

**EVOLUȚIA COSTURILOR PRODUCTIVE TOTALE SUB IMPACTUL
IMPLEMENTĂRII REZULTATELOR CERCETĂRIILOR ȘTIINȚIFICE:
ASPECT METODOLOGIC**

*Victoria GANEA, Olesea BEJAN, Alexandru GRIBINCEA, Ion CIOBANU**

Catedra Marketing și Relații Economice Internaționale

**InvestPrivatBank*

In this article we review and discuss the potential and limitations of econometric methods for the evaluation of productivity of scientific and technological (S&T) systems. We examine and compare the main approaches that have been applied in the literature: the production function and the production frontier approach. Both approaches present advantages and disadvantages. In the first part of the chapter we carry out a selective review of the two fields. In the second part we focus on the last developments of the efficiency analysis literature, with particular attention to the nonparametric approach. An illustration of the potential of robust nonparametric techniques is offered using data from the Italian National Research Council (CNR). The article concludes by discussing the potential of these approaches for the analysis of S&T systems beyond the existing applications.

Spre deosebire de eficiența altor activități umane, eficiența dezvoltării științei poate fi cuantificată doar convențional, aproximativ, incomplet. Știința și-a „cucerit” dreptul și la realizarea unor rezultate negative. În dinamica costurilor destinate dezvoltării științei pot fi aduse exemple, pe când cercetătorii ce fac parte din mai multe generații au depus doar „efort”, fără a realiza vreun „efect”. De exemplu, calculatoarele au devenit eficiente abia în secolul XXI, însă cheltuielile s-au început încă din anul 1642 (Blaise Pascal, Paris). Costurile fără rezultate convingătoare au continuat sute de ani. Nici matematicienii, dezvoltând matematica fundamentală, nu s-au gândit la aplicabilitatea rezultatelor, la efectul practic care ar putea fi util în activitățile umane. Întru confirmare, putem aduce spusele lui Stanislav Lem: „Matematicienii confecționează costume de cele mai diverse dimensiuni și forme pentru ființe care în realitate nici nu există”. Acesta este „fanatismul” științelor fundamentale, care se dezvoltă după cum găesc acestea de cuviință, fără a aștepta „indicații” de la guvernanți. În principiu, dezvoltarea științelor fundamentale nu poate fi gestionată. Sistemele fundamentale se dezvoltă în toate direcțiile și cât mai profund după criteriul lui Stanislav Lem. În biblioteca succeselor științelor fundamentale sunt de „toate” pentru „toți”. Încă multe sute de ani omul s-ar putea folosi de arsenalul matematic, de care azi omenirea dispune, fără a mai investi, a depune efort în dezvoltarea științei matematice fundamentale. Multispectrul, diversitatea direcțiilor de cercetare, volumul enorm al succeselor științelor fundamentale servesc bază, bibliografie inepuizabilă pentru noi elaborări științifice cu tentă aplicabilă. Din aceste argumente nimeni nu se avântă să concluzioneze că științele fundamentale sunt suficient de dezvoltate și, deci, în continuare e cazul de pus accentul pe științele aplicative. Dimpotrivă, pentru științele fundamentale în lume sunt create condițiile necesare, iar globalizarea economică, deschiderea frontierelor, apariția mijloacelor tehnice de telecomunicare contribuie considerabil la dezvoltarea științelor fundamentale. Parțial, științele fundamentale își redirecționează unele cercetări pentru soluționarea problemelor formulate de științele aplicative.

Științele aplicative (de regulă, ramurale) în baza succeselor științelor fundamentale, soluționează probleme practice, formulează probleme pentru științele fundamentale. Estimarea nivelului științei dintr-o țară sau alta este un lucru, în viziunea noastră, dificil. Realizările științifice sunt incomensurabile. Există o serie de indici care, în linii mari, ar putea fi utilizați în procesul de determinare a capacității științifice a ramurii, a economiei naționale. De exemplu, raportul dintre costul cercetărilor științifice și produsul final (pentru ramuri), dintre cost și PIB; raportul dintre numărul de colaboratori științifici și numărul de angajați.

În SUA, de exemplu, o ramură are o capacitate științifică mare dacă raportul dintre numărul de colaboratori științifici și numărul de angajați din ramură depășește 0,5%. Pornind de la specificul ramurii, nu toate ramurile sunt și pot fi generatoare de idei, de rezultate științifice; nu toate ramurile sunt consumatoare de rezultate științifice. Industria electronică, electrotehnică, de construcție, a aparatelor, dispozitivelor în scopuri științifice, industriale, industria avio, chimică sunt numite tradițional ramuri cu tehnologii performante, ramuri consumatoare de idei științifice, de produse intelectuale. Aceste ramuri determină, în mare măsură, succesul, insuccesul economic în restul ramurilor economiei naționale.

Știința este o ramură specifică: are nevoie de aparate, utilaje, tehnologii ultramoderne; de o bază tehnico-materială foarte dezvoltată; de o infrastructură specifică; de condiții de muncă; se poate dezvolta numai dacă personalul științific are o pregătire temeinică, se completează reciproc. Ea are nevoie de cerere la produsele, la rezultatele sale științifice. Personalul științific nu poate fi pregătit într-o perioadă relativ scurtă. De exemplu, studiile universitare nu pot fi suficiente pentru un colaborator științific. Pentru a deveni generator de idei, omul are de depășit etapele: de inițiere în știință; de acumulare de cunoștințe științifice; de sesizare a cunoștințelor științifice; de generare de cunoștințe, de idei.

Un colaborator științific 2/3 din viața sa se pregătește să devină specialist, generator de cunoștințe și doar 1/3 din anii vieții pot fi, cu o anumită probabilitate, productivi. Pregătirea personalului științific este echivalentă cu o acumulare de investiții de durată; reprezintă investiții nematerializate și, dacă apare ideea – un produs al cercetărilor științifice, până la produsul final durează.

Rezultatele investigațiilor științifice au de trecut un șir de etape (Fig. 1).

Același rezultat al științei fundamentale este aplicat în „lanț” la crearea unor produse principial noi sau la eficientizarea procesului de producere. Admitem că „lanțul” este constituit din n componente (procese, produse). Firește e să considerăm că costurile de aplicare a realizărilor științifice la crearea sau la eficientizarea următorului produs, proces vor fi mai mici decât costurile similare pentru produsul, procesul precedent. Argumente pot fi multe: personalul implicat în aplicarea rezultatelor din știința fundamentală devine mai calificat prin experiența precedentă; în noile aplicări se ține cont de eșecurile comise la soluționarea problemei pentru produsele, procesele precedente, costisitoare; rezultatele științifice aplicate la eficientizarea proceselor, produselor precedente, pot fi implementate, utilizate gratuit în procesul de elaborare a produselor următoare. Costul total al efortului intelectual, numit în continuare costul inovației, este constituit din suma costurilor în cele 10 etape prezentate în Figura 1.

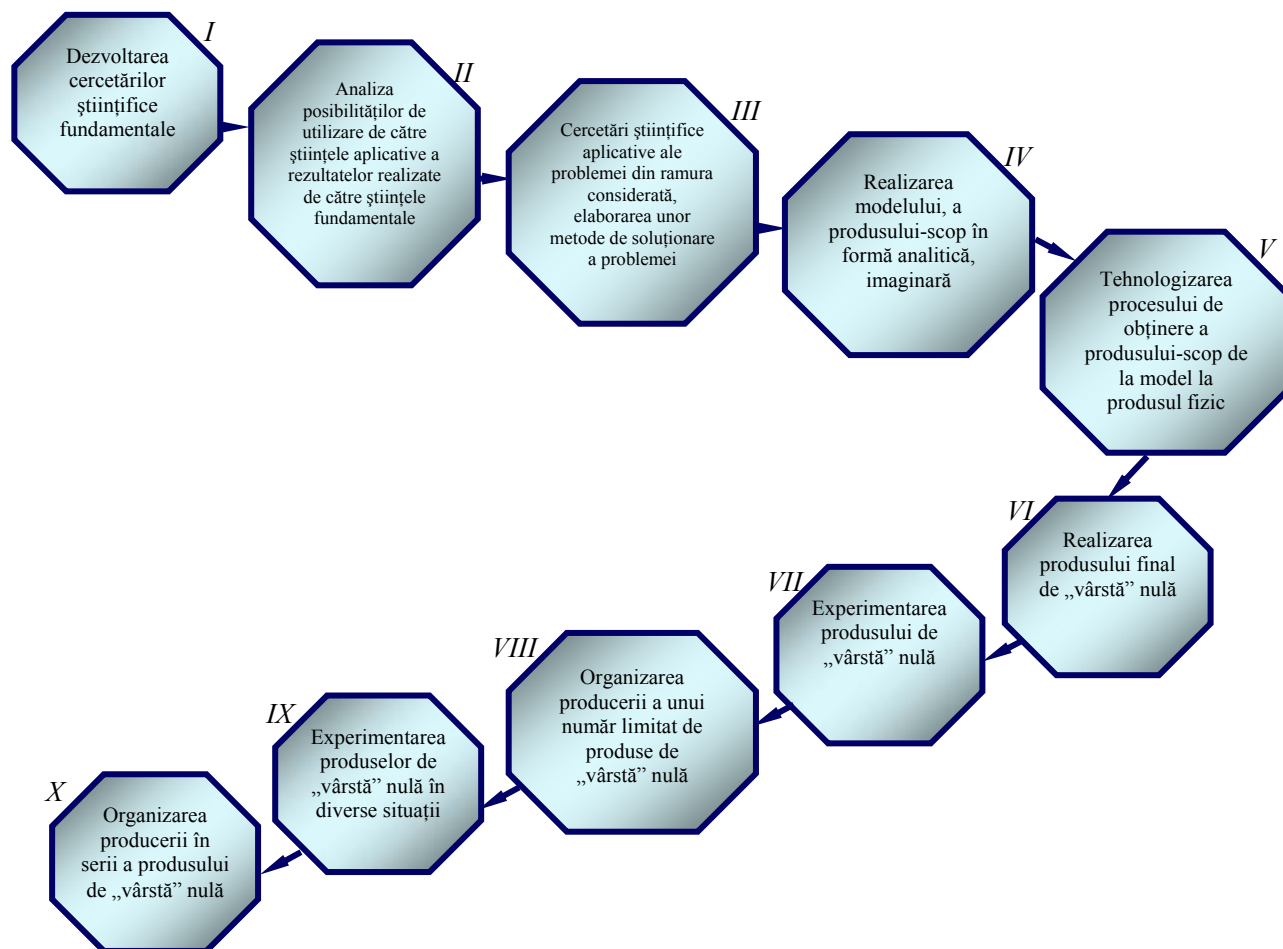


Fig.1. Etapele investigațiilor, precedente producerii în serie.

Fiecare țară, în relațiile sale economice internaționale cu partenerii săi economici din exterior tinde să-și maximizeze TOTAL REVENUE (TR), adică $TR = P \cdot Q \rightarrow \max$, unde P – prețul de comercializare a mărfii; Q – volumul de marfă exportată. Dacă economia țării considerate este o economie relativ mică (are o pondere nesemnificativă în economia mondială), atunci AVERAGE REVENUE (AR) și MARGINAL REVENUE (MR) vor coincide, adică $AR = MR$. Costul productiv (K) al mărfii exportate este în anumită dependență de volumul exportului Q , adică $K = f(Q)$. Funcția $f(Q)$ poate avea cele mai diverse forme. Admitem că costurile productive sunt determinate de funcția $K^{(0)} = c^{(0)} \cdot Q$, unde $c^{(0)}$ – costul specific al mărfii până la apariția și implementarea inovației 1. Inovația contribuie la creșterea eficienței factorilor de producție, la reducerea costurilor productive; presupune un anumit efort intelectual. Inovațiile se desfășoară în lanț pentru diferite produse propuse. Admitem, că la primul produs, proces, costul inovațional constituie IN_1 . În consecință, costul specific inițial, adică de la produsul, procesul inițial $c^{(0)}$, $c^{(0)}$ se va reduce până la $c^{(1)}$ ($c^{(0)} > c^{(1)}$), costul total după apariția și implementarea inovației va fi determinat de funcția $K^{(1)} = c^{(1)} \cdot Q + IN_1$, cu un coeficient unghiular $c^{(1)}$ mai mic decât coeficientul unghiular $c^{(0)}$. În funcția $K^{(0)} = c^{(0)} \cdot Q$.

Există un așa volum Q al mărfurilor exportate, pentru care costurile până la apariția inovației 1 coincid cu costurile productive după implementarea inovației, adică $K^{(0)}(Q_1) = K^{(1)}(Q_1)$; $c^{(0)}Q_1 = c^{(1)}Q_1 + IN_1$.

Determinăm costul productiv specific al mărfii exportate $c^{(1)}$: $c^{(1)} = c^{(0)} - \frac{IN_1}{Q_1}$. Costurile productive

totale vor avea forma:

$$\begin{aligned} K^{(1)} &= c^{(1)} \cdot Q_1 + IN_1 = \left(c^{(0)} - \frac{IN_1}{Q_1} \right) \cdot Q_1 + IN_1 = c^{(0)} \cdot Q_1 + IN_1 \left(1 - \frac{Q_1}{Q_1} \right) = c^{(0)} \cdot Q_1 - IN_1 \left(\frac{Q_1}{Q_1} - 1 \right) = \\ &= \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} \right) \right) Q_1 \end{aligned}$$

Costurile productive $K^{(0)} = c^{(0)} \cdot Q$ și AVERAGE REVENUE (AR), MARGINAL REVENUE (MR) pot fi puse la baza determinării volumului optim de mărfuri exportate. Din condiția $MR^{(0)} = MK^{(0)}$ determinăm $Q = Q_1$ (Fig.2).

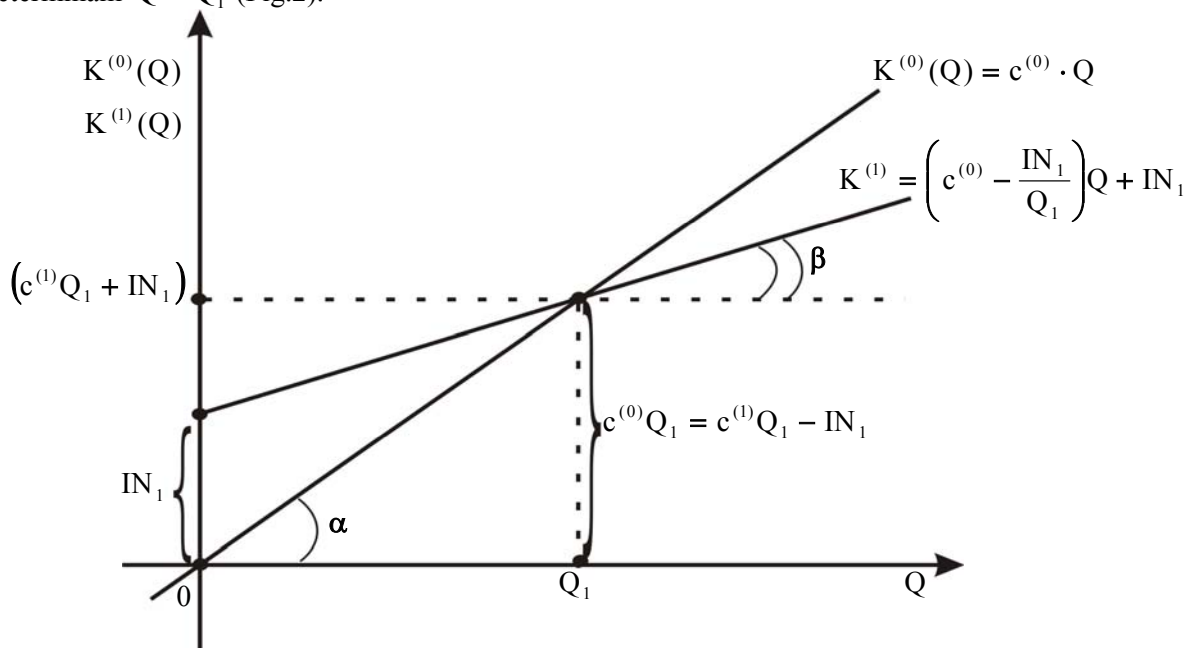


Fig.2. Funcțiile costurilor productive de până la și după apariția și implementarea inovației 1.

Până la implementarea inovației, costul productiv specific a constituit $MK^{(0)} = c^{(0)} = \text{tg}\alpha$, iar după – $MK^{(1)} = \left(c^{(0)} - \frac{IN_1}{Q_1}\right) = \text{tg}\beta$, $\text{tg}\beta < \text{tg}\alpha$. După implementarea inovației 1 costurile productive s-au redus cu:

$$\Delta K^{(1)} = K^{(0)} - K^{(1)} = c^{(0)}Q - \left(c^{(0)} \cdot Q + IN_1 \left(1 - \frac{Q}{Q_1}\right)\right) = IN_1 \left(\frac{Q}{Q_1} - 1\right) = IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q}\right) \cdot Q \text{ (Fig.3).}$$

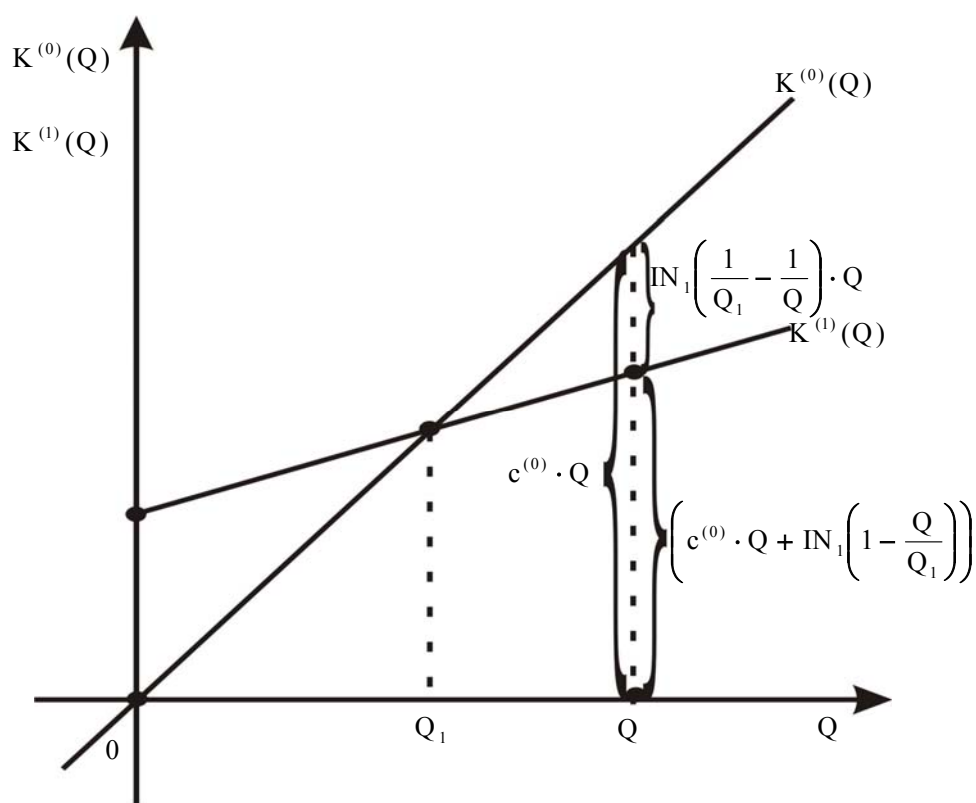


Fig.3. Reducerea costurilor productive după implementarea inovației 1.

După apariția și implementarea inovației 2 costul specific se va reduce de la $c^{(1)}$ până la $c^{(2)}$, $c^{(1)} > c^{(2)}$; costul productiv al exportului va constitui $K^{(2)} = c^{(2)} \cdot Q + IN_2$, unde IN_2 – costul inovației 2. Costurile și după implementarea inovației 2 vor coincide pentru volumul mărfurilor exportate egale cu Q_2 , adică $K^{(1)}(Q_2) = K^{(2)}(Q_2)$;

$$c^{(2)}Q_2 + IN_2 = c^{(1)}Q_2 + IN_1 = \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2}\right)\right)Q_2$$

Determinăm costul productiv specific al mărfii exportate $c^{(2)}$:

$$c^{(2)} = c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2}\right) - IN_2 \cdot \frac{1}{Q_2}$$

După implementarea inovației 2, costurile productive totale vor avea forma:

$$\begin{aligned}
 K^{(2)} &= c^{(2)}Q + IN_2 = \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \cdot \frac{1}{Q_2} \right) \cdot Q + \frac{IN_2}{Q} \cdot Q = \\
 &= \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q} \right) \right) \cdot Q
 \end{aligned}$$

După implementarea inovației 2 costurile productive s-au redus cu:

$$\begin{aligned}
 \Delta K^{(2)} &= K^{(1)} - K^{(2)} = \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q} \right) \right) \cdot Q - \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) \right) - IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q} \right) \cdot Q = \\
 &= \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q} \right) (IN_2 - IN_2) Q = \frac{Q - Q_2}{Q_2} \cdot \Delta IN_2.
 \end{aligned}$$

Inovația 3 costă IN_3 . După implementarea inovației 3, costul specific $c^{(2)}$ se reduce până la $c^{(3)}$, $c^{(2)} \succ c^{(3)}$; costul productiv total constituie $K^{(3)} = c^{(3)}Q + IN_3$. Pentru volumul exporturilor $Q = Q_3$ costurile $K^{(2)}(Q_3)$ și $K^{(3)}(Q_3)$ vor coincide, adică:

$$c^{(3)} \cdot Q_3 + IN_3 = \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_3} \right) \right) \cdot Q_3$$

Determinăm costul productiv $c^{(3)}$:

$$c^{(3)} = c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_3} \right) - IN_3 \frac{1}{Q_3}$$

După implementarea inovației 3, costurile productive totale, vor avea forma:

$$\begin{aligned}
 K^{(3)} &= c^{(3)} \cdot Q + IN_3 = \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_3} \right) - IN_3 \frac{1}{Q_3} \right) \cdot Q + \frac{IN_3}{Q} \cdot Q = \\
 &= \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_3} \right) - IN_3 \left(\frac{1}{Q_3} - \frac{1}{Q} \right) \right) \cdot Q
 \end{aligned}$$

Costul total s-a redus cu:

$$\begin{aligned}
 \Delta K^{(3)} &= K^{(2)} - K^{(3)} = \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q} \right) \right) \cdot Q - \\
 &- \left(c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_3} \right) - IN_3 \left(\frac{1}{Q_3} - \frac{1}{Q} \right) \right) \cdot Q = \left(\frac{1}{Q_3} - \frac{1}{Q} \right) (IN_3 - IN_2) \cdot Q = \\
 &= \frac{Q - Q_3}{Q_3} \cdot \Delta IN_3.
 \end{aligned}$$

Admitem că inovația se desfășoară fiind aplicată la j produse, procese; $j = 1, 2, \dots, n$.

Aici costurile productive de la un produs, un proces la următorul produs, proces se reduc (Tab.1).

Tabelul 1

Evoluția costurilor productive sub impactul rezultatelor cercetărilor științifice

Produsul, procesul j aflat sub PTȘ	Costurile productive ale produselor reduse sub impactul implementării rezultatelor cercetărilor științifice
0	
1	$c^{(1)} = c^{(0)} - \frac{IN_1}{Q_1}$
2	$c^{(2)} = c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \frac{1}{Q_2}$
3	$c^{(3)} = c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_3} \right) - IN_3 \frac{1}{Q_3}$
4	$c^{(4)} = c^{(0)} - IN_1 \left(\frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2} \right) - IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_3} \right) - IN_3 \left(\frac{1}{Q_3} - \frac{1}{Q_4} \right) - IN_4 \frac{1}{Q_4}$
⋮
j	$c^{(j)} = c^{(0)} - \left(\sum_{j=1}^{j-1} IN_j \left(\frac{1}{Q_j} - \frac{1}{Q_{j+1}} \right) \right) - IN_j \frac{1}{Q_j}$

Fiecare implementare suplimentară a unui rezultat al cercetărilor științifice contribuie la reducerea costurilor totale (Tab.2).

Tabelul 2

Evoluția reducerilor costurilor totale ale produselor, proceselor sub impactul implementărilor rezultatelor cercetărilor științifice

Produsul, procesul j aflat sub PTȘ	Reducerea costurilor productive totale ale produselor, proceselor sub impactul implementărilor rezultatelor cercetărilor științifice
1	$\Delta K^{(1)} = IN_1 \left(\frac{1}{Q} - \frac{1}{Q} \right) Q$
2	$\Delta K^{(2)} = (IN_2 - IN_1) \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q} \right) Q = \Delta IN_2 \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q} \right) Q$
3	$\Delta K^{(3)} = (IN_3 - IN_2) \left(\frac{1}{Q_3} - \frac{1}{Q} \right) Q = \Delta IN_3 \left(\frac{1}{Q_3} - \frac{1}{Q} \right) Q$
4	$\Delta K^{(4)} = (IN_4 - IN_3) \left(\frac{1}{Q_4} - \frac{1}{Q} \right) Q = \Delta IN_4 \left(\frac{1}{Q_4} - \frac{1}{Q} \right) Q$
⋮

j	$\Delta K^{(j)} = (IN_j - IN_{j-1}) \left(\frac{1}{Q_j} - \frac{1}{Q} \right) Q = \Delta IN_j \left(\frac{1}{Q_j} - \frac{1}{Q} \right) Q$
-----	--

Eforturile investiționale pe parcursul a celor 10 etape (Fig.1) contribuie la reducerea costurilor productive totale ale produselor, proceselor. Din condiția $\frac{dK}{dIN} = 0$ determinăm numărul optim de implementare a rezultatelor științifice în scopul reducerii costurilor productive totale.

Din datele prezentate în Tabelul 2 deducem:

$$\Delta K^{(j)} = \Delta IN_j \left(\frac{1}{Q_j} - \frac{1}{Q} \right) Q \text{ sau } \frac{\Delta K^{(j)}}{\Delta IN_j} = \frac{Q - Q_j}{Q_j}; \lim_{\Delta IN_j \rightarrow 0} \frac{\Delta K^{(j)}}{\Delta IN_j} = \frac{dK^{(j)}}{dIN_j} = \frac{Q - Q_j}{Q_j} = 0, \text{ deci } Q^* = Q_j$$

pentru care $\Delta K^{(j)} = \Delta IN_j \left(\frac{1}{Q_j} - \frac{1}{Q} \right) Q = \Delta IN_j \left(\frac{1}{Q_j} - \frac{1}{Q_j} \right) = 0$. Implementarea în continuare pentru realizarea unui export $Q > Q_j$ va conduce nu la reducerea, ci la creșterea costurilor totale.

Costurile productive totale sub impactul rezultatelor cercetărilor științifice, ale progresului tehnico-științific depind de creșterea investițiilor la cele 10 etape (Fig.1), de numărul produselor, proceselor, aflate sub implementarea PTȘ.

Concluzii. Investițiile efectuate în domeniul cercetare-dezvoltare în țara A contribuie la reducerea costurilor productive totale din această țară și, deci, creează priorități în raport cu țările unde investițiile din acest domeniu sunt relativ reduse; PTȘ asigură creșterea economică Q a țărilor, care fac investițiile respective, defavorizează țările unde investițiile în domeniul cercetare-dezvoltare sunt lipsă sau mult reduse; costurile considerabile necesare pentru dezvoltarea domeniului cercetare-dezvoltare creează premise pentru sărăcirea în continuare a țărilor sărace, pentru dezvoltarea și mai puternică a țărilor bogate; eficiența investițiilor în domeniul cercetare-dezvoltare este determinată de numărul problemelor economice care pot fi soluționate, de complexitatea acestora, de volumul exportului de produse cu un cost redus de cheltuieli.

Bibliografie:

1. Gribincea A. Progresul tehnico-științific. - În: Materialele Conferinței internaționale. - Chișinău: ASEM, 2008.

Prezentat la 09.04.2009