

EVOLUȚIA ȘTIINȚELOR INGINEREȘTI, INFRASTRUCTURA INSTITUȚIONALĂ ȘI COOPERAREA CU INDUSTRIA: ANII 1946–2016 (PARTEA I)

Academician Ion BOSTAN
Universitatea Tehnică a Moldovei

THE EVOLUTION OF ENGINEERING SCIENCES INSTITUTIONAL INFRASTRUCTURE AND COOPERATION WITH INDUSTRY: 1946–2016 years (Part I)

Summary. This paper contemplates on the evolution of engineering sciences development in the Republic of Moldova in the postwar period. The author emphasizes the place and role of engineering sciences at different stages reflected in the decisions of the party (until 1990) and State powers, reveals chronologically the establishment of and support to the priorities regarding science development by directions and fields. Also, the author discloses the reasons for reticence in supporting engineering sciences in the first 15 years of the postwar period and highlights the factors which favored the rapid expansion of their development later.

The author tends to tackle the thesis, rooted in our society so far, that Moldovan economy has grown mainly as agricultural one and scarcely industrial. The author makes reference to the complexity, high quality and importance of scientific-practical engineering accomplishments achieved in 107 institutions authorized with research and innovation, which were later implemented into a vast listing of scientointensive industrial products, manufactured at the production facilities of the domestic industrial complex. The paper highlights the valuable scientific achievements of some research and technological development schools of reference in engineering.

Keywords: evolution of engineering sciences, electro erosion, mass and heat transfer, space technology, research institutional framework, electronic industry.

Rezumat. Acest articol descrie evoluția științelor ingineresti în Republica Moldova în perioada postbelică. Autorul pune în valoare locul și rolul științelor ingineresti reflectate în deciziile autorităților politice, expune cronologic stabilirea și susținerea priorităților de dezvoltare a științei pe direcții și domenii. Totodată, sunt relevate motivele reticenței în susținerea științelor ingineresti în primii 15 ani ai perioadei postbelice și evidențiați factorii care ulterior au favorizat extinderea rapidă a dezvoltării acestora.

Autorul tinde să combată teza încetățenită până în prezent în societatea noastră precum că economia Republicii Moldova s-a dezvoltat preponderent ca agrară și foarte puțin ca una industrială. Sunt făcute referințe la complexitatea, înalta calitate și importanța științifico-practică a realizărilor ingineresti obținute în cadrul doar a câtorva, din cele 107, instituții abilitate cu cercetarea-inovarea, transpuse ulterior într-un vast nomenclator de produse industriale scientointensive, fabricate la unitățile de producere ale complexului industrial autohton. Articolul pune în evidență realizările științifice de mare valoare ale unor școli științifice și instituții de cercetare și dezvoltare tehnologică de referință în inginerie.

Cuvinte-cheie: evoluția științelor ingineresti, electroeroziune, transfer de masă și căldură, tehnologii spațiale, cadrul instituțional de cercetare, industria electronică.

INTRODUCERE

În Republica Moldova, în perioada postbelică, organizarea, dezvoltarea și finanțarea științelor ingineresti s-a efectuat prin trei filiere instituționale separate:

- instituțiile academice din cadrul Academiei de Științe a Moldovei (AȘM);
- instituțiile de ramură de cercetare și birourile specializate de proiectare și dezvoltare constructiv-tehnologică;
- instituțiile de învățământ superior.

În plus, în perioada 1984–1990, cercetători din domeniul științelor ingineresti au participat ca parteneri de cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare în programe promovate prin:

- asociații interstatale de cercetare-dezvoltare pe tematici consacrate.

În perioada postbelică, sursele de finanțare, inclusiv mecanismele și instrumentele aplicate la repartizarea alocațiilor financiare pe domenii, direcții și tematici se modificau ca valoare și destinație în funcție de prioritățile stabilite prin deciziile puteri-

lor de partid (până în 1990) și de stat.

Astfel, în anii 1946–1990, finanțarea cercetării în domeniul științelor ingineresti a fost efectuată din următoarele surse: din bugetul de stat (URSS); din fondurile întreprinderilor (în subordine republicană sau unională), cotate obligatoriu cu cel puțin 3% din masa salarială a întreprinderii, și din fondurile speciale pentru programele unionale de cercetare inclusiv cu tematică consacrată. Începând cu anul 1991, cercetarea științifică se finanțează pe bază de concurs din două surse principale: din bugetul de stat al Republicii Moldova și prin programe de cooperare științifică internațională [1]. Legislația Republicii Moldova de după 1992 nu interzice, dar nici nu obligă finanțarea cercetării din fondurile agenților economici în baza contractelor economice.

După proclamarea independenței Republicii Moldova, au intervenit schimbări esențiale în infrastructura instituțională de cercetare, în managementul științelor ingineresti și în nivelul de finanțare, condiționate de câțiva factori.

Volumul alocațiilor pentru știință din bugetul de stat după 1992 a scăzut considerabil în raport cu anul 1985, când pentru știință au fost alocate 33 800 de mii de ruble, fără investițiile capitale (circa 38 850 de mii \$ SUA [2], în 1992 – 15 540 de mii \$ SUA sau de 2,5 ori mai puțin; în 2002 – 2 470 de mii \$ SUA (34 065 de mii de lei la cursul dolarului de 13,79 lei), adică de 15,7 ori mai puțin. În anul 2005 (primul an după intrarea în vigoare a Codului cu privire la știință și inovare, nr. 259 din 15.07.2004), pentru susținerea financiară a cercetării științifice și a tinerilor talentați, inclusiv premii (dar fără investiții capitale și întreținere) au fost alocate 408 300 de mii de lei, ceea ce constituie (la cursul de 12,4598 lei per \$ SUA) 32 769 de mii \$ SUA. Așadar, în 2005, pentru finanțarea cercetării științifice (fără sumele acordate pentru întreținerea instituțiilor din cadrul AȘM) din bugetul de stat au fost alocate doar cu 16% mai puțin decât în anul 1985 (38 850 de mii \$ SUA – fără investiții capitale).

După 1992, practic a fost sistată finanțarea obligatorie a științelor ingineresti din fondurile întreprinderilor de stat cotate cu 3% din masa salarială a fiecărei întreprinderi (o sursă extrem de valoroasă pentru științele ingineresti). Pentru estimarea acestor fonduri de finanțare suplimentară a cercetării, este de menționat că, în anul 1985, în Republica Sovietică Socialistă Moldovenească (RSSM) funcționau 107 instituții științifice subordonate marilor întreprinderi industriale [2], cu care colectivele de cercetare negociau direct și semnau acorduri economice bilaterale.

După 1991 fusese sistată și finanțarea cercetărilor științifice pe programele de interes unional (URSS), inclusiv pe programele asociațiilor inter-statale cu tematică consacrată.

După 1991, sistarea finanțării științei din sursele conform p. 2 și p. 3 au fost recompensate prin deschiderea unor posibilități largi de participare a cercetătorilor în programe și proiecte internaționale de cercetare-dezvoltare cu finanțare în bază de concurs [3].

1. CONTEXTUL ISTORIC AL FORMĂRII CADRULUI INSTITUȚIONAL AL CERCETĂRILOR INGINEREȘTI

Apariția primelor instituții academice în RSSM a fost dictată de necesitatea coagulării în jurul unor centre de profil a tuturor forțelor științifice existente la acea vreme. Este de menționat că potențialul intelectual (inclusiv tehnic) la această perioadă era sărăcit din cauza refugiului masiv al intelectualității peste Prut în 1944, de asemenea, a recrutării tineretului pe două fronturi ale războiului, a deportărilor și foamei organizate. Consecințe extrem de negative a avut recrutarea tineretului în așa zisele școli profesionale FZO amplasate în afara hotarelor RSSM, fără drept de a se întoarce la baștină etc.

Managementul dezvoltării științei în RSSM, la începutul perioadei postbelice, se baza pe structuri instituționale cu diferite forme de organizare: Baza, mai apoi Filiala Moldovenească a AȘ a URSS, iar după anul 1961 – Academia de Științe a RSSM, toate până la începutul anilor 1990 supuse centralizat Prezidiului AȘ al URSS [4].

Din păcate, la nivel republican, în activitatea Bazei până în anul 1949, mai apoi, până în 1961, a Filialei Moldovenești a AȘ a URSS, științele ingineresti nu se regăseau printre direcțiile prioritare de dezvoltare.

De asemenea, este de menționat că în anul 1956, în cadrul discuțiilor la nivelul factorilor decizionali privind reorganizarea Filialei Moldovenești a AȘ a URSS, când s-a dispus extinderea direcțiilor prioritare de cercetare, științele ingineresti au fost neglijate, nefiind considerate de primă importanță pentru instituțiile academice.

Către sfârșitul anului 1956, apar primele structuri instituționale cu direcții având doar tangențe cu ingineria și anume referitoare la știința semiconductoarelor, la fizica corpului solid, la energetică și la automatizări. Astfel, la începutul anului 1957 se instituie secțiile de Energetică și Automatizări, în decembrie 1957 este fondat Institutul de Geologie și Materiale de Construcții, iar în martie 1961 – Institutul de Energetică și Automatizări în baza secțiilor respective.



Anatol COROBCEANU,
vicepreședintele guvernului
al RSSM

Dumitru CORNOVAN,
secretar al Comitetului
Central al PCM

Chiril ILIAȘENCO,
președinte al Prezidiului
Sovietului Suprem al RSSM

Eugen POSTOVOI,
ministru al Învățământului
Public al RSSM

Figura 1. Politicienii care au contribuit la fondarea, în 1964, a Institutului Politehnic din Chișinău

Fondarea Institutului de Fizică Aplicată

În urma unor reorganizări instituționale în cadrul AȘM, în 1964 este creat Institutul de Fizică Aplicată (IFA), cu afilierea la acesta a Uzinei Experimentale cu Birou de Proiectare având statut de bază experimentală. Fondarea IFA reprezintă un exemplu relevant privind inițierea și susținerea științelor ingineresti prin intermediul infrastructurii instituționale de cercetare a AȘM.

Concomitent cu extinderea și consolidarea structurilor instituționale de cercetare din cadrul AȘM, luau amploare alte forme de organizare și dezvoltare a cercetării științifice, de exemplu, prin intermediul *instituțiilor de cercetare de ramură și a instituțiilor de învățământ superior*.

Inițial, nici în acest cadru instituțional științele ingineresti nu erau considerate ca prioritară. Prin fondarea, în perioada 1946–1964, a noilor instituții de învățământ superior s-au dezvoltat și s-au consolidat aceleași direcții de cercetare: agricolă, medicală, umanistică, didactico-pedagogică și foarte puțin, direcțiile ingineresti.

Până la începutul anilor 1960, instituțiile de cercetare de ramură existente sau nou-create erau abilitate cu activități de cercetare-dezvoltare de asemenea preponderent orientate spre domeniile agricol, medical, umanistic, didactico-pedagogic.

Reticența în formarea structurilor instituționale de organizare și dezvoltare a științelor ingineresti, în primii 15 ani ai perioadei postbelice, poate fi explicată prin: situația socioeconomică precară, dominația politicilor de dezvoltare unilaterală agrară a economiei naționale, lipsa de fonduri suficiente pentru dezvoltarea bazei tehnico-materiale pentru științele ingineresti destul de costisitoare și, nu în ultimul rând, prin lipsa unui corp consolidat de cercetători în domeniul științelor tehnice.

La sfârșitul anilor 1960, în culoarele puterilor de partid și de stat tot mai frecvent se discutau propuneri/demersuri privind înființarea în RSSM a unei instituții de învățământ superior tehnic. Toate discuțiile însă se finalizau fără decizii favorabile. Argumentele în defavoarea înființării unei asemenea instituții deseori se bazau pe afirmații sterile, precum că RSSM este și se va dezvolta în continuare ca republică agrară, iar dacă se va dori și inginerie, soluția ar fi instituțiile cu profil ingineresc aflate nu departe, în Odessa (Ucraina).

Fondarea Institutului Politehnic din Chișinău (astăzi Universitatea Tehnică a Moldovei)

Către anul 1964, în RSS Moldovenească s-au consolidat puternic premisele pentru înființarea unei instituții de învățământ superior ingineresc, premise favorizate de urbanizarea rapidă, de dezvoltarea industriei și a sistemului energetic, a complexului agro-alimentar și a radiotelecomunicațiilor, a construcțiilor industriale și civile etc. În aceste condiții, un grup de demnitari, printre care vicepreședintele guvernului RSSM **Anatol Corobceanu**, secretarul CC al Partidului Comunist din Moldova **Dumitru Cornovan**, președintele Prezidiului Sovietului Suprem al RSSM **Chiril Iliășenco** și ministrul Învățământului Public **Eugen Postovoi**, întocmesc o petiție-argumentare, pleacă la Moscova și, la 13 martie 1964, obțin avizul pozitiv de la vicepreședintele guvernului URSS Aleksei Kosîghin. Astfel, a fost încuviințată fondarea Politehnicii în RSSM [5]. Astăzi, acestor demnitari le putem atribui meritul incontestabil și calificativul de promotori nu numai ai ingineriei, ci și ai științelor ingineresti în RSSM (figura 1).

La 28 aprilie 1964, ministrul Eugen Postovoi a

emis ordinul de fondare a Politehnicii, în care identifica structura organizatorică și patrimoniul instituției. Se știe că la Plenara Partidului, ministrul Eugen Postovoi, probabil copleșit de emoții pozitive, comenta propriul ordin, spunând următoarele: „De azi înainte, în Chișinău veți întâlni moldoveni nu numai studenți și măturători de stradă (...), dar și ingineri”. Vorbele sale aveau două conotații ascunse: pe de o parte – exprimau adevărul trist al discriminării moldovenilor sub puterea sovietică, iar pe de altă parte – o realitate în devenire, fiindcă, peste ani, cei 85 de mii de absolvenți-ingineri ai Politehnicii (astăzi Universitatea Tehnică) urmau să consolideze infrastructura instituțională de cercetare în domeniul ingineriei, în particular, și dezvoltarea științelor ingineresti, în general.

Ceva mai târziu, această frază profetică l-a costat pe Eugen Postovoi postul de ministru, în schimb Politehnica lua naștere ca unica instituție de pregătire a inginerilor, dar și ca instituție de promovare a științelor ingineresti [5].

În scurt timp, la 6 mai 1964, în baza deciziei Comitetului Central al PCM, prin ordinul Ministrului Învățământului Public E. Postovoi, în funcția de rector a fost numit **Sergiu Rădăuțan**, candidat în științe fizico-matematice, care a condus Politehnica timp de nouă ani.

Începând cu primele promoții de ingineri, Politehnica, fiind unica instituție de învățământ ingineresc, a contribuit esențial la dezvoltarea și consolidarea principalelor ramuri ale economiei naționale, printre care: energetica, industria constructoare de mașini și electronică, construcțiile industriale și civile, complexul agroalimentar, radiotelecomunicațiile, urbanismul și arhitectura etc.

Fondarea rețelelor de instituții de cercetare științifică de ramură și de birouri specializate de proiectare constructiv-tehnologică

Industrializarea și urbanizarea RSS Moldovenești au generat, în anii 1961–1990, o creștere considerabilă a rețelelor *instituțiilor de cercetare științifică de ramură* (ICȘR) și a *birourilor specializate de proiectare constructiv-tehnologică* (BSPC-T). În total în RSSM, în anul 1970, activau 30 de instituții de cercetare, iar în 1985 – deja 107 instituții de cercetare și dezvoltare tehnologică, în mare parte subordonate întreprinderilor industriale [2], printre care ICȘR: НИЦЭВТ, CVANT, НИИРИФ, ВНИИЭИМ, ВНИИНК, КНИИЭР etc. și BSPC-T: BSCT (СКТБ) „Mezon”; BSCT (СКТБ) „Vibropibor”; BSC (СКБ) „Hidromaș”, BSCT (СКТБ) Uzina de tractoare, BSCT (СКТБ) Mașini agricole etc.

Asociații interstatale [6] de cercetare-dezvoltare pe domenii/tematici consacrate

În practica internațională sunt cunoscute modele de management al cercetării și dezvoltării tehnologice bazat pe *asociații interstatale*, create cu scopul soluționării unor obiective științifico-practice de mare complexitate și valoare, care de obicei nu puteau fi realizate de către o singură țară.

Astfel de asociații interstatale au fost create începând cu anii 1960 în domeniul extragerii de pe fundul oceanelor și mărilor a concrețiunilor fero-manganice (CFM), având ca obiective elaborarea mijloacelor tehnice de extragere a CFM și a tehnologiilor metalurgice de separare a metalelor [7]. În perioada 1984–1990, UTM a elaborat în baza transmisiilor planetare precesionale toate cele 12 sisteme de acționare a „Complexului Robotizat pentru extragerea CFM de pe fundul Oceanului Planetar” [Conceptul URSS] [8, 9] în cadrul asociației interstatale formate între URSS, Polonia, Finlanda, Cehoslovacia, Ungaria și RD Germană (cu sediul în Varșovia, Polonia).

În prezent, în acest domeniu progresează Germania, care deja a arendat în Golful Mexic un teritoriu pentru dobândirea CFM egal cu teritoriul Bavariei, cu perspectiva de a îndestula pentru 15 ani necesitățile industriei germane în metale (Fe, Ni, Ti, Co, Mn, Cr, W, Mo, Mg, Zn, Pt etc.) [10].

2. CONTRIBUȚIA AȘM LA DEZVOLTAREA ȘTIINȚELOR INGINEREȘTI

Un exemplu relevant în susținerea dezvoltării științelor ingineresti este însăși fondarea, în 1961, a Academiei de Științe a Moldovei. Printre cei 61 de membri titulari au fost numiți și inginerii d.ș.t. **Boris Lazarenco** în calitate de academician și d.ș.t. **Iuri Petrov** în calitate de membru corespondent [4]. Acestor doi savanți li s-a încredințat debutul dezvoltării științelor ingineresti prin intermediul instituțiilor AȘM.

Rolul academicianului B. Lazarenco în dezvoltarea științelor ingineresti a fost enorm. Excelența inginerului-academician cu certitudine poate fi apreciată prin viziunea sa profetică, manifestată prin a propune savanților la scară mondială direcții noi de cercetare revoluționare, bazate pe valorificarea unei simple observații asupra efectelor scânteii electrice.

B. Lazarenco a fost primul care a abrogat teza ipotetică a părinților prelucrării metalelor la scară mondială, Taylor și Time, care afirmau că scula așchietoare indiscutabil trebuie să fie mai tare decât metalul așchiat. El a fost primul care a înțeles cum să stăpânească efectele în esență dăunătoare ale scânteii electrice și să le transforme în efecte pozitive.



Acad. B. Lazarencu
(1910–1979)



Acad. Iu. Petrov
(1921–1990)



Acad. M. Bologa
(n. 1935)

Figura 2. Fondatorii școlilor științifice din cadrul Institutului de Fizică Aplicată al AȘM

Academicianul B. Lazarencu, pe lângă excelență și notorietate în știință, a fost și un luptător aprig pentru adevăr [11]. Fiind înzestrat cu simțul observației și cu imaginație, împreună cu soția sa, Natalia Lazarencu, au propus o metodă conceptual nouă de prelucrare a metalelor prin aplicarea efectelor scânteii electrice, numită *electroeroziune*, care ulterior a revoluționat domeniul prelucrării metalelor. Metoda a fost patentată în cele mai dezvoltate țări ale lumii din punct de vedere industrial și tehnologic, iar autorul acesteia, Boris Lazarencu, va fi considerat părintele ei [12].

Acad. B. Lazarencu nu s-a concentrat exclusiv pe acest domeniu, el a fost un deschizător și de alte direcții științifice înrudite, în baza cărora acad. Mircea Bologa și d.ș.t. Iu. Petrov au fondat școli științifice de prestigiu și de mare valoare (figura 2).

Acad. B. Lazarencu a fondat direcția de prelucrare electrochimică a suprafețelor de lucru ale organelor de mașini, ulterior condusă de membrul corespondent Iuri Petrov. Putem puncta cu certitudine că școala acad. Petrov în domeniul științelor tehnice, într-o anumită perioadă a timpului, a constituit un veritabil centru de formare a specialiștilor de înaltă calificare, cu titluri de doctori și doctori habilitați în domeniul științelor ingineresti. În această școală [12] s-au format iluștrii profesori și doctori habilitați **A. Dicusar** (membru corespondent al AȘM), **V. Gologan**, **V. Gosov**, **G. Zaidman**, **P. Stoicev**, **L. Rapoport**, **Yu. Enghelgardt**, **A. Râbalco** ș.a. În total, au fost pregătiți peste 120 de doctori și doctori habilitați.

O altă direcție cunoscută la scară mondială este dirijarea proceselor de transfer de masă și căldură prin utilizarea câmpurilor electrice. Aceasta este condusă de academicianul **Mircea Bologa** [12], cel care a preluat după acad. Lazarencu cărma Institutului de Fizică Aplicată (1979–1997). Este vorba de o direcție originală de cercetare care are la bază procese de

transfer în câmp electric pentru sisteme cu conductibilitate relativ scăzută. În această școală s-au format profesorii și doctorii habilitați **F. Grosu**, **I. Cojuhari**, **I. Savin**, **A. Bologa**, **Yu. Balan**, **V. Korovkin** ș.a., în total fiind pregătiți peste 50 de doctori și doctori habilitați. **Acad. M. Bologa** are un rol important și în menținerea și promovarea prestigioasei reviste științifice *Электронная обработка материалов*, redactor-șef al căreia este timp de peste patru decenii.

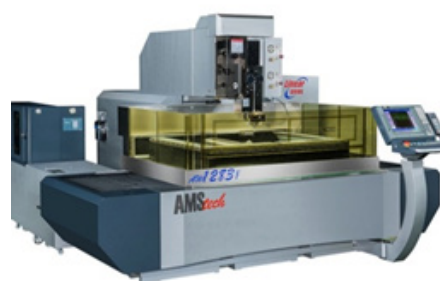
Despre valoarea impactului mondial al realizărilor inginerului B. Lazarencu ne putem imagina din figura 3. Actualmente, numai în China activează peste 200 de societăți industriale care produc utilaj de prelucrare a metalelor prin electroeroziune și care comercializează anual în toată lumea peste 40 000 de unități de diverse utilaje. Mașini și utilaje de prelucrare a metalelor în baza invenției acad. Lazarencu, cu cele mai diverse destinații, se produc în SUA, Japonia, Taiwan, Germania etc.

Actualmente este greu de imaginat care ar fi fost plățile în valută achitate către Republica Moldova pentru utilizarea invenției inginerului Lazarencu, dacă cel puțin un patent în domeniu ar fi fost înregistrat ca aparținând Republicii Moldova și menținut în vigoare până în prezent [13].

În anii 1970, discipolii acad. Iu. Petrov – dr. habilitați **V. Gologan**, **V. Ajder** și **V. Mudreac** – fondează școli științifice în cadrul Universității Tehnice, iar discipolii lor, profesorii, dr. hab. **P. Stoicev** și dr. **Gh. Poștaru**, **V. Comendant**, **V. Javgureanu**, **V. Ceban**, **S. Dîntu** și alții, în prezent continuă cercetările tribo-sistemelor, în special acoperite cu straturi din fier obținut prin metode electrolitice, experimentate cu mișcare ciclică de translație și de rotație, utilizate în diverse sisteme mecanice: motoare cu ardere internă, compresoare, pompe pentru medii gazoase și lichide, hidromotoare de putere etc. [5].



Kunshan Ruijun Machinery Co., LTD (Jiangsu, China)



AMS Technology Co., LTD (Taiwan)



Kent Industrial USA (California, USA)



Figura 3. Utilaje de prelucrare a metalelor prin electroeroziune (metoda B. Lazarenco), fabricate la scară mondială

3. INDUSTRIA ELECTRONICĂ ȘI TEHNOLOGIILE DE COMUNICAȚII – REPERE ALE PERFORMANȚEI INGINERIEI MOLDOVENEȘTI

În continuare *se fac publice informații nu demult atribuite la secret de stat, protejate cu patru grade de secretizare. În conformitate cu Legea cu privire la secretul de stat, art. 13, la data publicării articolului, informația prezentată fiind protejată inclusiv cu cel mai superior grad de secretizare și-a pierdut termenul de valabilitate, deci prin lege [14] poate deveni publică.*

Industria electronică creată în Republica Moldova în anii 1960–1990 a avut un caracter pronunțat științific și era reprezentată de 20 de întreprinderi și institute de cercetări și proiectări de profil, amplasate în orașele Chișinău, Bălți, Bender, Tiraspol, precum și de filiale – în raioanele Briceni, Râșcani, Basarabeasca, Hâncești, Dubăsari. La întreprinderile și institutele menționate erau încadrate în câmpul muncii peste 30 de mii de persoane, dintre care în institutele de cercetări și proiectări – circa patru mii [15].

Pentru a reda importanța, amploarea și nivelul înalt al elaborărilor științifice realizate în cadrul rețelei ICSR și al BSPCT cu profil electronic, aducem ca exemplu realizările doar a trei instituții de cercetare științifică (din cele 20 existente în anul 1990), și anume: НИЦЭВТ, care ani la rând a fost condus de către viitorul acad. N. Andronați; KVANT și НИИРИФ

din Bălți. În 1987, în cadrul НИЦЭВТ activau: peste 1 200 de ingineri, la KVANT – peste 500 de ingineri, preponderent absolvenți ai UTM. În 1990, în cadrul НИИРИФ activau peste 700 de ingineri proiectanți-cercetători, iar la Uzina Răut din Bălți (actualmente condusă de absolventul UTM, ing. A. Munteanu) lucrau peste 1 200 de ingineri.

În baza cercetărilor științifice și a activităților experimental-constructive efectuate în cadrul НИЦЭВТ, aici se proiectau, iar în cooperare cu Uzina SCIoTMAȘ din Chișinău se fabricau ca produse finite o diversitate largă de mașini de calcul analogice și hibride (analogice-digitale). Printre elaborări pot fi nominalizate mașinile de calcul de bord modelele A-15, A-15A, A-15K, folosite pentru controlul și dirijarea zborului rachetelor în sistemele ОКА, ТОЧКА-У, ВОЛГА, ТУНГУСКА, ЗАСЛОН, БУК-2М, КУБ (în total peste 50 de sisteme operativ-tactice portavion și terestre, inclusiv al rachetelor balistice în sistemele de apărare antirachetă, destinate pentru umbrela de apărare antirachetă a regiunii Moscova. La НИЦЭВТ se produceau computere de bord pentru avioanele de luptă МИГ-29, pentru Stația Spațială Internațională МИР, pentru dirijarea zborului rachetelor balistice СС-18, ulterior С-300, СОЮЗ etc. Tot aici se fabricau sisteme electronice extrem de complexe pentru dirijarea și stabilizarea zborului rachetelor balistice, lansate de pe platforme mobile și din fântâni subterane migratoare, sisteme electronice pentru dirijarea submarinelor din generația anilor 1980–1990,

pentru dirijarea zborului corabiei cosmice de model БУРАH etc. [16].

Conform programului ЭНЕРГИЯ-БУРАH al URSS, corabia cosmică БУРАH montată pe portavion (figura 4) și însoțită de laboratorul zburător ТУ-154ЛЛ, au realizat în comun cca 200 de zboruri de poligon, experimentând diverse misiuni operaționale. Zborul corabiei cosmice БУРАH a fost realizat la 15.11.1988 și a durat timp de 206 minute în regim autopilotat (două rotații în jurul Pământului). Computerele de bord А15-2 al corabiei cosmice, АВК-33 al portavionului și А15-17 al laboratorului zburător, elaborate la НИЦЭВТ și fabricate la uzina SCIOTMAȘ, au asigurat plener realizarea tuturor operațiunilor programate conform protocoalelor de testări.

În cadrul programului „ЭНЕРГИЯ-БУРАH” al URSS, cinci avioane ТУ-154 de diferite modifiцаții au fost dotate cu laboratoare zburătoare, două dintre care asigurau decolarea și aterizarea în regim plener automatizat prin intermediul computerelor de bord, elaborate și fabricate la Chișinău. Coordonarea și urmărirea zborului s-a efectuat prin utilizarea a șase stații terestre, patru stații navale (plutitoare) și a unui sistem satelitar de comunicații.

În perioada 1979–2000, în câteva departamente ale НИЦЭВТ, sub conducerea viitorului academician Nicolae Andronați, a dr. Ion Casian (absolvent UTM), a dr. Dumitru Postovan (absolvent UTM), a dr. Victor Cheibaș (absolvent UTM), a dr. Victor Cernăuțean (absolvent UTM), a dr. Alexandru Tărlăjanu (absolvent UTM) ș.a. au fost elaborate o serie de variante noi de mașini de calcul А-15К, А-15М cu diferite destinații militare, iar la uzina SCIOTMAȘ au fost fabricate mostrele experimentale și, ulterior, după testările de poligon – produse în serii. În departamentul Control Calitate-Fiabilitate condus de ing. Ion Postică (absolvent UTM), cu 12 secții în cadrul uzinei SCIOTMAȘ Chișinău și al filialelor din Hâncești, Râșcani și Dubăsari, fiecare nod funcțional al mașinilor de calcul era supus unor testări



Figura 4. Corabia cosmică БУРАH montată pe portavion, cu computere de bord elaborate la НИЦЭВТ și SCIOTMAȘ

riguroase în condiții extreme (cu recepția nivel „9”, atribuit tehnicii cosmice de zbor).

Specialiștii din cadrul НИЦЭВТ și SCIOTMAȘ au participat la elaborarea mașinilor de calcul de bord pentru Avioanele-RADAR (figura 5) de supraveghere și monitorizare (ДРЛО - А-50 AVAKS Beriev-Ilyushin: USSR-AIRSPACE), construite în baza avionului А-50 (pe platforma ИЛ – 76 МД). În total, au fost echipate 20 de avioane cu sistemul ДРЛО.

Un alt exemplu de succes vizând promovarea realizărilor științelor ingineresti în cooperare cu industria și în complex cu formarea cadrelor ingineresti îl reprezintă parteneriatul: Institutul de Cercetări Științifice KVANT, Uzina SIGNAL și Universitatea Tehnică a Moldovei.

Pe parcursul anilor 1970–1990, peste 500 de ingineri, inclusiv doctori în științe, absolvenți ai UTM au participat în cadrul Institutului de Cercetări Științifice KVANT la elaborarea complexelor electronice de comunicații satelitare *Potop*, *Potop-M*, *Surami* și *Surami-B* cu destinație strict militară.

În cadrul Institutului de Cercetări Științifice KVANT au fost proiectate, iar la Uzina SIGNAL au fost fabricate sisteme electronice specializate ROTATOR și KVANT de comunicare codată prin mediul acvatic și prin satelit pentru submarinele ACULA (versiunea occidentală TAIFUN), dotate cu 20 de rachete balistice intercontinentale cu focoaie nucleare (URSS). Ciclul tehnologic pentru cercetătorii-ingineri moldoveni (printre care martorii oculari V. Chilari și S. Bota) [17] se încheia cu instalarea, ajustarea și testarea sistemelor ROTATOR și KVANT pe bordul submarinelor direct la șantierele de construcție a acestora în or. Severodvinsk (Federația Rusă), la șantierele navale militare din regiunea Kamchatka, de la Marea Neagră și de la Marea Baltică, inclusiv la Cosmodromul militar *Plisețck* (r. Arhanghelsk, Federația Rusă).

Comandamentul suprem militar al URSS putea transmite subdiviziunilor sale prin intermediul siste-



Figura 5. Avion-RADAR cu mașini de calcul de bord, elaborate cu participarea НИЦЭВТ și SCIOTMAȘ

mului electronic ROTATOR nu numai informații operative de uz militar, ci, de exemplu, putea asigura prin anumite semnale codificate declanșarea activării arsenalului nuclear din dotare. Această funcție o îndeplinea un bloc electronic arhisecretizat, cuplat la sistemul ROTATOR, care avea conexiune directă prin cablu cu sistemele de lansare a rachetelor balistice, cu focoaase nucleare. Blocul electronic arhisecret a fost proiectat și asistat în producere de către inginerii moldoveni din cadrul ICȘ KVANT și uzina SIGNAL.

Sistemul KVANT (în culise denumit „dublură nucleară”) era destinat pentru procesarea și organizarea comunicării codate prin satelit între comandamentul general și subdiviziunile militare ale URSS, eventual după atacul nuclear al inamicului, când se făcea imposibilă comunicarea prin propagarea undelor electromagnetice din cauza schimbărilor în atmosferă (gazificarea, ionizarea excesivă a atmosferei în urma exploziei nucleare).

În aceeași perioadă, Institutul de Cercetări Științifice НИИРИФ, în cooperare cu Uzina RĂUT din Bălți, având un efectiv de peste 1 900 de ingineri angajați, desfășurau lucrări de cercetare-proiectare constructiv-tehnologică și de fabricare a peste 50 de modificări de sisteme hidroacustice pentru dotarea submarinelor și navelor militare din URSS, India, China, Algeria, Vietnam, Pakistan etc. Printre produsele hidroacustice unice, fabricate în baza cercetărilor efectuate în Republica Moldova, putem menționa geamandurile pentru depistarea submarinelor inamicului, sistemele ECOSONOR pentru studiul fundului oceanelor și mărilor, sistemele LOGO-ABSOLUT pentru identificarea poziționării în mediul subacvatic a submarinelor (în sisteme globale de coordonate) în momentul lansării rachetelor balistice nucleare, ECOLEDOMERE pentru măsurarea în timp real a dimensiunilor ghețarilor cu expunere 3D etc.

Uzina bălțiană RĂUT, condusă de inginerul **Anatol Munteanu**, absolvent al UTM, în prezent continuă să producă sisteme hidroacustice de înaltă calitate în baza acordurilor tehnico-științifice cu China, India, Federația Rusă, România etc. Destinația militară a acestor realizări, în viziunea unui intelectual pacifist, nu este deloc laudabilă. Considerăm însă că despre aceste realizări extrem de complexe, înregistrate de comunitatea științifică de la noi la un nivel tehnico-științific și fiabilitate foarte înalte, trebuie să le vorbim guvernanților și parlamentarilor noștri, tineretului studios și societății civile [18].

Totodată, este de remarcat faptul că aceste succese de mare însemnătate și de înaltă calitate au fost posibile datorită calificării profesionale înalte a potențialului intelectual ingineresc și, nu în ultimul rând, *grație finanțării adecvate a științei prin intermediul tuturor*

structurilor instituționale abilitate cu cercetarea-proiectarea în perioada respectivă. Din păcate, în perioada 1991–2004, volumul alocațiilor pentru știință din bugetul de stat a scăzut considerabil. În raport cu anul 1985, când pentru știință au fost alocate 33 800 de mii de ruble fără investițiile capitale (circa 38 850 mii \$ SUA [1], în 1992 au fost alocați 15 540 mii \$ SUA sau de 2,5 ori mai puțin, iar în anul 2002 – 2 470 mii \$ SUA (34 065 de mii de lei la cursul dolarului de 13,79 lei), ceea ce constituie de 15,7 ori mai puțin. Iar în anul 2005 (primul an după intrarea în vigoare a Codului cu privire la știință și inovare), pentru susținerea financiară a cercetării științifice și a tinerilor talentați (fără investiții capitale și întreținere) au fost alocați 408 300 de mii de lei, ceea ce constituie (la cursul de 12,4598 lei per \$ SUA) 32 769 de mii \$ SUA. Deci, în 2005 din bugetul de stat pentru finanțarea cercetării-inovării au fost alocate doar cu 16% mai puțin decât în anul 1985 (38 850 de mii \$ SUA).

Ar mai fi de menționat că în perioada 1964–1990 se amplifică cooperarea tehnico-științifică a instituțiilor de învățământ superior cu *birourile specializate de proiectare constructiv-tehnologică* (BSPCT, BSP, BSCT de toate profilurile), create practic în cadrul fiecărei uzine cu mai mult de 1 500 de angajați, din domeniile industriilor constructoare de mașini, electronice, de prelucrare a producției agroalimentare, de producere a mărfurilor de larg consum etc.

Dezvoltarea cooperării științifice a cercetătorilor din instituțiile de învățământ superior cu rețelele ICȘR și BSPCT era stimulată prin acte normative[19], conform cărora fiecare întreprindere industrială, indiferent de subordinea ei unională sau republicană, era obligată anual să susțină financiar contracte economice evaluate la 3% din masa salarială a întreprinderii. Astfel, începând cu anul 1979, pe lângă bugetul de stat apare încă o sursă valoroasă de finanțare a cercetării și dezvoltării tehnologice. Acest cadru de cooperare științifică finanțată din fondul de dezvoltare a științei și tehnicii stimula:

- dezvoltarea tehnologică și modernizarea continuă a produselor industriale fabricate de întreprindere, astfel asigurându-le competitivitate pe piețele de desfacere;
- implicarea amplă în cercetare-dezvoltare a cercetătorilor.

Datorită competitivității produselor industriale pe piețele de desfacere, *asigurate prin modernizări continue ale acestora în baza realizărilor științifice*, complexul industrial din Republica Moldova, la diferite etape ale perioadei postbelice, producea: aparataj electronic, tractoare, pompe ermetice și submersibile (peste 30 de modele și tipodimensiuni) pentru industria chimică, atomoelectrică și submarine; frigidere de uz casnic și

industriale cu capacitatea de până la 250 de tone; utilaje tehnologice, instalații energetice, mașini de spălat, televizoare; utilaj automatizat pentru prelucrarea producției agroalimentare, tehnică agricolă; mărfuri de larg consum; utilaje nestandardizate și altele (pentru piața URSS de desfacere a produselor). Nomenclatorul extins, volumul mare (producerea în serii) și calitatea înaltă a producției industriale denotă că industria devenise o componentă prioritară a dezvoltării economiei naționale. Datorită realizărilor obținute în Republica Moldova în anii 1990 s-au pus temeliiile de infrastructură a întreprinderilor gigantice (din URSS) de producere a computerelor (COMPEX), televizoarelor, circuitelor integrate (MEZON) etc.

Așadar, *Republica Moldova s-a dezvoltat ca o entitate industrial-agrară, cu capacități pronunțate de cercetare-dezvoltare, cu o infrastructură de cercetare extinsă (107 instituții de cercetare-proiectare funcționale în anul 1990) și un potențial uman de peste 40 de mii de ingineri instruiți la Universitatea Tehnică a Moldovei* (în pofida reticenței manifestate de autorități în primii 15 ani ai perioadei postbelice privind susținerea prioritară a științelor ingineresti).

În baza analizei indicatorilor de bază ai dezvoltării economice a URSS (1923–1987) [20] și a bugetelor de stat ale Republicii Moldova [21] din anii 1992 și 1993, **concluzionăm:**

1. În structura Produsului Intern Brut al URSS din anul 1987 și a Bugetului de stat al Republicii Moldova din anul 1992, cota veniturilor din industrie și manufactură constituiau 54-61%, care prevalau considerabil asupra celor provenite din sectorul agrar!

2. Sectorul agrar, care genera venituri mai mici decât cele din industrie și manufactură, avea următorii indicatori de performanță: Republica Moldova, cu un teritoriu de 3,4 mil. ha sau 0,152% din teritoriul URSS (printre cele 15 republici unionale), ocupa locul 6 după volumul brut (absolut) de producție agricolă, printre care: 20% din volumul total de struguri produs în URSS, 33-35% din volumul total de tutun produs în URSS, locul 3 (din cele 15 republici) după volumul de producere a conservelor, a florii-soarelui, a sfeclei de zahăr, a culturilor uleioase; locul 4 – după producerea legumelor și a fructelor, 4-5 – după producerea grânelor etc. [22].

CONCLUZII FINALE ȘI CONSTATĂRI

1. Dezvoltarea științelor ingineresti poate fi divizată în patru perioade distincte, corelate în timp (cu mici abateri) cu fazele de dezvoltare industrială: 1946–1961 – dezvoltare în afara susținerii ca direcție prioritară; 1961–1990 – de consolidare instituțională, de extindere a tematicii științifice și de majorare a finanțării; 1990–2004 – de stagnare și finanțare redusă; 2004

până în prezent – perioada reformelor instituționale, de management și extindere a relațiilor de cooperare științifică internațională.

Perioada 1946–1961 – științele ingineresti în afara susținerii ca direcție prioritară.

2. Reticența față de formarea structurilor instituționale de organizare și dezvoltare a științelor ingineresti, în primii 15 ani ai perioadei postbelice poate fi motivată de situația socioeconomică precară, de dominația politicilor de dezvoltare unilaterală agrară a economiei naționale, de lipsa de fonduri suficiente pentru dezvoltarea bazei tehnico-materiale pentru științele ingineresti destul de costisitoare și, nu în ultimul rând, de lipsa unui corp consolidat de cercetători în domeniul științelor tehnice.

Perioada 1961–1990 – consolidarea instituțională, diversificarea direcțiilor/tematicii științelor ingineresti și finanțarea în creștere.

3. Industrializarea și urbanizarea din anii 1961–1990 au generat o creștere considerabilă a instituțiilor de cercetare științifică de ramură (ICȘR), a birourilor specializate de proiectare constructiv-tehnologică (BSPCT) de la 30 de instituții în 1970 până la 107 în 1985, care promovau în special cercetarea aplicativă. În aceste condiții, în anul 1964 a fost fondat Institutul Politehnic din Chișinău, iar în cadrul AȘM – Institutul de Fizică Aplicată.

4. Crearea rețelelor ICȘR și BSPCT în perioada 1970–1990 a fost posibilă datorită consolidării continue a potențialului ingineresc autohton, instruit preponderent la Institutul Politehnic din Chișinău (astăzi Universitatea Tehnică a Moldovei).

5. Perioada 1970–1990 este marcată prin extinderea tematicii cercetărilor ingineresti și inovării, când numai în cadrul UTM 55 de catedre ingineresti s-au dezvoltat ca piloni de bază ai cercetării ingineresti universitare și de pregătire a specialiștilor, inclusiv pe programe de doctorat și postdoctorat.

6. Volumul alocațiilor din bugetul de stat pentru finanțarea cercetării și dezvoltării tehnologice a crescut până la cote maxime atinse în anul 1985, când:

- alocațiile din bugetul de stat au constituit 38 850 de mii \$ SUA;

- suplimentar la alocațiile directe din bugetul de stat, fiecare întreprindere era obligată să susțină cercetarea științifică cu 3% din masa salarială prin acorduri economice bilaterale;

- cercetările științifice de interes unional se finanțau aparte prin programe unionale și interstatale cu tematică consacrată.

7. Volumul finanțării științelor ingineresti doar în cadrul UTM, în anul 1987 a constituit 8 700 de mii \$ SUA sau de 26 de ori mai mult decât în prezent.

8. În această perioadă, știința, dezvoltarea tehnologică și inovarea, promovată prin universități, a cunoscut cea mai largă extindere tematică pe domenii/direcții și realizări relevante.

Perioada 1990–2004 – stagnarea și finanțarea redusă a științelor ingineresti.

9. După proclamarea Independenței Republicii Moldova au fost sistate programele de cercetare și dezvoltare tehnologică de nivel unional (inclusiv comenziile industriale). Treptat au fost întrerupte relațiile de parteneriat industrial dintre republicile unionale, în consecință, și cele de cercetare. Se majorau galopant prețurile la resursele energetice, a dispărut brusc piața unională comună, iar crearea spațiilor vamale naționale se desfășura lent din cauza cadrului legislativ și instituțional; trecerea la valuta națională instabilă; în structura exportului/importului după grupuri de mărfuri industriale de la an la an se înregistrau deficite considerabile ale balanței comerciale în favoarea importului. Toate acestea au condus la înrăutățirea situației economico-financiare a întreprinderilor.

10. Drept consecință a situației create s-a redus substanțial infrastructura rețelilor instituționale ICȘR și a BSPCT (107 instituții funcționale în 1985), iar înrăutățirea situației economico-financiare a întreprinderilor a condus la sistarea finanțării cercetării științifice din fondurile întreprinderilor (3% din masa salarială a acestora). De asemenea, a fost întreruptă finanțarea cercetărilor pe programe unionale, inclusiv a cercetărilor promovate prin asociațiile interstatale cu tematica dedicată. Aceste surse de finanțare ca valoare au fost foarte importante pentru dezvoltarea științelor ingineresti.

11. La începutul anilor 1990 s-a creat situația în care, având un potențial uman tehnico-științific impunător, industria Republicii Moldova treptat pierdea capacitatea de a produce produse scientintesive competitive, cel puțin pe anumite segmente ale pieței, din lipsa politicilor industriale de protejare a unor ramuri/produse industriale de interes pronunțat național, cum ar fi: producția electronică și cea conexasă; industria de prelucrare a producției agroalimentare, de producere a frigiderelor industriale, a pompelor submersibile, a tractoarelor (cel puțin de asamblare) etc.

12. În martie 1992, prin decret prezidențial, toate întreprinderile de subordine unională amplasate pe teritoriul Republicii Moldova au fost declarate drept proprietate republicană, dar fără a decreta alegerea noilor directori de întreprinderi cu statut republican, fapt care a condus la detehnologizarea întreprinderilor prin lichidarea (înstrăinarea, transmiterea ilicită altor state) tehnologiilor moderne, documentației tehnice și utilajului tehnologic performant.

13. Administrațiile întreprinderilor unionale transferate prin decret prezidențial în subordine republicană au realizat fără entuziasm și tardiv modernizările structurale cerute de noile relații economice de piață, au tergiversat promovarea „conversiei” de la producția cu caracter militar la cea civilă, anunțată pentru anii 1994–1997. Astfel s-au diminuat radical veniturile la bugetul de stat.

14. După 1991 s-a sistat și finanțarea cercetărilor științifice pe programele unionale (URSS), inclusiv pe programele Asociațiilor interstatale cu tematica consacrată. În schimb, după 1991 se deschid posibilități de participare a cercetătorilor în programe și proiecte de cercetare-dezvoltare internaționale cu finanțare în bază de concurs.

Perioada 2004 – prezent: reforme instituționale și de management, extinderea relațiilor de cooperare internațională și diversificarea surselor de finanțare.

15. Aprobarea Codului cu privire la știință și inovare, nr. 259 din 15.07.2004, a impulsinat reformele instituționale și de management, extinderea cooperării internaționale și diversificarea surselor de finanțare a cercetării.

16. În anul 2005 (primul an după intrarea în vigoare a Codului cu privire la știință și inovare), pentru susținerea financiară a cercetării științifice și a tinerilor talentați (fără investiții capitale și întreținere) au fost alocate 408 300 de mii de lei, ceea ce constituie (la cursul de 12,4598 lei per \$ SUA) 32 769 de mii \$ SUA. Deci, în 2005 din bugetul de stat pentru finanțarea cercetării–inovării au fost alocate doar cu 16% mai puțin decât în anul 1985 (38 850 de mii \$ SUA).

1. Așadar, Republica Moldova s-a dezvoltat ca o entitate industrial-agrară, cu capacități pronunțate de cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare, cu o infrastructură din 107 instituții de cercetare și un potențial uman impunător înalt calificat, care a asigurat producerea produselor materiale și intelectuale scientintesive.

2. RSSM a fost o republică unională donatoare URSS-ului (și nu primitoare) de bunăstare, dar prin politica unională de formare a prețurilor, toate cele 15 republici unionale artificiale au fost „nivelate” în dezvoltarea lor social-economică.

Concluziile și constatările aduse în articol denotă un fapt dovedit: Republica Moldova poate prospera bazându-se pe materia cenușie, dar pentru aceasta este necesar ca știința și învățământul nu doar să fie declarate priorități, ci și să fie finanțate adecvat.

RECOMANDĂRI

1. Științele ingineresti, fiind foarte importante pentru asigurarea producerii produselor materiale și intelectuale scientintesive, trebuie considerate

prioritare în șirul de priorități înaintat în Programul-Cadru ORIZONT 2020.

2. Este foarte important de a urgenta crearea Agenției de Cercetare și Inovare independentă, care să gestioneze fondurile pentru cercetare-inovare.

3. Pentru dezvoltarea capacităților de cercetare în catedrele/departamentele universităților este necesar de a prevedea, în structura alocațiilor bugetare, un fond destinat acestui scop. Dezvoltând capacitățile de cercetare în universități, învățământul superior din Republica Moldova poate deveni competitiv pe piața serviciilor universitare de calitate, iar tinerii cercetători vor avea posibilitatea să asimileze mai eficient fondurile europene pentru cercetare.

BIBLIOGRAFIE ȘI NOTE

1. Până în 1990, întreprinderile de stat, indiferent de bordinea lor, republicană sau unională, erau obligate să susțină proiecte științifice în volum de 3% din masa salarială a întreprinderii, iar după 1991, obligativitatea a fost suspendată.
2. Manolache C., Xenofontov I. Academia de Științe a RSSM în perioada 1961–2016, studiu retrospectiv. În: Akademos. Revistă de știință, inovare, cultură și artă. Nr. 2(41), 2016, p. 7-17.
3. Programul Interguvernamental (RM–Ro) Moldova: INTAS; SCOPES; COSMOS; CRDF; MRDA; SE Europe TCP; BSEC-HDF; DFG–Germania; STCU–SUA; PNUD–Moldova; programe bilaterale cu: Germania, România, Ucraina, Belarus ș.a.; Programul-cadru 7 (PC 7) al UE; Programul Orizont 2020 al UE etc.
4. Academia de Științe a Moldovei: Istorie și Contemporaneitate, 1946–2006. Academia de Științe a Moldovei; coord. ed. D. Dragnev, I. Jarcuțchi. Chișinău: Î.E.-P. „Știința”, 2006.
5. Universitatea Tehnică a Moldovei (1964–2014). Col. red.: I. Bostan, P. Todos. Chișinău: Combinatul Poligrafic, 2014, 380 p.
6. În perioada 1984–1990, Universitatea Tehnică a Moldovei, în baza unor contracte economice de cercetare–dezvoltare cu finanțarea estimată la circa 1 mil. \$ SUA, a participat la realizarea Programului OCEAN, promovat de Asociația Interstatală din care făceau parte unele țări din cadrul CAER (Consiliul de Ajutor Economic Reciproc).
7. Феликс Р. Патури. Зодчие XXI века. Смелые проекты учёных, изобретателей и инженеров. М.: Прогресс, 1983, 328 с.
8. Бостан И. А. Прецессионные передачи с многопарным зацеплением. Кишинев: Штиинца, 1991, 365 стр.
9. Bostan I., Dulgheru V. ș.a. Antologia invențiilor în 4 volume: vol. 1 – 593 p., vol. 2 – 542 p.; vol. 3 – 458 p.; vol. 4 – 636 p. Chișinău: Bons Offices, 2011.
10. Conform estimărilor specialiștilor [4], pe fundul oceanelor și mărilor, la adâncimi de 5 000-7 000 m, sunt localizate zăcăminte de concreții fero-manganice care vor îndeplini necesitățile tuturor țărilor lumii în toate metalele din Tabela periodică Mendeleev pentru viitorii 200 de ani.
- Numai în Oceanul Pacific sunt localizate 1 700 de miliarde de tone de CFM. În comparație cu zăcămintele terestre, cele oceanice (CFM) conțin de 150 de ori mai mult Cu, de 1 500 ori mai mult Ni, de 5 000 ori mai mult Co și 4 000 de ori mai mult Mn.
11. Distinsul acad. Demir Dragnev relatează, într-un discurs al său, cum acad. B. Lazarenco l-a apărut pe arheologul Ion Hâncu, care prin descoperirile sale arheologice a dedus că pe meleagurile noastre au locuit comunități romanice și doar pe alocuri triburi slave, afirmație pentru care ulterior a fost înlăturat de la săpăturile arheologice.
12. Болога М. К. Исследования и инновации в Институте прикладной физики. Эволюция и достижения. Электронная обработка материалов, 2006, № 3, с. 4-91.
13. Acest exemplu denotă importanța protecției proprietății intelectuale a celor mai relevante inovații obținute de savanții noștri, pe care trebuie să le patentăm în țările industriale dezvoltate și să le întreținem în vigoare prin prelungirea termenelor lor de valabilitate.
14. Legea cu privire la secretul de stat, nr. 245 din 27.11.2008 În: Monitorul Oficial nr. 45-46 din 27.02.2009.
15. Programul de dezvoltare a industriei electronice până în anul 2015, Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 117 din 10.02.2009.
16. Андронатий Н. Р. Применение гибридных вычислительных систем и вычислительного эксперимента при методах математического моделирования (МММ) различных процессов. Академия Наук Молдовы. Институт Энергетики. Кишинев: Типография Академии наук Молдовы. 2015, 176 с.
17. Vladimir Chilaru – ofițer pe primul submarin nuclear modelul Taifun (URSS), cu 20 de focoașe nucleare, și Sergiu Bota – inginer instalator (inclusiv pe submarinele Taifun) și experimentator al sistemelor electronice fabricate la Uzina SIGNAL, absolvent al UTM; în prezent ambii locuitori ai or. Chișinău.
18. Pentru a combate încercările de denigrare a Republicii Moldova de către unele posturi TV care, zi și noapte, transmit emisiuni despre cum moldovenii doar dansează și cântă, despre faptul că moldovenii au cele mai frumoase și bogate beciuri și că ei dețin locuri de frunte în lume la consumul de alcool etc. [nota autorului].
19. Указания о порядке образования и использования фонда развития науки и техники, утверждённые Гос. Ком. по Науке и Технике СССР, Госпланом СССР, Мин. Фин. СССР, Госкомцен СССР от 11.09.1979, № 40-7/197.
20. Produsul global brut în 1985 constituia următoarele: industria – 61,1%; producția agrară – 15,82%, transportul și comunicațiile – 4,78%; construcțiile – 9,86%; comerțul, achizițiile și aprovizionarea – 8,44%.
21. Legea nr. 982 din 25.03.1992 privind Bugetul de Stat centralizat pe primul semestru al anului 1992 și Legea nr. 1181 din 29.10.1992 privind Bugetul de Stat Centralizat pe semestrul doi al anului 1992. În: Monitorul Oficial corespunzător nr. 003 și nr. 010 din 1992.
22. Народное хозяйство СССР за 70 лет. Юбилейный статический ежегодник. М.: Финансы и Статистика, 1987, 766 стр.