

MODELAREA CREȘTERII ECONOMICE BAZATE PE CERCETARE-DEZVOLTARE

*Elvira NAVAL,
dr. în informatică, Institutul de Matematică și Informatică*

Abstract. In this paper endogenous growth models based on the R&D are discussed. Starting with the argumentation that ideas or knowledge are one type of the public goods, which are non-reval and non-excludable, imperfect competition is necessary condition for technical progress appearance. The existence of monopoly rents incentivize private agents to do research, resulting in the creation of new products and production processes. Two types of the models are examined. The quality-ladder model of growth in which technological advancement is built on the process of creative destruction. And the model of variety expansion where increasing of inputs drives long-run growth. The problem of its models adaptation to the Moldavian economy are examined. Conclusions and proposals are given.

Introducere

Problema asigurării creșterii durabile bazate pe Productivitatea Totală a Factorilor (PTF) dar nu pe consum este o problemă primordială de soluționat pentru Republica Moldova. În acest context apare întrebarea – care sunt căile de realizare unui atare obiectiv?

O soluție ar fi implicarea sectorului de Cercetare-Dezvoltare în acest proces prin sporirea calității la scară a produselor și serviciilor existente, cum ar fi elaborarea noilor tehnologii pentru fabricarea produselor ecologic pure în agricultură, perfecționarea turismului de țara prin elaborarea de rute noi, perfecționarea serviciilor de deservire, infrastructurii turistice, hotelurilor mici de familie cu o bucătărie națională și ospitalitate ce ne caracterizează ca popor. Dezvoltarea, modificarea, diversificarea și îmbunătățirea serviciilor informaționale, ținând cont de faptul că ele reprezintă circa 10% din PIB, ect.

Altă modalitate se referă la elaborarea noilor tehnologii, cum ar fi nanotehnologiile, pentru fabricarea și lansarea pe piața autohtonă și pe piețele externe a produselor de generație nouă, de calitate și atractivitate sporită.

Iar adaptarea noilor tehnologii avansate de frontieră reprezintă o posibilitate de însușire rapidă a tehnologiilor performante noi, mai puțin costisitoare decât elaborarea tehnologiilor noi de rezonanță internațională.

Problemă însă constă în analiza și evaluarea capacităților și ramurilor de producere care necesită a fi modernizate sau create din nou în vederea realizării obiectivelor de creștere stabilă care ar asigura mobilizarea tuturor resurselor de capital, umane, de cercetare, sociale și politice întru ridicarea nivelului de trai al populației și reintoarcerea acasă celor plecați peste hotarele țării. Cele expuse pot fi realizate în cazul în care organele de luare a deciziilor în deplin acord cu businessul și sectorul de cercetare-dezvoltare vor stabili direcțiile prioritare de dezvoltare economică în vederea sporirii reale ai Productivității Totale a Factorilor și relansării economice a Republicii Moldova.

Se propun două modele de creștere endogenă bazate pe cercetare-dezvoltare [1] care expun două abordări ale problemei de creștere economică: una în baza sporirii calității produselor existente, modelul de sporire a calității la scară, și alta fundamentată de extinderea numărului tehnologiilor noi de performanță, modelul de extindere a varietăților de produse (tehnologii). Se va face o încercare de a evalua ritmurile de creștere economică asigurate de ambele modele folosind datele experimentale pentru Republica Moldova și alte țări.

Modelul de calitate la scară

Modele de acest tip au fost elaborate în [2]. Modelul este constituit din trei sectoare de producere: sectorul de producție finală (competitiv); sectorul de bunuri intermediare (monopolist); sectorul C&D(competitiv).

Consumatorii este numărul consumatorilor angajați în activitatea economică. Fiecare consumator oferă o unitate de forță de muncă într-o unitate de timp pe durata vieții sale. Consumatorii sunt indiferenți la programarea consumului, ceea ce înseamnă că elasticitatea substituției intertemporale tinde spre infinit. Se presupune că economiile sunt nule - tot ce se câștigă se consumă. În aceste circumstanțe rata dobânzii r este egală cu ρ - rata preferințelor subiective ale consumatorilor.

Produsul Final Funcția de producere manifestă beneficiu la scară constantă în raport cu x_n și o diversitate de intrări, cantitatea cărora este normată la 1. Deoarece acest factor nu joacă un rol important, piața respectivă nu se examinează. Prin urmare, produsul final este fabricat în conformitate cu

$$Y_n = A_n x_n^\alpha, \quad 1 > \alpha > 0, \quad (1)$$

A_n e nivelul de calitate al bunurilor intermediare, iar $n = 0, 1, 2, \dots$ este numărul inovațiilor înregistrate. O inovație de calitate sporește nivelul productivității prin factorul $\gamma > 1$, încât $A_{n+1} = \gamma A_n$. Un A_n mai mare (de exemplu calculatoare mai rapide) este de o productivitate mai înaltă. Factorul γ indică schimbarea calității în procente, el determină mărimea inovației.

Bunuri Intermediare Există o singură firmă monopolistă, care produce x_n . Oricum, apariția unei inovații calitative sub forma produsului nou de calitate A_{n+1} face ca x_n să devină învechit și conduce la eliminarea lui de pe piață. Toți producătorii de bunuri finale încetează să folosească x_n și se îndreaptă spre produsul x_{n+1} . Odată cu apariția unei inovații noi, însoțită de o calitate superioară A_{n+1} , bunul x_{n+1} devine absolut. Acest proces este de continuitate infinită, sporind productivitatea pentru o perioadă îndelungată de timp. Modelul capătă caracteristica, definită de Schumpeter „Destrugere Creativă”, el numindu-se în același timp model de „calitate la scară”, deoarece imaginar bunurile intermediare urcă o scară de calitate. Procesul de învechire continuă nu este limitat în timp, deoarece în economia reală el apare treptat. Iar într-o economie ghidată de inovații, acest proces capătă o trăsătură fundamentală.

Contribuția Calității Sporite la Creșterea Productivității Într-o perspectivă îndepărtată $x_n = x$ și este constant. Și atunci, logaritmând funcția de producere (1), obținem

$$\ln Y_n = n \ln \gamma + \ln x^\alpha. \quad (2)$$

În timp ce n crește în mod aritmetic, $\ln Y_n$ crește după valoare medie. Creșterea durabilă se explică prin îmbunătățirea calității care urmează o progresie geometrică, la fel și Y_n , deci creșterea este susținută. Fie că A_n este calitatea actuală a bunului. Inovatorul de succes creează A_{n+1} fără a re-inventa calitățile inferioare ale bunurilor A_0, A_1, \dots, A_{n-1} . Această ipoteză de salt este justificată prin efectul de răspundere a cunoștințelor – în cazul în care bunul de calitate A_n este accesibil pe piață, cercetătorii, însușind cunoștințele încorporate în el, le pot folosi pentru a fabrica un bun nou de calitate superioară A_{n+1} .

Cercetare și Dezvoltare (C&D) Atunci când starea actuală a bunurilor este caracterizată prin A_n , următoarea generația de bunuri va fi inventată stocastic urmând distribuția Poisson, rata de apariției fiind egală cu

$$\delta R_n, \quad \delta > 0, \quad (3)$$

R_n este numărul angajaților, țintiți spre elaborarea inovației $(n+1)$. δ este măsura de productivitate în (C&D) sau, rata de apariție a unei inovații, în cazul în care un singur angajat este implicat în cercetare. Inovatorul al invenției n devine monopolist.

Bunuri Intermediare Acest sector este monopolist pe piață. Vom considera cercetătorul de succes care a inventat calitatea actuală a bunului x_n . Brevetul pentru produs este protejat pentru un timp infinit de mare. Monopolistul comercializează produsele de ultima performanță, conformându-se cererii pentru ele, reflectate de funcția de producere (1).

Condiția de maximizare a profitului de către producătorii bunurilor finale implică că produsul la limită x_n este egal cu prețul său P_n :

$$A_n \alpha x_n^{\alpha-1} = p_n, \quad (4)$$

Monopolistul maximizează profitul propriu

$$\pi_n = p_n x_n - \omega_n x_n = A_n \alpha x_n^\alpha - \omega_n x_n \quad (5)$$

Fabricarea unei unități de x_n necesită o unitate de forță de muncă, și atunci

$$\alpha \overbrace{A_n \alpha x_n^{\alpha-1}}^{p_n} = \omega_n \Rightarrow p_n = \frac{\omega_n}{\alpha}. \quad (6-7)$$

Admitem că x_n este constant, atunci ω_n se modifică în felul ce urmează. Din (6) obținem

$$\frac{\omega_n}{A_n} = \frac{\omega_{n+1}}{A_{n+1}} \Rightarrow \gamma = \frac{\omega_{n+1}}{\omega_n}. \quad (8)$$

Deci salariile cresc cu rata $\gamma > 1$. Ceea ce e ușor de intuit, deoarece Y_n crește cu aceeași rată. Și atunci profitul este

$$\pi_n = \frac{1-\alpha}{\alpha} \omega_n x_n \quad (9)$$

C&D Fie că în momentul de timp t_n cercetătorul de succes a inventat calitatea sporită A_n . Începând cu momentul t_n , pînă la momentul de timp $t_{n+1} > t_n$, când va apărea o altă inovație de calitate, acest inovator va câștiga profitul π_n . Fie V_{n+1} valoarea

așteptată a viitorului flux de profit π_{n+1} . x_{n+1} devine învechit îndată ce x_{n+2} este inventat cu rata de apariție Poisson δR_{n+1} . Prin urmare, V_{n+1} este definit ca

$$\rho V_{n+1} = \pi_{n+1} - \delta R_{n+1} V_{n+1}. \quad (10)$$

În partea stângă a ecuației e beneficiul inovatorului de succes, care activează în sectorul (C&D), iar în partea dreaptă - descompunerea profitului în fluxul de profit și pierderi de capital, care însoțesc o invenție nouă.

Sectorul (C&D) este competitiv și oricine poate efectua activități de cercetare-dezvoltare. (I) ei activează în fabricarea bunurilor, câștigând salariu ω_n sau (II) ei activează în sectorul de (C&D) și câștigă V_{n+1} cu rata de apariție $\delta \times 1$.

$$\delta V_{n+1} = \omega_n. \quad (11)$$

Starea de Echilibru Stocastic S-a obținut: profiturile: $\pi_n = \frac{1-\alpha}{\alpha} \omega_n x$; valoarea inovației: $\rho V_{n+1} = \pi_{n+1} - \delta R_{n+1} V_{n+1}$; C&D acces liber: $\delta V_{n+1} = \omega_n$; creșterea salariului: $\frac{\omega_{n+1}}{\omega_n} = \gamma$. Dacă omitem indicele n (starea de echilibru) și combinăm aceste condiții, obținem

$$\gamma \delta x (1 + \alpha) / \alpha = \rho + \delta R. \quad (12).$$

$$L = R + x. \quad (13)$$

Rata Așteptată de Creștere Produsul final este

$$Y_t = \gamma^{n_t} x^\alpha. \quad (14)$$

Logaritmând, efectuând operația de așteptare și diferențiind ambele părți ale ecuației, obținem

$$E(\ln Y_t) = E(n_t) \ln \gamma + \ln x^\alpha \quad (15)$$

$$g_Y \equiv \frac{\partial E(\ln Y_t)}{\partial t} = \frac{\partial E(n_t)}{\partial t} \ln \gamma \quad (16)$$

$\frac{\partial E(n_t)}{\partial t}$ reprezintă numărul inovațiilor așteptate într-o unitate de timp. Deoarece inovațiile urmează distribuția Poisson cu rata de apariție δR , durata de timp între două inovații succesive e distribuită exponențial, iar durata medie de timp de la o inovație la alta este $1/\delta R$. Deci,

$$\frac{\partial E(n_t)}{\partial t} = \delta R, \text{ deci } g_Y = \delta R \ln \gamma. \quad (17)$$

Modelul de expansiune a diversităților

Acest tip de model a fost elaborat în [3]. Se examinează trei sectoare: sectorul de producere finală Y (competitiv); sectorul de bunuri intermediare x , diversificate pe orizontală (monopolist); sectorul C&D (competitiv)

Produsul Final Produsul final este fabricat în conformitate cu

$$Y_t = \int_0^{A_t} x_{it}^\alpha di, \quad 1 > \alpha > 0, \quad (18)$$

unde x_t este cantitatea bunurilor inovative care se folosesc în calitate de bunuri intermediare la fabricarea produsului final, A_t este numărul diverselor bunuri inovative.

$$\frac{\partial Y}{\partial x_i} = \alpha x_i^{\alpha-1} = p_i \quad (19)$$

În echilibru de lungă durată când ($x_{it} = x_t$), numărul total de muncitori angajați la fabricarea intrărilor va fi constant, $A_t x_t = M$, atunci funcția de producere (18) se reduce la

$$Y_t = A_t^{1-\alpha} M^\alpha \quad (20)$$

Bunuri Intermediare Firma i produce diversitatea i și comercializează acest produs producătorilor de bunuri finale, înfruntînd cererea pentru bunul său, determinată de (20)

$$p_i \equiv p_{it} = \omega_i / \alpha \quad (21)$$

$$\pi_i \equiv \pi_{it} = (p_i - \omega_i)x_t = \omega_i x_t (1 - \alpha) / \alpha = M_i / A_i \omega_i (1 - \alpha) / \alpha \quad (22)$$

C&D Dacă cercetătorul reușește în C&D și inventează diversitatea i , el devine unicul producător de bun și câștigă profitul π în orice moment de timp pe un orizont infinit de protecție al brevetului. Prin V_t vom nota valoarea inovației, ea este definită ca

$$rV_t = \pi_t + \dot{V}_t \quad (23)$$

Se presupune că fiecare cercetător generează un număr de δA_t intrări noi pe parcursul unui interval mic de timp dt .

$$\dot{A}_t = \delta A_t R_t, \quad \delta A_t V_t = \omega_t, \quad \dot{V}_t / V_t = \dot{\omega}_t / \omega_t - A_t / A_t \quad (24-26)$$

Consumatorii L consumatori identici prestează o unitate de servicii de muncă în fiecare moment de timp.

$$\dot{Y}_t / Y_t = r_t - \rho, \quad \dot{\omega}_t / \omega_t = \dot{Y}_t / Y_t \quad (27-28)$$

unde ρ este rata preferințelor subiective în timp.

Echilibru de lungă S-au obținut următoarele condiții de echilibru: profiturile - $\pi_t = M_t / A_t \omega_t (1 - \alpha) / \alpha$; valoarea inovației - $rV_t = \pi_t + \dot{V}_t$; intrări de C&D - $\delta A_t V_t = \omega_t$ și $\dot{V}_t / V_t = \dot{\omega}_t / \omega_t - A_t / A_t$; decizia de a economisi - $\dot{Y}_t / Y_t = r_t - \rho$; creșterea salariului - $\dot{\omega}_t / \omega_t = \dot{Y}_t / Y_t$. Omiterea indicelui t (starea de echilibru) și combinarea condițiilor ne dă

$$\delta M(1 - \alpha) / \alpha = \rho + \delta R \quad (29)$$

Concluzii

De remarcat că două tipuri de modele: sporirea calității și expansiunea diversităților reprezintă diferite aspecte ale progresului tehnologic, demonstrând soluții similare sub forma redusă, rezultate similare în statistica comparativă și deficiențe comune.

În primul tip de modele nivelul PTF (Productivitatea Totală a Factorilor) este determinat de nivelul calității bunurilor intermediare, iar rata de creștere este determinată de îmbunătățirea calității bunurilor: $g_Y = \delta R \ln \gamma$. În funcție de parametrii modelului: preferințele consumatorilor δ , norma de subvenționare a procesului de cercetare-dezvoltare S și productivitatea γ , la fel în dependență de numărul cercetătorilor implicați în procesul de inovare R , se modifică ritmul de creștere economică g_Y .

Tabelul 1. Calcule de simulare

	δ	γ	
0.002	0.01	1.20	100.00
0.004	0.01	1.20	200.00
0.004	0.01	1.50	100.00
0.008	0.01	1.50	200.00
0.007	0.01	2.00	100.00
0.014	0.01	2.00	200.00

În modelele de tipul doi, nivelul PTF este determinat de numărul diverselor intrări A_t iar majorarea lor depinde de rata cu care aceste intrări inovative sunt create δ . Ritmul de creștere economică $\dot{Y}_t / Y_t = r_t - \rho$ se schimbă în funcție de raportul dintre rata dobânzii r și rata preferințelor consumatorului ρ .

Bibliografie

1. Chol-Won Li., R&D-based Growth Models, In: Lectures at University of Zurich, Department of Economics University of Glasgow, 2003, p.1-57.
2. Aghion P., and Howitt P., A Model of Growth Through Creative Destruction, *Econometrica*, Vol 60(2), 1992, p.323-351.
3. Romer P., Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, Vol 98, 1990, p. 71-102.