MODELUL SINERGETIC AL INVESTIŢIILOR FINANCIARE ÎN DOMENIUL CERCETĂRII-DEZVOLTĂRII

Anatol ROTARU*, Rodica CUJBA, Leonid CAIREAC *, Ioan CALINIUC *, Angela SIDORCO***
***Universitatea de Stat din Moldova,**
**** Institutul de Economie, Finanţe şi Statistică al AŞM**

Tranziţia societăţii moderne în faza postindustriala şi informaţională de dezvoltare necesită o interpretare diferită a rolului ştiinţei în viaţa economico-socială. În această perioadă rolul ştiinţei nu este doar importantă, doar joacă un rol fundamental, deschide oportunităţi noi în dezvoltarea tehnologiilor, industriei, ocrotirii mediului ambiant. Sarcinile care stau în faţa ştiinţei moderne necesită o implicare tot mai mare a resurselor umane şi materiale în activitatea tehnico-ştiinţifică. Iată de ce în prezent pe lângă menagementul ştiinţei un rol important joacă politica financiară de investiţii. Finanţarea ştiinţei, structura finanţării, metodele de finanţare şi dinamica finanţării sunt componentele cheie în edificarea modelului modern al politicii tehnico-ştiinţifice.

În lucrarea de faţă este propus modelul sinergetic de finanţare a ştiinţei moderne în baza studiului dinamicii neliniare al cheltuielilor pentru ştiinţă în dependenţă de sursa de finanţare.

În general, aceata este o problemă foarte complexă care necesită utilizarea metodelor dinamicii neliniare a sistemelor deschise sinergetice în spaţiul multidimensional fazic.

Să examinăm cel mai simplu model al dinamicii neliniare al investiţiilor financiare în ştiinţă luând în calcul disipaţia şi surselor de finanţare.

După cum se ştie, pentru dezvoltarea cu succes a sistemului tehnico-ştiinţific sunt necesare investiţii nu mai mici de un anumit parametru financiar critic, care, conform unor evaluări, constituie nu mai puţin de 2% din PIB.

Să notăm prin $n_1(t)$ resursele financiare disponibile ale sistemului tehnico-ştiinţific în momentul de timp t, iar prin $n_2(t)$ – resursele financiare car pot fi atrase pentru finanţarea suplimentară. Astfel,

$$n_1(t)+ n_1(t)=n \tag{1}$$

unde n – este totalul finanţării sistemului tehnico-ştiinţific, care ar trebui să se apropie de indicatorul critic al parametrului de finanţare. De facto, totalul finanţării sistemului tehnico-ştiinţific include atât sursele proprii de finanţare, cât şi finanţarea bugetară, extrabugetară, depozitele financiare ale întreprinderilor, investiţiile străine, sursele organizaţiilor de binefacere şi alte surse. Să presupunem, că totalul finanţării este invariant, adică este o valoare constantă.

Fie $w_1(t)dt$ – este probabilitatea de investire a unor anumite surse financiare în sistemul tehnico-ştiinţific pe parcursul timpului dt, iar $w_2(t)dt$ – probabilitatea cheltuielilor financiare. Acestea includ cheltuielile pentru crearea bazei ştiinţifice tehnico-materiale, procurarea echipamentului şi dispozitivelor ştiinţifice, investiţiile capitale, salariile, deplasările, asigurarea informaţională etc. În acest caz viteza schimbării finanţării sferei cercetare-dezvoltare este determinată de expresia:

$$\frac{dt_1}{dt}= n_2(t)\, w_1(t) - n_1(t)\, w_2(t) \tag{2}.$$

Să presupunem că probabilităţile respective $w_1(t)$ şi $w_2(t)$ depind în timp prin dependenţa de timp a valorilor $n_1(t)$ şi $n_2(t)$. Să presupunem că $w_1[n_1(t), n_2(t)]$ şi $w_2[n_1(t), n_2(t)]$ sunt funcţii analitice şi le înşirăm în şirul Taylor, păstrând doar membrii lineari:

$$\begin{aligned} w_1[n_1(t)], n_2(t)] &= k_1 n_1 + k_2 n_2), \\ w_2[n_1(t)], n_2(t)] &= k_3 n_1 + k_4 n_2), \end{aligned} \tag{3}$$

unde k_i – coeficienţii de descompunere care în forma cea mai generală pot slab depinde de timp.

Daca înlocuim (3) în (2) ţinând cont de (1) obţinem:

$$\frac{dN}{dt} = g - \alpha N - \beta N^2 \tag{4}$$

unde $N = \frac{n_1}{n},\ g = k_2 n,\ \ \alpha = n(2k_2 + k_4 - k_1),\ \beta = (k_3 + k_1 - k_2 - k_4)n.$

Trebuie de menționat că coeficienții α şi β pot fi valori atât pozitive, cât şi negative, în dependență de coeficientul k_i. Astfel, în dependență de aceasta, soluțiile ecuației (4) pot fi diferite. Ulterior vom examina cazul când α şi β sunt valori pozitive. După cum se observă din (4) dinamica investițiilor financiare în cel mai simplu caz este descrisă de ecuația diferențială neliniară de ordinul întîi cu neliniaritate de gradul doi. Constanta g poate fi considerată viteza generării investițiilor financiare în sfera tehnico-ştiințifică. Primul şi al doilea sumand sunt legați de reducerea lineară şi neliniară a volumului de investiții financiare în rezultatul cheltuielilor pentru necesitățile activității tehnico-ştiințifice.

Cea mai simplă soluție a ecuației (4) este soluția staționară care este determinată de condiția $\frac{dN}{dt} = 0.$ lucem spre examinare timpul adimensional $T = \alpha t$ În acest caz ecuația (4) va avea forma:

$$\frac{dN}{dt} = G - N - \Gamma N^2 \qquad (5)$$

Unde G şi Γ sunt constante renormalizate $G = \frac{g}{\alpha};\ \Gamma = \frac{\beta}{\alpha}.$

Pentru cazul staționar obținem ecuație de gradul doi pentru investiile financiare

$$\Gamma N_S^2 + N_S - G = 0 \qquad (6)$$

Ecuația (6) are două soluții:

$$N_{S1} = \frac{\sqrt{1 + 4\Gamma G} - 1}{2\Gamma},$$
$$N_{S1} = \frac{\sqrt{1 + 4\Gamma G} + 1}{2\Gamma}. \qquad (7)$$

Ulterior vom examina stabilitatea acestor stări staționare utilizând metoda Leapunov. Introducem două variabile noi ξ şi η care se caracte-

rizează prin abatere mică de la starea de echilibru N_{S1} şi N_{S2}.

$$\xi = N - N_{S1},\ \eta = N - N_{S2}, \qquad (8)$$

Substituind (8) în (5) şi ținând cont de valorile mici ξ şi η după liniarizarea pentru ξ şi η obținem ecuațiile diferențiale lineare

$$\frac{d\xi}{d\Gamma} = -[1 + 2\Gamma N_{S1}]\xi,$$
$$\frac{d\eta}{d\Gamma} = -[1 + 2\Gamma N_{S2}]\eta. \qquad (9)$$

Ținând cont de (7) soluțiile ecuației (9) au forma:

$$\xi = c_1 e^{-\sqrt{1+4\Gamma G}T},$$
$$\eta = c_1 e^{\sqrt{1+4\Gamma G}T}, \qquad (10)$$

unde c_1 şi c_2 sunt constante de integrare în cazul $T \to \infty,\ \xi \to \infty,\ \eta \to \infty,$ Astfel soluțiaN_{S1} este stabilă iar N_{S2}- instabilă. E de menționat că soluția instabilă nu are sens fizic, pentru că este valoare strict negativă.

Dependența de timp a investițiilor financiare este determinată de soluția ecuației diferențiale neliniare (5). În cazul integrării ecuației (5) obținem:

$$2\Gamma N + 1 - \sqrt{1 + 4\Gamma G} = c(2\Gamma N + 1 + \sqrt{1 + 4\Gamma G})e^{-\sqrt{1+4\Gamma G}T}, \qquad (11)$$

unde c - constanta de integrare care este determinată de condițiile inițiale. Să presupunem, că în momentul inițial de timp, $T = 0,\ N(0) = 0.$ Aceasta înseamnă, că în momentul de timp inițial fixat sistema tehnico-ştiințifică nu deține resurse financiare. În acest caz constanta c va fi determinată prin expresia

$$c = \frac{1 - \sqrt{1 + 4\Gamma G}}{1 + \sqrt{1 + 4\Gamma G}} \qquad (12).$$

Ținând cont de (12) din (11) pentru investițiile financiare în orice moment de timp $T > 0$ obținem

$$N(T)=\frac{\sqrt{1+4\Gamma G}-1+(1-\sqrt{1+4\Gamma G})e^{-\sqrt{1+4\Gamma G}GT}}{2\Gamma[1-\frac{1-\sqrt{1+4\Gamma G}}{1+\sqrt{1+4\Gamma G}}e^{-\sqrt{1+4\Gamma G}GT}]} \quad (13).$$

Din expresia (13) reiese că dacă $T = 0$ atunci $N(0) = 0$, ce a şi fost presupus inițial, iar dacă $T \to \infty$ atunci

$$N(\infty)=\frac{\sqrt{1+4\Gamma G}-1}{2\Gamma} \quad (14).$$

Cu alte cuvinte $N(T)$ tinde spre soluția sa staționară. Asftel, curba dependenței $N(T)$ are caracter logic.

Un interes deosebit stârneşte determinarea timpului atingerii stării staționare. Acesta este determinat de condiția $\frac{d^2N}{dT^2}=0$. Utilizând (5) şi (13) pentru timpul realizării saturării $\overline{T}$, adică pentru atingerea de către investițiile financiare a valorii staționare, obținem:

$$\overline{T}=\frac{1}{\sqrt{1+4\Gamma G}}\ln\frac{\sqrt{1+4\Gamma G}-1}{\sqrt{1+4\Gamma G}+1} \quad (15).$$

Să presupunem, că în momentul de timp $T = 0$, atunci $N = N_0$ Aceasta însemnă cî în momentul inițial de timp sistema tehnico-ştiințifică deține un volum anumit de investiții financiare N_0. În acest caz constanta c este determinată din expresia (11) şi are următoarea formă:

$$c=\frac{2\Gamma N_0+1-\sqrt{1+4\Gamma G}}{2\Gamma N_0+1+\sqrt{1+4\Gamma G}]} \quad (16),$$

iar evoluția dinamică a investițiilor ifnanciare este determinată de expresia

$$\mathrm{N(T)}=\frac{\sqrt{1+4\Gamma G}-1+\frac{2\Gamma N_0+1-\sqrt{1+4\Gamma G}}{2\Gamma N_0+1+\sqrt{1+4\Gamma G}}(1+\sqrt{1+4\Gamma G})e^{-\sqrt{1+4\Gamma G}GT}}{2\Gamma[1-\frac{2\Gamma N_0+1-\sqrt{1+4\Gamma G}}{2\Gamma N_0+1+\sqrt{1+4\Gamma G}}e^{-\sqrt{1+4\Gamma G}GT}]} \quad (17).$$

Din expresia (17) se observă, că dacă $T = 0$ atunci $N \to N_0$ iar dacă $T \to \infty$ atunci N tinde spre soluția sa staționară N_{SI}. În cazul în care $N_0=0$ din expresia (17) putem uşor obține (13). Spre deosebire de cazul precedent, când $N_0=0$ şi are loc doar majorarea investițiilor financiare până la valoarea staționară, în cazul $N = N_0 \neq 0$ evoluția de timp $N(t)$ depinde de corelația N_0şi N_{SI}. Dacă volumul de investiții în momentul de timp $t = 0$ este mai mic de valoarea staționară, atunci are loc creşterea acestora până la valoarea staționară. Dacă însă $N_0 > N_{SI}$, are loc reducerea volumului de investiții financiare până la valoarea sa staționară.

Timpul de atingere a saturației în cazul $N = N_0$ şi $t = 0$ este determinat de expresia

$$\overline{T}=\frac{1}{\sqrt{1+4\Gamma G}}\ln(\frac{2\Gamma N_0+1+A}{2\Gamma N_0+1-A}), \quad (18)$$

unde $A=\sqrt{1+4\Gamma G}$.

Nu e greu de observat că în cazul $N_0=0$ expresia (18) se transformă în (15).

Astfel, în cazul existenței surselor de finanțare pentru sfera tehnico-ştiințifică şi cheltuielilor corespunzătoare, dinamica investițiilor financiare are un caracter logistic cu apropierea volumului de investiții financiare la starea staționară durabilă. Astfel, a fost studiată dinamica investițiilor financiare în dependență de viteza investițiilor şi cheltuielilor corespunzătoare.