

INOVAREA ȘI CREȘTEREA ECONOMICĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Elvira NAVAL, dr., conf. cercet., IMI, AȘM
Angela TIMUȘ, dr., conf. cercet., IEFS

Recenzent: Dorian DRUCIOC, dr., conf. cercet., IMI

Modelul de creștere endogenă de tipul Paul Romer, ce permite comensurarea cunoștințelor și inovațiilor a fost adaptat la condițiile Republicii Moldova. În acest model sectorul Cercetare-dezvoltare este examinat în calitate de sector de producție separat, care utilizează cunoștințele ca factor de producere pentru sporirea productivității marginale. În acest model se arată că o creștere economică echilibrată este determinată de randamentul brevetului de invenție și rata de discount dar și de parametri politicii statului în domeniul inovațiilor.

Cuvinte cheie: Model de creștere economică, funcție de producere, Brevet de invenție, sectorul de cercetare, acumulare de capital, investiții

Funcția de producere

$$Y = AL^{1-\alpha} \sum_{j=1}^{N_t} x_j^\alpha \quad \text{pentru cazul mulțimii discrete de}$$

$$Y = AL^{1-\alpha} \int_0^{N_t} x_j^\alpha dj \quad (1-2)$$

produse și pentru cazul mulțimii continuu de produse, aici α este elasticitatea volumului de producție în raport cu produsul intermediar, $0 < \alpha < 1$, *const*; L este volumul forței de muncă; x_j este cantitatea produsului industrial de tipul j utilizat; N_t este cantitatea produselor industriale (tehnologiilor) accesibile la momentul t ; A este parametrul de productivitate în sectorul producției finale, *const*.

Capitalul fizic în model este egal cu suma produselor intermediare, utilizate complet într-un ciclu de producere,

$$K = \int_0^{N_t} x_j dj \quad (3)$$

identificate cu o anumită tehnologie:

Se acceptă ipoteza cu privire la simetria tuturor tipurilor de produse intermediare, după care urmează că $x_j = x$, $p_{xj} = p_x$, $\forall j$, unde p_x este prețul produsului intermediar. Capitalul fizic se obține prin înmulțirea numărului de produse intermediare la cantitatea lor: $K = N \cdot x$ (4)

Funcția de producere a bunului final, în condițiile de simetrie, este o funcție de tip Cobb-Douglas (care, în corelație cu ipotezele de bază ale modelului, reprezintă cantitatea produselor intermediare accesibile):

$$Y = AL^{1-\alpha} N x^\alpha = K^\alpha AL^{1-\alpha} N^{1-\alpha} \quad (5)$$

Investițiile, în conformitate cu conturile naționale, se

INNOVATION AND ECONOMIC GROWTH IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Elvira NAVAL, PhD, Associate Researcher, IMI, AȘM
Angela TIMUȘ, PhD, Associate Researcher, IEFS

Reviewer: Dorian DRUCIOC, PhD, Associate Researcher, IMI

The Paul M. Romer [1] model of a long-run growth in which knowledge is assumed to be an input in production that has increasing marginal productivity were examined. In this essentially a competitive equilibrium model with endogenous technological change. In this model existence of the constant rate stable growth on the base of induce technical progress was demonstrated. The rate of growth depends of the behavioural parameters and also of the state policy parameters.

Keywords: model of economic growth, production function, patent, research sector, capital accumulation, investments

Production function

Let's

$$Y = AL^{1-\alpha} \sum_{j=1}^{N_t} x_j^\alpha \quad (1)$$

is a production function for the case of discrete set of products and (2) is the production function

$$Y = AL^{1-\alpha} \int_0^{N_t} x_j^\alpha dj \quad (2)$$

for the continuous set of products, here α is the elasticity of the production volume with respect to intermediate products, $0 < \alpha < 1$, *const*; L is the labor volume; x_j is the quantity of the industrial product of the type j ; N_t is the number of industrial products (technology) accessible at moment t ; A is the productivity parameter in the final production sector, *const*.

Physical capital in the model is equal to the sum of the intermediate products, completely utilized at the one

$$K = \int_0^{N_t} x_j dj \quad (3)$$

technology cycle:

Symmetry hypothesis referred to all types of the intermediate products is accepted, so it follows that $x_j = x$, $p_{xj} = p_x$, $\forall j$, where p_x is the price of the intermediate product. Volume of the physical capital is obtained by timing number of intermediate products by its volume: $K = N \cdot x$ (4)

Final good production function in the conditions of the symmetry is the Cobb-Douglas type production function, which in correlation with the basic hypotheses of the model presents quantity of the accessible intermediate products:

exprimă ca: $\dot{K} = Y - C$ (6)

P - prețul unei unități de produs final Y se presupune, pentru simplitate, a fi egal cu o unitate.

Producerea de bunuri finale și intermediare

Se admite că sectorul de produse finale funcționează în condițiile de concurență perfectă. Și atunci beneficiul producătorului de bunuri finale este:

$$\pi_Y = Y - \omega L - p_x N x \quad (7)$$

Soluționând problema de maximizare a profitului, în condițiile de concurență perfectă, obținem salariul și prețul produsului intermediar în modul ce urmează:

$$\omega = (1 - \alpha) \frac{Y}{L} \quad p_x = \alpha \frac{Y}{K} \quad (8-9)$$

Din (8-9) concluzionăm că ritmurile de creștere al salariului și al produsului final sunt egale: $g_\omega = g_Y$. Ecuația (9), obținută în condițiile lipsei de simetrie a tuturor tipurilor de produse, va lua forma:

$$\frac{\partial Y}{\partial x_j} = A \alpha L^{1-\alpha} x_j^{\alpha-1} = p_x \quad (10)$$

Din ecuația obținută se va defini funcția cererii consumatorului pentru produsul intermediar J :

$$x_j = L \left[A \frac{\alpha}{p_{x_j}} \right]^{1/(1-\alpha)} \quad (11)$$

Produsul intermediar este o parte din volumul integral de producție, ajustat de producătorul bunurilor intermediare pentru consumul investițional, cheltuielile lui țin de procurarea produsului final la preț unitar. Producătorul produsului intermediar deține dreptul de monopol la fabricarea lui; acest drept îi revine lui odată cu procurarea patentului pentru fabricație de la sectorul de cercetare. Profitul producătorului de bunuri intermediare este:

$$\pi_{x_j} = (p_{x_j} - 1)x_j \quad (12)$$

Prețul de monopol al producătorului de bun intermediar, obținut din maximizarea beneficiului este de:

$$p_x = \frac{1}{\alpha} > 1 \quad (13)$$

Întrucât cererea și prețul pentru toate produsele intermediare este aceeași, deoarece are loc principiul de simetrie, obținem că

$$x = L A^{1/(1-\alpha)} \alpha^{2/(1-\alpha)} = const \quad (14)$$

Volumul producției finale se determină ca:

$$Y = A^{1/(1-\alpha)} \alpha^{2/(1-\alpha)} L N \quad (15)$$

Din ultima ecuație urmează egalitatea ritmurilor de creștere ale volumului de producție cu acel al progresului

tehnic: $g_Y = g_N$ și profitul producătorului de bunuri intermediare este:

$$\pi_x = (1 - \alpha) L A^{1/(1-\alpha)} \alpha^{(1+\alpha)/(1-\alpha)} = const \quad (16)$$

$$Y = A L^{1-\alpha} N x^\alpha = K^\alpha A L^{1-\alpha} N^{1-\alpha} \quad (5)$$

From the national accounts investments are expressed as: $\dot{K} = Y - C$ (6)

P - one unit's price of the final good Y , for simplicity, is supposed to be equal with one.

Production of the final and intermediate goods

It is supposed that the final good sector working under conditions of perfect competition. Function Final good producer's profit is:

$$\pi_Y = Y - \omega L - p_x N x \quad (7)$$

Solving profit maximization problem in the conditions of perfect competition, wage and price of the intermediate goods are obtained in the following manner:

$$\omega = (1 - \alpha) \frac{Y}{L} \quad (8)$$

$$p_x = \alpha \frac{Y}{K} \quad (9)$$

From (8-9) followed that growth rate of the wage and of the final product is the same $g_\omega = g_Y$. Under absence of the symmetry of all types of the products equation (9), will be take a form:

$$\frac{\partial Y}{\partial x_j} = A \alpha L^{1-\alpha} x_j^{\alpha-1} = p_x \quad (10)$$

From obtained equation consumer's demand function for the J intermediate good will be defined as:

$$x_j = L \left[A \frac{\alpha}{p_{x_j}} \right]^{1/(1-\alpha)} \quad (11)$$

Intermediate produce is the part of the integral volume of production adjusted by the intermediate goods producer for the investment consumption, its expenditures is referred to the secure of the final product at the unit price. Producer of the intermediate product own monopoly right to fabricate them. This right comes back to it upon a time with license secure fabrication from the research sector. Intermediate good producer income is:

$$\pi_{x_j} = (p_{x_j} - 1)x_j \quad (12)$$

Intermediate good producer price obtained from profit is about:

$$p_x = \frac{1}{\alpha} > 1 \quad (13)$$

Since demand and price for all intermediate products are the same in the base of the symmetry principle, is obtained that:

$$x = L A^{1/(1-\alpha)} \alpha^{2/(1-\alpha)} = const \quad (14)$$

The volume of the final product is determined as:

$$Y = A^{1/(1-\alpha)} \alpha^{2/(1-\alpha)} L N \quad (15)$$

From the last equation follows that rate of growth of the product volume and rate of growth of the technical

Brevetul de invenție și sectorul de cercetare

Brevetul de invenție este dreptul de monopol asupra utilizării unei anumite tehnologii, care a fost elaborată de sectorul de cercetare și comercializată producătorului de bunuri intermediare. Brevetul de invenție reprezintă un activ și rentabilitatea lui este scontată prin intermediul ratei dobânzii.

Prețul brevetului de invenție este fluxul profitului viitor scontat, care va fi obținut de proprietarul monopolist. Modificarea prețului în timp se obține prin diferențierea prețului brevetului de invenție după timp:

$$q = \pi_x \int_t^\infty e^{-\int_t^s r_v dv} ds$$

$$q = -\pi_x \int_t^\infty e^{-\int_t^s r_v dv} ds = -\pi_x + r_t q. \tag{17-18}$$

Din (18) urmează ecuația de evaluare: $r = \frac{\pi}{q} + \frac{\dot{q}}{q}$ (19)

Funcția de producere a sectorului de cercetare, examinată în model, depinde de volumul forței de muncă și de volumul existent de elaborări, realizate în tehnologii noi (se presupune că dependența de acumulare de capital este nesemnificativă, capitalul fizic al sectorului de cercetare fiind inclus în constanta de productivitate):

$$N = (b + \beta_n) L_{R\&D} N, \tag{20}$$

aici b este coeficientul de productivitate în sectorul $R \& D$, constantă, β_n este rata subvențiilor pentru acumulare de capital în acest sector, L este volumul forței de muncă în sectorul $R \& D$, N este cantitatea produselor intermediare (tehnologiilor) existente.

Profitul în sectorul $R \& D$ constituie:

$$\pi_{R\&D} = Nq - \varpi L_{R\&D} = (b + \beta_n) L_{R\&D} Nq - \varpi L_{R\&D} \tag{21}$$

În condițiile concurenței perfecte în sectorul de cercetare, prețul brevetului de invenție urmează a fi egal cu cheltuielile la limită ale inovatorului:

$$q = \frac{\varpi}{(b + \beta_n) N} = const = \eta \tag{22}$$

Soluționarea modelului

Vom examina problema de optimizare a comportamentului gospodăriilor casnice în raport cu consumul și acumulări. În acest scop introducem funcția de utilitate cu elasticitatea constantă de

$$U = \int_0^\infty e^{(\beta_k - \rho)t} \frac{c^{1-\theta}}{1-\theta} dt$$

înlocuire:

Aici ρ este rata subiectivă de scontare, β_k este subvenția pentru stimularea capitalizării acumulărilor $const$, θ este elasticitatea de înlocuire, coeficient care mărește sau micșorează impactul randamentului și ratei subiective de scontare asupra ritmului de creștere stabilă,

progress are equal: $g_Y = g_N$ and the intermediate product producer income is:

$$\pi_x = (1 - \alpha) LA^{1/(1-\beta)} \alpha^{(1+\alpha)/(1-\alpha)} = const \tag{16}$$

Research sector and invention license

Invention license is the monopoly right under utilization special technology which was elaborated by the research sector and marketed to producer of the intermediate goods. Invention license represents some active and its profitability is discounted by the profit rate.

Invention license price is the future discounted profit flow which will be obtained by the monopolist owner. Time price changing is obtained by differentiating over the time invention license price:

$$q = \pi_x \int_t^\infty e^{-\int_t^s r_v dv} ds$$

$$q = -\pi_x \int_t^\infty e^{-\int_t^s r_v dv} ds = -\pi_x + r_t q. \tag{18}$$

From (18) follows equation for estimation:

$$r = \frac{\pi}{q} + \frac{\dot{q}}{q} \tag{19}$$

Research production function considered in the model depends by labour volume and by existed volume of the elaboration, realized under new technology (it is supposed that dependence from the capital accumulatin is not significant, research sector's phisical capital to be found inclosed in the productivity constant)

$$N = (b + \beta_n) L_{R\&D} N, \tag{20}$$

Here b is the constant productivity coefficient in $R \& D$ sector, β_n is a subsidy rate for the capital accumulation in this sector, L is the labor volume in $R \& D$ sector, N and is the number of existed intermediate products (technologies).

Income in the $R \& D$ sector constitutes:

$$\pi_{R\&D} = Nq - \varpi L_{R\&D} = (b + \beta_n) L_{R\&D} Nq - \varpi L_{R\&D} \tag{21}$$

Under perfect competition restrictions in the $R \& D$ sector, innovation license follow to be equal to marginal expenditure of the innovator:

$$q = \frac{\varpi}{(b + \beta_n) N} = const = \eta \tag{22}$$

Model solving

Let's examine optimization problem of the householder's behavior in respect with consumption and accumulation. In this scope utility function with constant elasticity of substitution will be introduced:

$$U = \int_0^\infty e^{(\beta_k - \rho)t} \frac{c^{1-\theta}}{1-\theta} dt \tag{23}$$

c este consumul ajustat la numărul de angajați. Soluționând problema maximizării utilității, obținem următoarea ecuație pentru ritmul de creștere a consumului:

$$\frac{c}{c} = \frac{1}{g} (r - \rho + \beta_k) \quad (24)$$

Ritmul stabil de creștere al variabilelor de bază din model este constant (profitul de monopol și prețul brevetului de invenție sunt constante):

$$g_c = g_Y = g_K = \frac{1}{g} \left(\frac{\pi}{q} + \beta_k - \rho \right) = const \quad (25)$$

În concluzie, există o creștere endogenă cu ritmuri constante, asigurată de progresul tehnic și susținută de politici statale, cum ar fi: rata subvențiilor pentru inovatori și rata subvențiilor pentru deținători de capital.

Să prezentăm expresia obținută prin constantele modelului, introducând în (25) formulele pentru profitul de monopol, rata salarială și prețul brevetului de invenție.

Raportul dintre profitul de monopol și prețul brevetului de invenție ea forma:

$$\frac{\pi}{q} = \frac{(1-\alpha)\alpha Y / N}{\frac{\varpi}{b_1 N}} = \frac{(1-\alpha)\alpha Y / N}{b_1 N} = \alpha b_1 L$$

$$\text{aici } b_1 = b + \beta_n \quad (26)$$

Înserând în (25) expresia de mai sus, obținem:

$$g_c = g_Y = g_K = \frac{1}{g} (\alpha b_1 L + \beta_k - \rho) = const \quad (27)$$

Deci, creșterea echilibrată stabilă depinde de raportul dintre randamentul brevetului de invenție, activ care aduce profit de monopol, și rata subiectivă de discountare. Atunci când randamentul brevetului de invenție va fi mai mare, creșterea va fi pozitivă și endogenă deoarece depinde de un parametru comportamental și de rata subvențiilor (β_n) pentru sectorul $R \& D$, ultima fiind instrument de politică economică guvernamentală.

Elasticitatea de substituție din funcția de utilitate este un coeficient care mărește sau micșorează impactul randamentului de la brevetul de invenție și rata subiectivă de discountare asupra ritmului de creștere durabilă.

Randamentul de la patentă și, prin urmare, creșterea echilibrată durabilă, depinde de coeficientul α , care reflectă cota parte a profitului de monopol în volumul integral de producție: $p_x K = \alpha Y$ (28)

Prin urmare, cu cât mai mare este profitul de monopol, cu atât mai mare este creșterea economică. Această corelație este realizată prin faptul că profitul de monopol în întregime este îndreptat spre finanțarea progresului tehnico-științific, care, la rândul său, determină creșterea economică durabilă.

Randamentul de la patentă, în același rând, depinde de productivitatea sectorului de cercetare și de subvențiile de stat, acordate acestui sector, ceea ce, în mod direct, se reflectă asupra progresului tehnic și respectiv asupra

Here ρ is the subjective rate of discount, β_k is a subsidy for the capital accumulation stimulation - $const$, g is elasticity of substitution, coefficient which enlarges or decreases the influence of the efficiency and the subjective rate of discount over the stable rate of growth, c is consumption adjusted to the number of employments. Solving utility maximizing problem will be obtained following equation for the consumption growth rate:

$$\frac{c}{c} = \frac{1}{g} (r - \rho + \beta_k) \quad (24)$$

Stable rate of growth of the model basis variables is constant: (monopolistic profit and the price of the innovation license are constant):

$$g_c = g_Y = g_K = \frac{1}{g} \left(\frac{\pi}{q} + \beta_k - \rho \right) = const \quad (25)$$

In conclusion there are exists endogenous rate of growth, ensured by technical progress and sustained by state policy such as: rate of subsidies for innovators and rate of subsidies for owners of capital.

Let's present obtained expression through model parameters, including in (25) formulas for monopolistic income, wage rate and price of the innovation license.

Relation between monopolistic income and price of the innovation licence take a following form:

$$\frac{\pi}{q} = \frac{(1-\alpha)\alpha Y / N}{\frac{\varpi}{b_1 N}} = \frac{(1-\alpha)\alpha Y / N}{b_1 N} = \alpha b_1 L$$

$$\text{here } b_1 = b + \beta_n \quad (26)$$

Inserting in (25) expression obtained early will be obtained:

$$g_c = g_Y = g_K = \frac{1}{g} (\alpha b_1 L + \beta_k - \rho) = const \quad (27)$$

So, stable balanced growth depends by ratio between innovation license efficiency, active which bring up monopolistic income, and subjective rate of discount. When innovation license efficiency will be grater, growth will be positive and endogenous because it depends from behavior parameter and the subsidy rate to $R \& D$ sector, the later to be found as the governmental policy instrument. Elasticity of substitution from the utility function represent some coefficient which increase or decrease impact under ratio between efficiency innovation license and subjective rate of discount over stable rate of growth.

Innovation license efficiency and, in consequence, balanced stable growth depends from coefficient α , which reflects rate of monopolistic profit in total volume of production:

$$p_x K = \alpha Y \quad (28)$$

So, economic growth is so high as high is monopolistic income. This correlation is realized by the fact that monopolistic profit is directed to technical progress financing, which in his turn determine stable economic

creșterii economice durabile.

Randamentul brevetului de invenție corelează și cu volumul forței de muncă în sectorul de cercetare. Acest fapt poate fi ușor explicat: în primul rând, creșterea durabilă presupune un raport fixat dintre cotele forței de muncă în sectorul de producție finală și sectorul de cercetare, și atunci, un volum mai mare de forță de muncă în unul dintre sectoare corespunde unui volum mai mare și în altul.

Creșterea optimă

Vom formula problema dinamică, care se referă la optimizarea bunăstării societății în ansamblu, restricționată de volumul investițiilor în capitalul fizic, de progresul tehnic și de distribuirea forței de muncă. Pentru soluționarea acestei probleme se vor păstra ipotezele cu privire la simetria produselor iar toți indicatorii se vor examina în prețuri curente.

$$\max \int_0^{\infty} e^{(\beta_k - \rho)t} \frac{C^{1-g}}{1-g} dt, \text{ dat fiind determinate valorile } K_0, N_0, \quad (29)$$

în dependență de:

$$K = Y - C = K^\alpha AL_Y^{1-\alpha} N^{1-\alpha} - C, \quad N = b_1 L_R N, \\ L_Y + L_R \leq L. \quad (30-32)$$

Hamiltonianul pentru problema formulată este următorul:

$$J = \frac{C^{1-g}}{1-g} e^{(\beta_k - \rho)t} + \lambda(Y - C) + \mu b_1 L_R N + \chi(L_Y + L_R - L) \quad (33)$$

Condițiile de existență a maximului de ordinul întâi pentru problema formulată, în care parametrii de control sunt consumul și volumul forței de muncă în sectoarele economiei (C, L_Y, L_R) iar coordonatele fazice sunt capitalul fizic și cantitatea tipurilor de produse intermediare (K, N) , sunt următoarele:

$$\frac{\partial J}{\partial C} = 0, \quad \frac{\partial J}{\partial L_Y} = 0, \quad \frac{\partial J}{\partial L_R} = 0, \quad \frac{\partial J}{\partial K} = -\lambda, \\ \frac{\partial J}{\partial K} = -\mu. \quad (34-38)$$

Din aceste condiții obținem sistemul de ecuații pentru soluționarea problemei de maximizare:

$$C^{-g} e^{(\beta_k - \rho)t} = \lambda, \\ \lambda(1 - \alpha)Y / L_Y = -\chi, \quad \mu b_1 N = -\chi, \quad \lambda \alpha Y / K = -\lambda, \\ \lambda(1 - \alpha)Y / N + \mu b_1 L_R = -\mu. \quad (39-43)$$

Din ecuațiile (39-42) obținem condițiile creșterii optime, exprimând prin produsul la limită capitalul fizic (care este constant deoarece, în condițiile creșterii echilbrate, volumul forței de muncă în sectoarele economiei este constant, la fel și restul indicatorilor sunt constanți):

growth.

Patent efficiency at the same time depends from research sector productivity and from state subsidy granted to it, which straightly influenced technical progress and respectively sustainable economic growth.

Invention patent efficiency is also correlated with labor volume in research sector. This event may be easy explain because at the first time sustainable growth suppose fixed ratio between labor share in the final production sector and research sector, and then great labor volume in one of this sectors corresponds to the great volume in another.

Optimal growth

Let's formulate dynamic problem which is referred to the society welfare optimization restricted by investment volume in physical capital, technical progress and labor force distribution. In order to solve this problem assumption under products symmetry will be keeping and all indicators will be examined in current prices.

$$\max \int_0^{\infty} e^{(\beta_k - \rho)t} \frac{C^{1-g}}{1-g} dt, \text{ given as established values } K_0, N_0, \quad (29)$$

Restricted by:

$$K = Y - C = K^\alpha AL_Y^{1-\alpha} N^{1-\alpha} - C, \quad (30)$$

$$N = b_1 L_R N, \quad (31)$$

$$L_Y + L_R \leq L. \quad (32)$$

Hamiltonian for the formulated problem is:

$$J = \frac{C^{1-g}}{1-g} e^{(\beta_k - \rho)t} + \lambda(Y - C) + \mu b_1 L_R N + \chi(L_Y + L_R - L) \quad (33)$$

For the formulated problem with control parameters as consumption and labor volume in the economy sectors (C, L_Y, L_R) and physical coordinates as capital and intermediate products quantity (K, N) , first order maximization conditions are:

$$\frac{\partial J}{\partial C} = 0, \quad \frac{\partial J}{\partial L_Y} = 0, \quad \frac{\partial J}{\partial L_R} = 0, \quad \frac{\partial J}{\partial K} = -\lambda, \\ \frac{\partial J}{\partial K} = -\mu. \quad (34-38)$$

From this condition system of equation for maximizing problem solving will is:

$$C^{-g} e^{(\beta_k - \rho)t} = \lambda, \quad \lambda(1 - \alpha)Y / L_Y = -\chi, \quad (39-40)$$

$$\mu b_1 N = -\chi, \quad (41)$$

$$\lambda \alpha Y / K = -\lambda, \quad (42)$$

$$\lambda(1 - \alpha)Y / N + \mu b_1 L_R = -\mu. \quad (43)$$

From equations (39-42) optimal growth condition may be obtained representing physical capital by marginal product (it is constant since in the balanced growth condition all indicators are constant):

$$g_{opt} = g_c = \frac{C}{C} = \frac{1}{\theta}(\alpha Y / K + \beta_K - \rho). \quad (44)$$

Din ecuațiile (40-41) evident e că ritmurile de creștere ale variabilelor conjugate λ și μ sunt aceleași, deoarece volumul forței de muncă în sectorul de producție finală poate fi numai constant în condițiile creșterii echilibrate, și ritmurile de creștere ale volumului de producție și ale progresului tehnic sunt egale. Din aceleași ecuații găsim și raportul dintre variabilele conjugate λ și μ :

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{b_1 N}{(1-\alpha)Y / L_Y}, \text{ după transformarea ecuației (45),}$$

$$\text{obținem: } \frac{\lambda}{\mu}(1-\alpha)Y / N + b_1 L_R = -\frac{\mu}{\mu}. \quad (45-46)$$

Dacă în (46) introducem expresia pentru raportul dintre variabilele λ și μ , primim:

$$\frac{b_1 N}{(1-\alpha)Y / L_Y}(1-\alpha)Y / N + b_1 L_R = -\frac{\mu}{\mu},$$

$$b_1 L_Y + b_1 L_R = -\frac{\mu}{\mu}. \quad (47-48)$$

Deoarece ritmurile de creștere ale variabilelor λ și μ sunt egale, iar din (42) urmează că ritmul de creștere al variabilei conjugate λ este egal cu volumul de capital fizic la limită cu semnul minus, cel din urmă fiind înlocuit în ecuația (44):

$$g_{opt} = \frac{1}{g}(b_1 L_Y + b_1 L_R + \beta_K - \rho) = \frac{1}{g}(b_1 L + \beta_K - \rho) \quad (49)$$

Extinderea de tehnologii și convergența

Modelul Paul Romer [1] posedă posibilități mari în vederea includerii de efecte și procese adiționale și servește drept bază pentru explicarea diverselor fenomene economice. O atare extensiune a modelului nominalizat este reprezentată prin modelul de extindere a tehnologiilor [2], în care se examinează procesul de deplasare a tehnologiilor între țări și se explică fenomenul convergenței care are loc și care se manifestă prin apropierea nivelelor de dezvoltare și ritmurilor de creștere ale diferitor țări.

Admitem existența a două țări: prima este lider în domeniul tehnologic și întru totul corespunde modelului expus anterior iar a doua țară este adept, care imită tehnologiile împrumutate de la lider. Imitarea de tehnologii se efectuează în sectorul de cercetare al țării adept ceea ce-i permite să obțină și să comercializeze brevete de invenție și respectiv să obțină dreptul intern de monopol. Oricum, cheltuielile pentru imitare, cu deosebire de cheltuielile pentru inovare, nu sunt constante și depind de raportul dintre volumul de analogii imitate N_2 și de analogii accesibile pentru imitare în țara lider (numărul produselor intermediare-tehnologii în țara lider) N_1 . Deci, imitarea este posibilă cu condiția că $N_2 \leq N_1$, ceea ce presupune

$$g_{opt} = g_c = \frac{C}{C} = \frac{1}{\theta}(\alpha Y / K + \beta_K - \rho). \quad (44)$$

From equations (40-41) evidently that rate of growth of the conjugate variables λ and μ are the same, because labor volume in the final good production sector can be only constant in balanced growth condition, and rates of growth of the product volume and technical progress are equal. From the same equations we find also the between conjugated variables λ and μ :

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{b_1 N}{(1-\alpha)Y / L_Y},$$

After equation (45) transformation we obtain:

$$\frac{\lambda}{\mu}(1-\alpha)Y / N + b_1 L_R = -\frac{\mu}{\mu}. \quad (46)$$

After including (45) the ratio the between conjugated variables λ and μ in (46) we obtain:

$$\frac{b_1 N}{(1-\alpha)Y / L_Y}(1-\alpha)Y / N + b_1 L_R = -\frac{\mu}{\mu}, \quad (47)$$

$$b_1 L_Y + b_1 L_R = -\frac{\mu}{\mu}. \quad (48)$$

Since variables λ and μ rates of growth are equal, while from (42) follows that rate of growth of the conjugate variable λ is equal to marginal physical capital volume with opposite sign, the last given replaced in equation (44):

$$g_{opt} = \frac{1}{g}(b_1 L_Y + b_1 L_R + \beta_K - \rho) = \frac{1}{g}(b_1 L + \beta_K - \rho) \quad (49)$$

Technology extension and convergence

Paul Roomer model [1] has many possibilities with a view to including of the additional processes and effects and serves as a base for explication of the diverse economic phenomena. Such an extension of the actual model is a model [2] that examines process of the technology diffusion between countries and phenomena of convergence which take place and which show convergence of the development levels and rates of growth for different countries.

Suppose existence of two countries: first of them is a lied in technology domain and under all aspects corresponds to the earlier examined model while the second country is an advocator and simulate technology borrowed from the lider. Technology simulation is to be done in the country advocator research sector and allow it to obtain and to market innovation patents and respectively to own intern monopoly right. Nevertheless, expenditure for simulation unlike the expenditure for innovation does not constant and depends by the ratio between number of simulation analogy N_2 and from analogy easy to access in liter's country (number of intermediate products – technology in country lider) N_1 . So, simulation is

un nivel mai scăzut de dezvoltare al țării adept ($y_2 \leq y_1$). Cheltuielile pentru imitare sunt mai mici decât cheltuielile pentru inovare (în cel mai bun caz, sunt egale), în caz contrariu nu ar fi binevenită o asemenea afacere: $v \leq \eta$, unde η sunt cheltuielile de imitare. Funcția cheltuielilor

$$v = v \left(\frac{N_2}{N_1} \right), v' > 0 \tag{50}$$

poate fi înscrisă ca:

Funcția cheltuielilor pentru imitare poate fi prezentată sub forma de funcție cu elasticitate constantă:

$$v = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^\varphi, \text{ unde } 0 < \varphi < 1 \tag{51}$$

Ritmul de creștere per capita în țara adept va fi mai

$$g_{y_2} = g_{y_2} = g_{N_2} = \frac{g_v}{\varphi} + g_{N_1}$$

mare decât în țara lider:

În starea de echilibru ritmurile de creștere ale variabilelor de bază în țara-imitătoare sunt egale cu ritmurile de creștere ale țării lider:

$$g_{y_2}^* = g_{y_1}^* \tag{52}$$

Prin urmare, țara imitătoare, în condițiile de coincidență a parametrilor de bază, va tinde spre același ritm de creștere și spre același nivel de dezvoltare, deci va avea loc convergența condiționată.

În același timp țara adept are rata dobânzii mai înaltă, care se va apropia de rata dobânzii a țării lider (în model se presupune lipsa mobilității de capital):

$$r_1(\text{lider}) = \frac{\pi}{q} = \frac{\pi}{\eta}, \quad r_2(\text{adept}) = \frac{\pi}{v} = \frac{v}{v} \tag{53-55}$$

$$\frac{\pi}{\eta} \leq \frac{\pi}{v} < \frac{\pi}{v} + \frac{v}{v}, \quad r_1(\text{lider}) = r_2(\text{adept}) \tag{53-55}$$

Un atare comportament al ratelor de dobândă este coordonat cu principiul de convergență condiționată și cu datele empirice, care mărturisesc că țările în curs de dezvoltare au rata dobânzii mai înaltă, manifestând tendința de diminuare în perspectiva de lungă durată, în timp ce țările dezvoltate au rata dobânzii mai joasă, care fluctuează în jurul trendului zero.

Exemplul Coreei de Sud

Din [3], venitul per capita în Coreea de Sud în perioada 1953-1958 a crescut în mediu cu 3,8% anual. Între anii 1956 și 1964 s-a înregistrat o creștere a productivității tehnologice de 1,7% anual, iar în perioada 1964-1974 de 3% anual și productivitatea muncii de 6,2% anual. Care au fost măsurile ce au asigurat o asemenea creștere?

Banka Centrală din Coreea de Sud a ridicat rata dobânzii la depozitele de economii de la 15% la 30% anual. Pe parcursul anilor 1960-1965 rata inflației a fost de 19%, prin urmare, profitul real de la economiile acumulate a fost negativ pînă la reforma ratei dobânzii și a constituit -17%. După reformă, rata reală a dobânzii a crescut pînă la 11,2% în anul 1968. Majorarea ratei dobânzii a produs

possible under conditions $N_2 \leq N_1$, which require more low level of development of the country advocator ($y_2 \leq y_1$). Simulation expenditure are more small then innovation expenditure (for the best case it is equal), contrary so business may be not good) $v \leq \eta$, where η are simulation expenditure.

Expenditure function may be written as follows:

$$v = v \left(\frac{N_2}{N_1} \right), v' > 0 \tag{50}$$

Simulation expenditure function can be presented as the function with constant elasticity:

$$v = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^\varphi, \text{ under } 0 < \varphi < 1 \tag{51}$$

Per capita rate of growth in the advocator country will be grater then in the lider

$$g_{y_2} = g_{y_2} = g_{N_2} = \frac{g_v}{\varphi} + g_{N_1}$$

country:

In the balanced state rates of growth of the all basic variables in the advocator country are equal with rates of

growth of the lider country: $g_{y_2}^* = g_{y_1}^*$ (52)

As consequence, simulation country, in condition of the basic parameters, tend to the same rates of growth and to the same level of development, therefore conditional convergence will take place.

At the same time advocator country have present rate more grater which tends to the percent rate of the lider country (in the model supposed that capital mobility don't exist):

$$r_1(\text{lider}) = \frac{\pi}{q} = \frac{\pi}{\eta}, \quad r_2(\text{advocato}) = \frac{\pi}{v} = \frac{v}{v} \tag{53}$$

$$\frac{\pi}{\eta} \leq \frac{\pi}{v} < \frac{\pi}{v} + \frac{v}{v}, \tag{54}$$

$$r_1(\text{lider}) = r_2(\text{advocator}) \tag{55}$$

Such behavior of the interest rates is coordinated with principle of the conditional convergence and with empirical data, it states that low develop countries present grater rates, showing tendency to decrease in long-term perspective, at the same time advanced countries have interest rate more low fluctuating around zero trend.

South Korea Example

As demonstrated in [3], annual South Korea per capita income in 1953-1958 period growth on an average 3,8% annual. Between years 1956 and 1964 was registered annual productivity technological growth about 1,7%, and in the period 1964-1974 at 3% per year, labour productivity growth at 6,2% per year. What measures have ensured such growth?

South Korea Central Bank increase interest rate on saving deposits from 15% to 30% per year. In the years

creșterea economiilor atât prin creșterea ratei nominale cât și, provocând declinul cererii, a redus rata inflației.

În perioada 1962-1966 autoritățile locale au întreprins un efort semnificativ pentru a atrage investiții străine directe:

1. Au emis legi care permit vacanță fiscală temporară la impozitare.

2. Au scutit de taxe importul de mecanisme, echipament și materie primă.

3. Au admis remitențe din venit.

4. Au contribuit la protejarea proprietății contra exproprierii.

5. Au întreprins diverse măsuri pentru promovarea exporturilor:

- a) au fost propuse subsidii la creditele cu % mic, oferite exportatorilor, ce aveau scrisori de creditare de la importatorii străini;

- b) Banca de Schimb din Coreea de Sud a promovat oferte de credite sub forma de utilaj, echipament, materie primă pentru exportatorii autohtoni, care a produs o sursă enormă de fonduri. Important că creditele și împrumuturile, garantate de ofertanții străini, au fost securizate de Banca de Schimb din Coreea de Sud;

- c) această politică creditară a fost posibil de susținut, grație volumului mare de economii private, depozitate în Banca de Stat în răspuns la reforma ratei dobânzii.

Cele din urmă, au facilitat soluționarea riscului moral, asociat cu transferul internațional de tehnologii. Prima cale de transfer tehnologic fiind investițiile străine directe, care au fost direcționate către sectoarele cu tehnologii High-Tech.

A doua cale ține de faptul, că firmele străine investitoare importau mai mult decât firmele locale.

Calea cea de a treia e, că firmele cu risc comun importau un volum substanțial de factori de producere interni de la companiile partenere străine.

A patra cale: firmele investitoare străine erau de 2 ori mai bine asigurate cu mecanisme și echipament per capita decât firmele locale și produceau valoare adăugată cu 80% mai mult per angajat decât firmele locale.

Calea a cincea: partea leului din volumul de producție fabricat în firmele investitoare străine se exporta.

Și o altă cale de transfer tehnologic străin a constituit-o licențierea tehnologică. Ca și în cazul Investițiilor Străine Directe, majoritatea acordurilor de licențiere au fost semnate în sectoarele cu tehnologii High-Tech, cum ar fi: electric, electronic, mașinărie, chimiccate. Această creștere în adoptarea tehnologiilor străine a contribuit la o creștere sporită și persistentă în Coreea de Sud.

Concluzii

În articolul prezentat au fost examinate problemele de modelare a dezvoltării durabile, accentul fiind pus pe aspectul tehnologic și anume, considerarea sectorului de Cercetare-Dezvoltare drept sector care produce bunuri sub forma de tehnologii, cele din urmă sunt comercializate de către reprezentanții sectorului de bussines care deține dreptul de monopol asupra acestor tehnologii.

Deci, creșterea echilibrată stabilă depinde de raportul dintre randamentul brevetului de invenție, activ care aduce profit de monopol, și rata subiectivă de discountare. Atunci

1960-1965 rate of inflation was at 19%, in consequence, real profit from accumulated savings was negative till interest rate reform and constitute -17%. After reform, real interest rate growth till 11,2% in year 1968. Interest rate growth causes savings growth both by nominal rate of growth and by reducing rate of inflation, challenging demand decline.

In the period 1962-1966 local authority have undertake substantial efforts in order to attract foreign direct investments:

1. These efforts took the form of new laws allowing for temporary tax holidays.

2. Duty-free import of machinery and raw materials approved as investment requirements.

3. Allowing for the remittance of principals.

4. Promotes and protected property against expropriation

5. Various measures aimed at promoting exports made it more attractive for foreign investors:

- a) credit subsidies provided low interest loans to exporters with letters of credit from foreign importers;

- b) Korean Exchange Bank also provided supplier's credit. Foreign suppliers of plant, equipment and raw materials to Korean exporters provided the largest source of funds for export. Interestingly, the credits and loans provided by these foreign suppliers were secured by the Korean Exchange Bank;

- c) These credit policies in turn could be sustained thanks to the large amount of private saving deposited in the government's Bank in response to the interest rate reform.

These reforms surely helped solve the moral hazard problem associated with the international transfer of technology.

A First channel for foreign technology transfer was foreign direct investment, which was directed, disproportionately, to high-tech sectors.

Second, foreign-invested firms tended to import much more than local firms.

Third, joint-venture firms tended to import a substantial proportion of intermediate inputs from their foreign partner companies.

Fourth, foreign-invested firms had twice as much machinery and equipment per worker than that of local firms and produced 80% more value added per worker.

Finally, a larger share of the output produced in foreign-invested firms was exported.

Another channel for foreign technology transfer was technological licensing. As with FDI, most of the

Licensing agreements were signed by firms in high-tech sectors such as electric and electronics, machinery and chemicals. This increasing adoption of foreign technologies contributed to the high and persistent growth trend in Korea.

Conclusions

Sustainable development modeling issues, focusing on the technological aspect, considering Research and Development sector as a producer of new technologies which are eventually sold to the Business sector, the owner of the monopoly right on it were examined.

când randamentul brevetului de invenție va fi mai mare, creșterea va fi pozitivă și endogenă deoarece depinde de un parametru comportamental și de rata subvențiilor (β_n) pentru sectorul *R & D*, rata subvențiilor pentru acumulări de capital (β_k) , ultimile fiind instrumente de politică economică guvernamentală.

$$g_c = g_Y = g_K = \frac{1}{g}(ab_1L + \beta_k - \rho) = const$$

Expresia pentru creșterea economică optimă prezentată în continuare diferă de aceea echilibrată prin lipsa multiplicatorului α în primul termen din paranteză, deci nu depinde de cota profitului în volumul integral de producție, însă depinde de productivitatea sectorului de Cercetare-Dezvoltare, de rata subvențiilor pentru sectorul de cercetare și pentru acumulare de capital la fel și de parametru comportamental- rata discountului ρ .

$$g_{opt} = \frac{1}{g}(b_1L + \beta_k - \rho) = const$$

Se propune ca statul să încurajeze acumulările de capital prin acordarea subvențiilor, la fel și activitatea de elaborarea a noi tehnologii să fie susținută de stat prin acordarea suportului financiar la promovarea activităților de inovare. O atenție deosebită este necesar să fie acordată la crearea sectorului de Cercetare-Dezvoltare și anume subdiviziunii de elaborare a brevetelor de inovare în vederea implementării a noilor tehnologii în sfera de producere, cointeresarea întreprinzătorilor autohtoni și străini în procurarea brevetelor și implementarea lor.

O nouă direcție de activitate a sectorului de Cercetare-Dezvoltare ar fi implicarea în procesul de adoptare a noilor tehnologii de frontieră prin intermediul businessului străin, dat fiind stabilite prioritățile de aspect tehnologic strict necesar pentru procesul de realizare a dezvoltării durabile.

O altă cale spre perfectarea procesului de inovare constă în adoptarea unui mecanism de promovare a tehnologiilor noi spre implementare într-o perioadă cât se poate de scurtă. Crearea dialogului activ cu reprezentanții businessului în vederea implicării lui active în procesul de inovare. Evaluarea la justa valoare prețului brevetelor propuse spre implementare în vederea formării unei noi piețe - pieței de brevete.

Urmează informații privind dinamica elaborării brevetelor (sursa: Raportul privind activitatea de cercetare și inovare al AȘM pentru anul 2009). Spre regret, în acest tabel lipsește informația despre numărul de brevete implementate în 2009 sau despre numărul de tehnologii noi implementate în producere sau numărul de tehnologii noi adoptate în procesul de fabricare al bunurilor și serviciilor. Nu este nici un fel de date care ar caracteriza eficacitatea acestor brevete, impactul lor asupra economiei în ansamblu sau asupra ramurii în care se presupune implementarea lor. Departamentul de Statistică cere completarea anuală a raportului statistic 4-tn „Depunerea, implementarea și utilizarea invențiilor și propunerilor de raționalizare” de la agenții economici care manifestă activități de inovare însă pe situl DS lipsesc date privind

So stable balanced growth depends on the ratio of patent efficiency, the profitable monopoly asset, and subjective rate of discount. When the invention patent yield will be higher, growth will be positive and endogenous since it depends on behavioral parameters and a subsidy rate (β_n) for innovation activity, subsidy rate (β_k) for capital accumulation, the last being the state economic policy.

$$g_c = g_Y = g_K = \frac{1}{g}(ab_1L + \beta_k - \rho) = const$$

The expression for optimal growth presented below differs from that balanced through the lack of multiplier α in the first term in brackets, so it depends on the share of profits in full production volume, but depends also on the productivity of R&D, the rate of subvention to R&D sector and the rate of subvention for capital accumulation as well as the discount rate ρ - behavioral parameter.

$$g_{opt} = \frac{1}{g}(b_1L + \beta_k - \rho) = const$$

It is proposed that government should encourage capital accumulation by providing subsidies to the production sector, as well as activity in developing a new technologies must be upheld by providing financial support from the state into innovation activities promoting. Particular attention should be given to the creation of Research and Development sector, especially the subdivision of developing innovative patents for implementing new technologies in the sphere of production, for providing local and foreign business patents and for implementing it.

A new direction of the Research and Development sector activity would be involved in the process of new frontier technology adopting through external Business, given the priorities established by the technological process strictly necessary for achieving sustainable development.

Another way to perfect innovation process consists in adopting some mechanism for new technology implementation in a time as short as possible; creating active dialogue with representatives of Business for the active involvement in the innovation process; estimation at fair value of the patents proposed for implementation in order to create a new market - the patents market.

Further, statistical data on the patents elaboration dynamics follows (source: Annual report looking for the research and innovation activity of the Moldavian Academy of Sciences in 2009). Unfortunately, in this table is missing information on number of patents implemented in 2009 or about the number of technologies implemented in the production, or the number of technologies adopted in the manufacture of goods and services. There is no data that would characterize the effectiveness of these patents, their impact on the whole economy or on the branch in which its are assumed to be implemented. Department of Statistics requires from businesses to fill in annual statistical report 4-tn

informația care se conține în această formă. Conținutul acestui raport statistic este foarte util deoarece conține rubrici referitor la aprobarea, utilizarea, implementarea de invenții, contracte de transmitere a drepturilor, propuneri de raționalizare, despre cheltuielile ce însoțesc fiecare gen de activitate și suma efectului economic pentru fiecare gen de activitate inovațională. În baza acestui document este posibilă efectuarea unei analize foarte utile care ar fi în stare să ne dea răspunsul și sugestii privind starea de lucruri în acest domenii.

„Submission, implementation and use of inventions and rationalization proposals”, that show innovation activities. But on the DS website there are a lack of data that is contained in this form. The content of this report is very useful because contains headings the approval, use, implementation of the invention; transmission rights contracts; proposals for rationalization; costs that accompany each type of economic activity and the actual amount for each type of innovative activity. In the base of this document may be made very useful analysis which would be able to give us the response and suggestions about the state of affairs in this domain

Tabelul 1/Table 1

Anii/Years	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nr. Brevete/ Patents	101	144	155	158	143	186	213	251
Flux brevete/ Flow of patents		43	11	3	-15	43	27	38
Implementat/ Implemented								

Bibliografie/Bibliography

1. P.Romer.Endogenous Technical Change. Journal of Political Economy.V. 98.N 5.pp71-102. 1990.
2. R.Barro, X SalA-I-Martin. Convergence. Journal of Political Economy.V.100, No.2 pp.1-29,1992.
3. Ph.Aghion, D.Comin, P.Howitt. What does domestic savings matter for economic growth? NBER, Working paper. No 12275, 2006.