить умовним і відбиває тільки намір врахувати цілі використання капіталу і тому потребує подальшої систематизації його можливого використання з визначенням нормативного ефекту від цього. Такий підхід дозволить оцінювати інноваційні програми розвитку та інвестиційні проекти як на рівні окремого суб'єкта господарювання, так і держави загалом.

Проведене дослідження дозволяє встановити закономірності генези становлення ВФ та її подальшого розвитку. Всі нові форми ВФ, з одного боку, є адекватними проєкціями змін самої економічної системи, а з іншого – показують, як змінюються погляди економістів в результаті спостережень за змінами економічної системи.

Підсумовуючи, можна зробити такі висновки.

*По-перше*, генеза ВФ супроводжується зміною самої мети економічного зростання. Протягом тривалого часу змінюються погляди на економічне благополуччя від накопичення багатств, що було властиве меркантилістам, до сучасного поняття економічного благополуччя, котре дедалі частіше ототожнюється зі сталим розвитком, який передбачає економічне зростання при збереженні екологічного стану довкілля.



*По-друге*, генеза ВФ супроводжується зміною технологій, що охоплюють не тільки сферу виробництва, а й усі сфери діяльності людини. ВФ змінюється відповідно до зміни відношень в економічній системі від торгівлі та ремесла до індустріального, постіндустріального й інформаційного суспільства, котре удосконалює фінансові інструменти, форми і методи проведення господарської діяльності.

*По-третє*, генеза ВФ відбиває зміну поглядів економістів під впливом накопичення знань про розвиток економічної системи. З розвитком економічної системи ВФ змінює свою форму від статичної двофакторної моделі, до динамічної багатофакторної, яка враховує структурні зміни не тільки між трудовими ресурсами і капіталом, а також між заощадженням і споживанням, між заробітною платою і прибутком та навіть між кваліфікованою і некваліфікованою працею, різними формами матеріалізації технологій.

Генеза ВФ відбуватиметься й надалі разом із розвитком самої економічної системи, встановленням нових викликів часу. ВФ уже набула суттєвих змін із розвитком науково-технічного прогресу, переходом від переважно екстенсивного до переважно інтенсивного розвитку, від екзогенних до ендогенних факторів економічного зростання.

На сучасному етапі генеза враховує зміни економічної системи під впливом людського капіталу. Аналіз генези дозволяє прогнозувати подальший напрям становлення ВФ. Проблемою є врахування у ВФ факторів, притаманних умовам переходу від постіндустріальної економіки до економіки, заснованої на знаннях. Це потребує подальшого уточнення ВФ за умови використання інтелектуальної праці та її продукту – інтелектуального капіталу. Важливо враховувати показники використання природи та усувати наслідки як техногенних катастроф, так і повсякденного впливу на екологічний стан довкілля.

Все це є передумовами для формування нової концептуальної ВФ з урахуванням технологічної домінанти, що дозволить адекватно моделювати сталий розвиток економічних систем.

### **Література**

1. *Корольков В.В.* Новая парадигма экономического роста в условиях интернационализации // Economic growth in conditions of internationalization. Fourth Edition of International Scientific Conference (September 3–4, 2009). – Chisinau, 2009. – С. 32–42.
2. The Conference Board and Groningen Growth and Development Centre [Електронний ресурс] / Total Economy Database. – 2010. – January. – Доступний з: <<http://www.conference-board.org/economics/>>.
3. *Арнольд В.И.* Теория катастроф. – [3-е изд., доп.]. – М. : Наука, 1990. – 128 с.
4. *Корольков В.В.* Особенности учета фактора технического прогресса в производственной функции // Економіка і прогнозування. – 2009. – № 2. – С. 97–110.



5. *Блауг М.* Экономическая мысль в ретроспективе. – М. : "Дело Лтд", 1994. – 720 с.
6. *Милль Дж.* О свободе // Наука и жизнь. – 1993. – № 11. – С. 10–15; № 12. – С. 21–26.
7. *Харрод Р.Ф.* К теории экономической динамики. – М. : Изд-во иностр. лит., 1959.
8. *Domar E.* Expansion and employment // Amer.Econ.Rev. – 1947. – Vol. 37. – P. 34–55.
9. *Solow R.* A contribution to the theory of economic growth // Quart. J. Econ. – 1956. – Vol. 70. – P. 65–94.
10. *Solow R.* Technical change and the aggregate production function // Rev. Econ. And Statist. – 1957. – Vol. 39. – P. 312–320.
11. *Udzuwa H.* Optimal technical change in an agregative model of economic growth // Intern. Econ. Rev. – 1965. – Vol. 6. – P. 18–31.
12. Стратегічні виклики ХХІ століття суспільству та економіці України : в 3 т. / за ред. В.М.Гейця, В.П.Семиноженка, Б.Є.Кваснюка. – К. : Фенікс, 2007. – Т. 2: Інноваційно-технологічний розвиток економіки. – 564 с.
13. *Дагаев А.* Новые модели экономического роста с эндогенным техническим прогрессом // Мировая экономика и международные отношения. – 2001. – № 6. – С. 40–51.
14. *Romer P.M.* The origins of endogenous growth // J. Econ. Perspect. – 1994. – Vol. 8. – P. 3–22.
15. *Вельфе В.* Детермінанти зростання у формування економічного потенціалу (приклад Польщі) // Економіка і прогнозування. – 2002. – № 4. – С. 9–34.
16. *Шумська С.С.* Виробнича функція в економічному аналізі: теорія та практика використання // Економіка та прогнозування. – 2007. – № 2. – С. 138–154.
17. *Скрипниченко М.І.* Модель розширеної виробничої функції для економіки України // Бизнесинформ. – 2009. – № 2(2). – С. 133–137.
18. Потенціал ендогенного зростання економіки України / [М.І.Скрипниченко, Т.І.Приходько, В.Р.Сіденко та ін.] ; за ред. д-ра екон. наук М.І.Скрипниченко ; НАН України ; Ін-т екон. та прогнозув. – К., 2010. – 436 с.
19. *Welfe W.* Long-term simulation model for a knowledge-based economy // Argumenta Oeconomica. – 2010. – № 2 (25). – P. 5–24.

*Надійшла в редакцію  
25.10.2010 р.*