

ȘTIINȚELE INGINEREȘTI: POTENȚIALUL UMAN, ARHITECTURA INSTITUȚIONALĂ ȘI UNELE REALIZĂRI DESECRETIZATE (PERIOADA POSTBELICĂ 1946-1991-2016)

Academician Ion Bostan, Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: *This work 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. By the way of material exposed in the paper, the author aims to annihilate the information vacuum imposed in the Soviet period on the engineering sciences achievements on topics considered tangible with the military complex, or as very important for the industrial and technological development of the country. Thus, 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. In fact if we analyse, for example, the State Budget – 1987 we can see, for sure, that in the structure of revenues the share of industry prevails over those coming from agriculture and services together. For the first time, the author presents a picture of the Moldovan engineering performance exemplified only by a few top achievements, obtained due to the intensity and prestige of cooperation between the scientific researchers and institutional structures empowered with research-innovation and directly dependent on the efficiency of mechanisms and instruments of research funding. The author makes reference to the complexity, high quality and importance of scientific-practical engineering accomplishments achieved in just one of 30 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 outstanding personalities – founders of scientific schools of reference in engineering, which have had a positive impact on the development and consolidation of engineering sciences and engineering as a whole nationally and internationally.*

1. Introducere

Pentru ca cititorii să înțeleagă mai bine contextul în care este tratată tematica acestei lucrări, consider oportun să fac la început câteva **precizări**.

- Potențialul intelectual al Republicii Moldova, **sărăcit** la începutul perioadei postbelice datorită refugiului masiv al intelectualității peste Prut impus în anii 1940, 1944 și, de asemenea, prin recrutarea tineretului pe două fronturi ale războiului, inclusiv prin valorile deportărilor și foametei organizate etc. – a demonstrat capacități enorme de renaștere spirituală și identitară, de refacere în termeni foarte scurți a rândurilor elitei intelectuale pe toate dimensiunile unei societăți creative, astfel încât diversitatea realizărilor de complexitatea celor expuse în această lucrare să încapă în anii de o viață a unui om.

- Datorită impactului pozitiv al științei, la intersecția imediată a anilor de până și de după obținerea independenței, Republica Moldova își forma bugetul de stat în proporție de 54-61% prin industrie, iar prin sectorul agrar – cu doar 0,152% din teritoriul

URSS – ocupa locul șase după volumul total (!) al producției agricole printre cele 15 republici unionale, ... însă, eronat egalate și sărăcite prin politicile obscure de formare a prețurilor.

- Republica Moldova s-a dezvoltat ca o țară industrial-agrară, cu capacități semnificative de cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare, cu o infrastructură compusă din 107 instituții de cercetare și un potențial uman impunător, care a asigurat producerea bunurilor materiale și intelectuale scientointensive.

- Finanțarea științei reprezintă „*hârtia de turnesol*” care indică în ce măsură structurile statului înțeleg că Republica Moldova se poate afirma ca stat prosper și poate oferi cetățenilor săi un nivel decent de viață doar prin susținerea și extinderea producerii bunurilor materiale și intelectuale scientointensive.

Cu regret, în perioada de după independență starea de fapt este alta, în comparație cu anul 1985: în 1992 finanțarea științei din bugetul de stat a scăzut de 2,5 ori; în 2002 – de 13 ori; în 2005 – cu 16%; iar în anul 2016, finanțarea științelor ingineresti s-a redus de 26 de ori în comparație cu anul 1987.

- Dezvoltarea economică din perioada industrializării (1960-1990), corelată cu evoluția cercetărilor științifice, denotă un fapt odată dovedit: Republica Moldova poate prospera bazându-se pe materia cenușie, dar pentru aceasta este necesar ca știința și învățământul să fie nu doar declarate priorități, ci să fie și finanțate prioritar.

1. Contextul istoric al formării cadrului instituțional al cercetărilor ingineresti

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 1961 – Academia de Științe a RSSM, toate până la începutul anilor '90 supuse centralizat Prezidiului AȘ a URSS [2].

Cu regret, 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.

Către sfârșitul anului 1956 apar primele structuri instituționale cu direcții doar având tangențe cu ingineria.

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.

1.1. 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 cu 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 al instituțiilor de învățământ superior.

Inițial, nici în acest cadru instituțional științele ingineresti nu erau considerate ca prioritare. 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, umanitară, didactico-pedagogică, și foarte puțin direcțiile ingineresti. Instituțiile de cercetare de ramură existente sau nou-create, până la începutul anilor '60 erau abilitate cu activități de cercetare-dezvoltare de asemenea preponderent orientate spre domeniile agricol, medical, umanitar, 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, lipsa unui corp consolidat de cercetători în domeniul științelor tehnice.

La sfârșitul anilor '60, în culuarele 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).

1.2. Fondarea Institutului Politehnic din Chișinău (în prezent 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 agroalimentar și a radiotelecomunicațiilor, a construcțiilor industriale și civile etc. În aceste condiții, un grup de demnitari, printre care Viceprim-ministrul RSSM **Anatol Corobceanu**; Secretarul CC al Partidului Comunist din Moldova **Dumitru Cornovan**, Președintele Prezidiului Sovietului Suprem **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 Viceprim-ministrul URSS **Aleksei Kosîghin**. Astfel a fost încuviințată fondarea Politehnicii în RSSM [3] (fig. 1). Astăzi, acestor demnitari le putem atribui meritul incontestabil și calificativul de promotori nu numai ai ingineriei, ci și ai științelor ingineresti în RSSM.

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*”.



A. Corobceanu **D. Cornovan** **C. Ilișenco** **E. Postovoi**
Viceprim-ministru Secretar al Comitetului Președinte al Prezidiului Ministru al
Central al PCM Sovietului Suprem Învățământului Public

Fig.1. Politicienii care au contribuit la fondarea Institutului Politehnic din Chișinău (1964).

Această frază ascundea în sine două conotații: pe de o parte – un adevăr trist al timpului, 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.

Peste câțva timp, această frază profetică l-a costat pe Ministrul Eugen Postovoi postul de ministru, în schimb Politehnica lua naștere ca unică instituție de pregătire a inginerilor, dar și ca instituție de promovare a științelor ingineresti [3].

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.

Pe parcursul anilor 1964–2016, Universitatea Tehnică a Moldovei, fiind unica instituție de învățământ ingineresc, începând cu primele promoții de ingineri a contribuit esențial la dezvoltarea și consolidarea principalelor ramuri ale economiei naționale, printre care: energetica, industria constructoare de mașini și electronica, construcțiile industriale și civile, complexul agroalimentar, radiotelecomunicațiile, urbanismul și arhitectura.

1.3. Fondarea rețelelor de instituții de cercetare științifică de ramură și a birourilor specializate de proiectare constructiv-tehnologică

Un factor determinant al dezvoltării în ascensiune a științelor ingineresti, în special a celor aplicative, a fost industrializarea RSSM prin dezvoltarea rapidă a ramurilor: electronică, microelectronică și radiotelecomunicații; construcția de mașini; energetica; construcția civilă și industrială; procesarea producției agroalimentare etc.

Industrializarea și urbanizarea RSS Moldovenești au generat, în anii 1961–1990, o creștere considerabilă a rețelelor *instituțiilor de cercetare științifică de ramură* (ICSȘR) și a *birourilor specializate de proiectare constructiv-tehnologică* (BSPCT). În total în RSSM, în anul 1970, activau 30 de instituții de cercetare, iar în 1985 activau deja 107 instituții de

cercetare și dezvoltare tehnologică, care în mare parte se subordonau întreprinderilor industriale [1].

Este de menționat că înființarea rețelelor de ICSR și BSPCT, în perioada 1970–1990, a fost posibilă datorită consolidării continue a potențialului ingineresc autohton, instruit la Universitatea Tehnică a Moldovei.

1.4. Asociații interstatale 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 '60 în domeniul dobândirii de pe fundul oceanelor și mărilor a *concrețiunilor fero-manganice* (CFM), având ca obiectiv elaborarea mijloacelor tehnice de extragere a CFM și a tehnologiilor metalurgice de separare a metalelor [4]. Printre cele mai extinse putem menționa asociațiile fondate de: SUA, Canada și Anglia; Franța, Israel, Spania și Portugalia; Japonia, Coreea de Sud și Malaysia; URSS, Polonia, Finlanda, Cehoslovacia, Ungaria și RD Germană (cu sediul în Varșovia, Polonia). În ultimii ani, în acest domeniu, în unele țări, printre care China și India, s-au creat asociații naționale intersectoriale pentru elaborarea tehnologiilor de dobândire a CFM.

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

2. Industria electronică și tehnologiile spațiale – repere ale performanței ingineriei moldave

În continuare se fac publice informații nu demult clasificate ca secrete de stat, protejate cu patru grade de secretizare. Conform Legii cu privire la secretul de stat, art. 13, informația prezentată în articol, anterior fiind protejată inclusiv cu cel mai înalt grad de secretizare, la data publicării și-a pierdut termenele de valabilitate, deci prin lege poate deveni publică.

Industria electronică creată în Republica Moldova în anii 1960–1990 a avut un caracter pronunțat scientintensiv și era reprezentată de 20 de întreprinderi și institute de cercetări și proiectări de profil.

Pentru a reda importanța, amploarea și nivelul înalt al elaborărilor științifice realizate în cadrul rețelei ICSR și al BSPCT cu profil electronic, prin generalizare aducem ca exemplu realizările doar a trei instituții de cercetare științifică (din cele 20 existente în anul 1990), și anume realizările: *NIȚEVT* (după 1986 – NII „ARGON”), *KVANT* și *NIIRIF*. În 1987, în cadrul *NIȚEVT*, care ani la rând a fost condus de viitorul acad. N. Andronati, activau: peste 1200 de ingineri, iar la *KVANT* – peste 500 de ingineri,

preponderent absolvenți ai UTM. În 1990, în cadrul *NIIRIF* din or. Bălți activau peste 700 de ingineri proiectanți-cercetători, iar la Uzina *Răut* (actualmente condusă de absolventul UTM, ing. A. Munteanu) lucrau peste 1200 de ingineri.

În baza cercetărilor științifice și a activităților experimental-constructive efectuate în cadrul *NIȚEVT*, aici s-a elaborat, iar în cooperare cu Uzina *SCIOTMAȘ* din Chișinău (din 1994 - societatea pe acțiuni ”*SIGMA*” S.A.) s-a fabricat 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 lansate din complexele mobile operativ-tactice *OKA*, *TOCHKA*, *TOCHKA-U*, *VOLGA*, *ZASLON*, *BUK-2M*, *KUB*, *TUNGUSKA* (fig. 2) (în total peste 50 de sisteme de luptă portavion și terestre), inclusiv al rachetelor balistice în sistemele de apărare antirachetă destinate pentru umbrela de apărare a regiunii Moscova.



Fig. 2. Complexele militare, pentru care *NIȚEVT* a elaborat, iar *SCIOTMAȘ* a fabricat mașinile electronice de bord pentru calculul, controlul și monitorizarea zborului (rachetelor, avioanelor) de diferite configurații în baza modelului *A15-A*.

La *NIȚEVT* s-au elaborat mașinile de calcul de bord pentru: avioanele de luptă *MIG-29*, *SU-27*, *MIG -31*, *MIG -33*; *MIG -35*, *TU-142*, *TU-160*, complexele de apărare antisubmarine *KORSHUN* și *SOVA*; Stația Cosmică Internațională *MIR*; dirijarea zborului rachetelor balistice *SS-18*, ulterior *S-300* și *SOYUZ*; stațiile cosmice orbitale *SALYUT*, *ALMAZ* și *MECH-K*; navele cosmice orbitale din seria *SOYUZ* și de transport *PROGRESS* etc. Tot aici se fabricau sisteme electronice inteligente extrem de complexe pentru dirijarea și stabilizarea zborului rachetelor balistice, lansate de pe

platforme mobile și din fântâni subterane migratoare, sisteme electronice pentru dirijarea și controlul poziționării submarinelor din generația anilor '80–90 [5].

În cadrul programului cosmic „ENERGIYA-BURAN” al URSS în perioada 1976-1988 Institutul de Cercetări NIIĖVT și uzina SCIoTMAȘ (din Chișinău) au elaborat și fabricat sistemele electronice de bord pentru controlul, dirijarea și monitorizarea zborului cosmic (fig. 3).

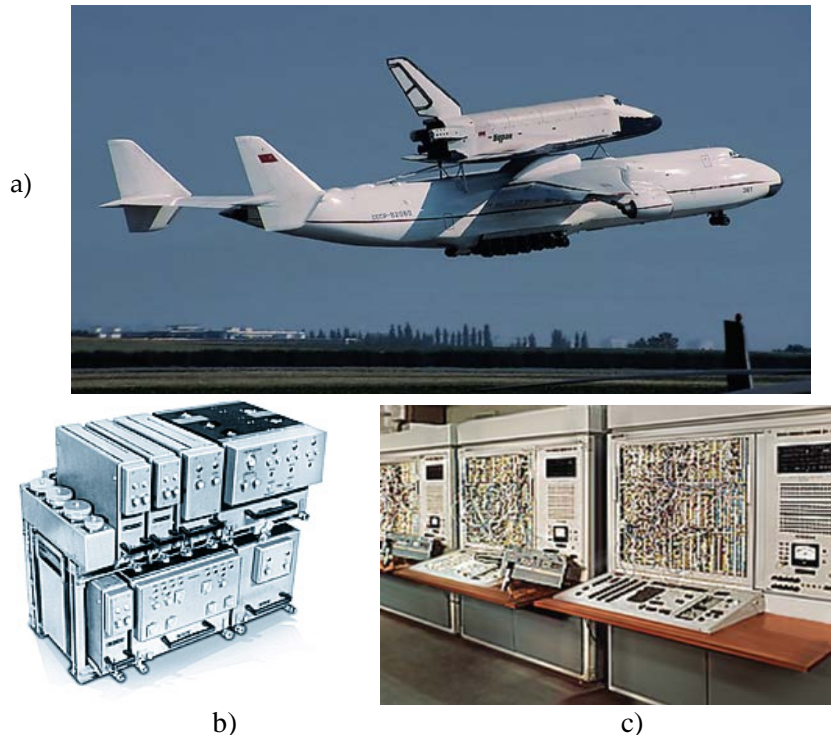


Fig. 3. Nava cosmică orbitală *BURAN* montată pe portavion (a), mașinile de calcul de bord „A15-2” („Argon-15”) (b) și „AVK-33” (c).

Astfel, pentru bordul navei orbitale *BURAN* (fig. 3,a) și a laboratorului zburător construit în baza avionului TU-154LL la NITYAVT au fost elaborate mașinile de calcul „A15-2” (fig. 3, b) și „AVK-33” (fig. 3, c) fabricate la uzina SCIoTMAȘ. Mașinile de calcul dirijau și controlau în regim automat și individualizat parametrii zborului în comun și separat al navei orbitale, a portavionului și a laboratorului zburător de însoțire.

Conform acestui program, nava orbitală *BURAN* montată pe portavion (fig. 3) și însoțită de laboratorul zburător TU-154LL (fig. 4) au realizat în comun cca 200 de zboruri de poligon, experimentând diverse misiuni operaționale. Zborul orbital al navei *BURAN* 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 A15-2 al navei orbitale, AVK-33 al portavionului și A15-17 al laboratorului zburător elaborate la NITZAVT și fabricate la uzina SCIoTMAȘ au asigurat plener realizarea tuturor

operațiunilor programate conform protocoalelor de testări.

Conform programului „ENERGIYA-BURAN” al URSS cinci avioane TU-154 de diferite modifiții au fost dotate cu laboratoare zburătoare, două dintre care



Fig. 4. Avionul TU-154LL - laborator zburător pentru încercări experimentale pe programul BURAN în cadrul căruia specialiștii NIŢEVT și SCIOTMAȘ (Chișinău) au elaborat și fabricat mașinile electronice de bord BEŢVM A15-7 și BTS-002 OK-GLI.

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 (plutoare) și a unui sistem satelitar de comunicații.

În perioada 1979–2000, în câteva departamente ale NIŢEVT, sub conducerea viitorului academician N. Andronati, a dr. I. Casian (absolvent UTM), a dr. D. Postovan (absolvent UTM), a dr. V. Cheibaș (absolvent UTM), a dr. V. Cernăuțean (absolvent UTM), a dr. A. Tărlăjanu (absolvent UTM) ș.a. au fost elaborate o serie de variante noi de mașini de calcul A-15K, A-15M 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. I. 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 riguroase în condiții extreme (cu recepția nivel „9”, atribuit tehnicii cosmice de zbor).

Specialiștii din cadrul NIŢEVT și SCIOTMAȘ au participat la elaborarea mașinilor de calcul de bord pentru avioanele-RADAR de supraveghere și monitorizare (DRLO - A-50 AVAKS Beriev-Ilyushin:USSR-AIRSPACE) (fig. 5), construite în baza avionului A-50 (pe platforma IL – 76 MD). În total au fost echipate 20 de avioane cu sistemul DRLO.

Un alt exemplu de succes vizând promovarea realizărilor științelor ingineresti în



Fig. 5. Avionul Radar (AVAKS - URSS) de supraveghere și monitorizare (ip084 A-50 AVAKS Beriev-Ilyushin:USSR-AIRSPACE).

cooperare cu industria și în complex cu formarea cadrelor ingineresti îl reprezintă parteneriatul: Institutul de Cercetări Științifice *KVANT*, Uzina *SEMNAL* 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 sistemele 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 focoase nucleare (URSS). Ciclul tehnologic, pentru cercetătorii-ingineri moldoveni (printre care martori oculari V. Chilaru și S. Bota: V. Chilaru – ofițer pe primul submarin nuclear modelul *TAIFUN* (URSS), cu 20 de focoase 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), se încheia cu instalarea, ajustarea și testarea sistemelor *ROTATOR* și *KVANT* la bordul submarinelor, direct la șantierele de construcție a acestora din or. Severodvinsk (Federația Rusă), la șantierele navale militare din regiunea Kamceatka, de la Marea Neagră și de la Marea Baltică, inclusiv la Cosmodromul militar Plisețck (or. Arhanghelsk, FR).

Comandamentul suprem militar al URSS putea transmite subdiviziunilor sale, prin intermediul sistemului 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 focoase nucleare. Blocul electronic arhisecret a fost proiectat și asistat în producere de către inginerii moldoveni din

cadrul ICȘ KVANT și al uzinei 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 devenea imposibilă comunicarea prin propagarea undelor electromagnetice din cauza schimbărilor din atmosferă (gazificarea, ionizarea excesivă a atmosferei în urma exploziei nucleare).

În aceeași perioadă, Institutul de Cercetări Științifice NIIRIF, în cooperare cu Uzina RĂUT din Bălți, cu un efectiv de peste 1900 de ingineri angajați, efectuau lucrări de cercetare-proiectare constructiv-tehnologică și de fabricare a peste 50 de variante 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 bălțeană RĂUT, condusă de inginerul A. 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 sisteme extrem de complexe, realizate 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.

Totodată, trebuie să atenționăm structurile puterii de stat și societatea civilă că aceste realizări de însemnătate majoră și de înaltă calitate au fost posibile în Republica Moldova, așa mică cum este ea, datorită calificării profesionale înalte a potențialului științific și ingineresc și, nu în ultimul rând, datorită finanțării pe măsură a științei prin intermediul tuturor structurilor instituționale abilitate cu cercetarea-proiectarea în perioada respectivă. **Pentru informare:** Universitatea Tehnică a Moldovei, în prezent, în comparație cu anul 1987, la capitolul cercetării științifice este finanțată de 26 de ori mai puțin (volumul de finanțare în anul 1987 era de 7,5 mil. ruble, ce constituia 8,7 mil. \$ SUA, iar în 2016 – 7,5 mil. lei). Același nivel de finanțare, cu mici abateri, în prezent este caracteristic tuturor instituțiilor abilitate cu cercetarea științifică, inclusiv celor din Academia de Științe a Moldovei și instituțiilor de ramură etc.

Totodată, este 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 1500 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, 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.

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, asigurată prin modernizări continue ale acestora în baza realizărilor științifice, complexul industrial din Republica Moldova, în 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 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 (toate fabricate în serii mari pentru piața de desfacere a URSS). Nomenclatorul extins, volumul mare (producerea în serii) și calitatea înaltă a producției industriale denotă că industria devenise o componentă prioritară a dezvoltării economiei naționale. Nu fără temei, putem arăta că în Republica Moldova, în anii '80, s-au pus temeliiile de infrastructură ale întreprinderilor gigantice (din URSS) de producere a computerelor (*COMPEX*), a televizoarelor, a circuitelor integrate (*MEZON*) etc.

Spre exemplu, la sfârșitul anilor '80 se desfășurau activ lucrările de construcție a uzinei *COMPEX* din Chișinău (figura 6), profilată în producerea calculatoarelor personale în baza procesoarelor 286 elaborate în cooperare cu firme occidentale (în schimbul livrărilor de petrol).



Figura 6. Prim-ministrul Republicii Moldova Valeriu Muravschi în vizită la șantierul uzinei de computere *COMPEX*. Directorul uzinei Ion Casian prezintă macheta de ansamblu a uzinei.

Uzina, prin investiții capitale estimate la peste 6 miliarde de dolari SUA (prețurile din anul 1989) urma să fie una dintre cele mai mari întreprinderi în domeniu din fosta URSS. Uzina-gigant încorporează 36 blocuri de producere (în anul 1990 – 20 de blocuri erau nefinisate în proporție de 30...80%), așezate pe o suprafață de 140 ha și unite între ele cu căi de acces mascate în subteran.

Conform proiectului, la uzina COMPEX urmau să fie angajate cca 25 000 de persoane asigurate cu infrastructura socială a uzinei. Infrastructura instituțională a uzinei mai cuprindea un Institut de Cercetări în domeniul Științelor Calculatoarelor, două Birouri specializate de proiectare constructiv-tehnologică, un Colegiu de Microelectronică (existent, dat în exploatare în anul 1990), o Școală Profesional-Tehnică pentru pregătirea muncitorilor calificați și a maiștrilor de producție.

În baza analizei, de exemplu a bugetului de stat al URSS din 1985 și a bugetului de stat al Republicii Moldova din 1992, putem constata că în structura Venitului Național Brut cota veniturilor din industrie constituia 54-61%, deci acestea prevalau considerabil asupra celor provenite din sectorul agrar.

Așadar, *Republica Moldova s-a dezvoltat ca o țară 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).

3. Aportul Universității Tehnice a Moldovei la dezvoltarea tehnicii și tehnologiilor moderne

3.1. Crearea unui nou tip de transmisie mecanică – *transmisia planetară precesională*

La începutul anilor '80, în arsenalul transmisiilor mecanice existent la scară mondială a apărut un nou tip de transmisie mecanică, intrată în circuitul terminologic mondial cu denumirea „*Transmisie planetară precesională(TPP) cu angrenaj multipar*”. Subsemnatul, la 30.05.1983 înregistrează în Registrul de Stat al URSS primul brevet de invenție TPP, cu prioritatea din 11.02.1981.

Transmisia planetară precesională cu angrenaj multipar (fig. 7) se deosebește de cele clasice prin principiul nou de transformare și transmitere a mișcării și a sarcinii. Multiplicitatea absolută (de 100%) a angrenării dinților în TPP se datorează mișcării sfero-spațiale cu un punct fix a satelitului și a profilului convex-concav variabil al dinților roților centrale ale angrenajului. În acest sens, TPP nu are analogi la scară mondială.

În anul 1989, subsemnatul susține, la Universitatea Tehnică de Stat din Moscova „N. Bauman“, teza de doctor habilitat cu tema „*Sozdanie planetarno-pretzessionnyx peredach s mnogoparnym zatzepleniem*” (Crearea transmisiilor planetare precesionale cu angrenaj multipar), iar în 1990, grație principiului nou de transformare a mișcării și caracterului scientointensiv, tematica TPP, la recomandarea

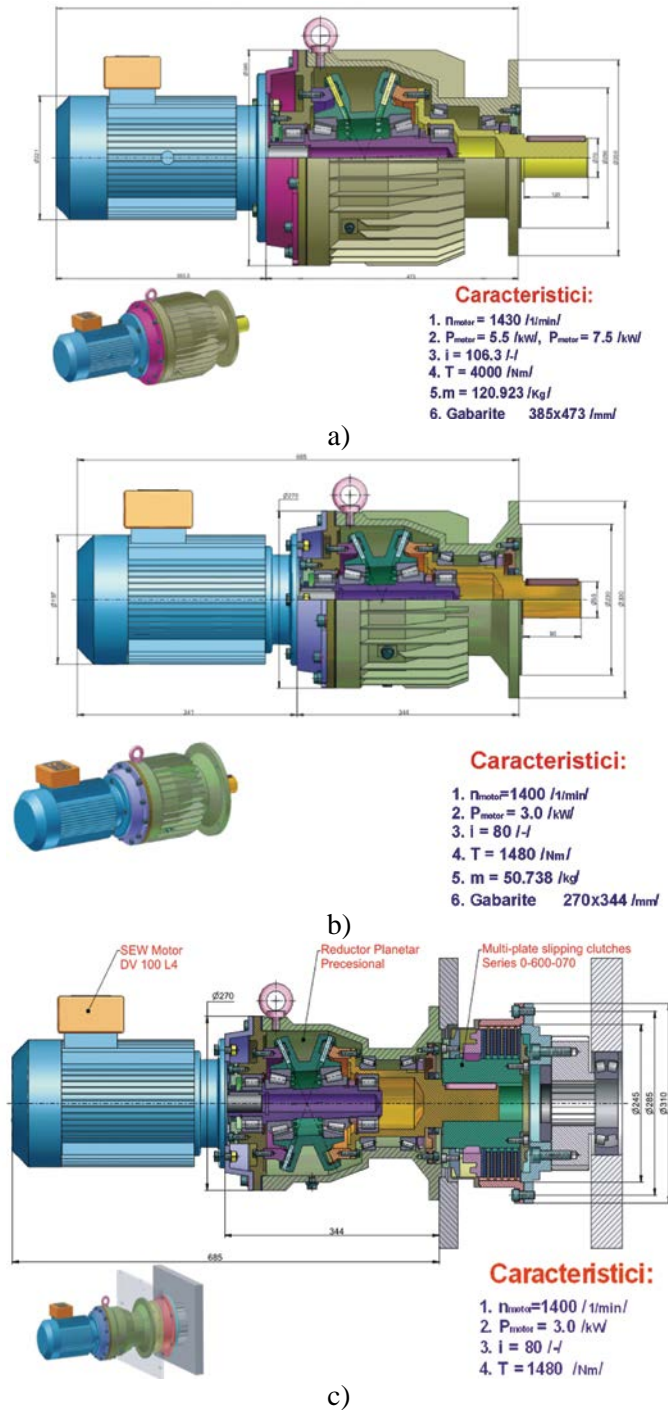


Fig. 7. Reductoare precesionale 2K-H cu destinație generală (a, b) și specială (c), elaborate la solicitarea Firmei ARP, Stuttgart, Germania.

Ministerului Educației din URSS, a fost inclusă în programele de studiu obligatoriu la disciplina „Organe de mașini” în toate instituțiile de învățământ superior tehnic.

Existența angrenajului precesional multipar derivă din condițiile:

- dinții conjugați ai angrenajului au profile geometrice diferite: în arc de cerc și convex-concav variabil (dependent de 5 parametri);
- mișcarea sfero-spațială a satelitului impune diferența dinților conjugați egală doar cu ± 1 ;
- prelungirile generatoarelor tuturor dinților au un punct comun cu centrul de precesie a satelitului.

Particularitățile geometro-constructive ale angrenajului precesional plasează TPP printre cele mai performante transmisii cunoscute în lume după diapazonul extins al rapoartelor de transmitere într-o treaptă ($12 \div 3600$) și după capacitatea lor portantă mare, determinată de multiplicitatea absolută a angrenării concomitente a dinților (100%) [6].

Datorită avantajelor constructiv-cinematice unice, TPP au fost aplicate în diverse domenii: în mașini cu destinație generală și specială (fig. 7, a,b,c), în mecanisme de acționare în aparatele cosmice de zbor (fig.13, 14,a,b); în mecanismele de acționare a sistemelor de orientare cu mișcări extrem de lente (rapoarte de transmitere de ordinul milioanelor) (fig. 8); în sisteme de reglare a presiunii în

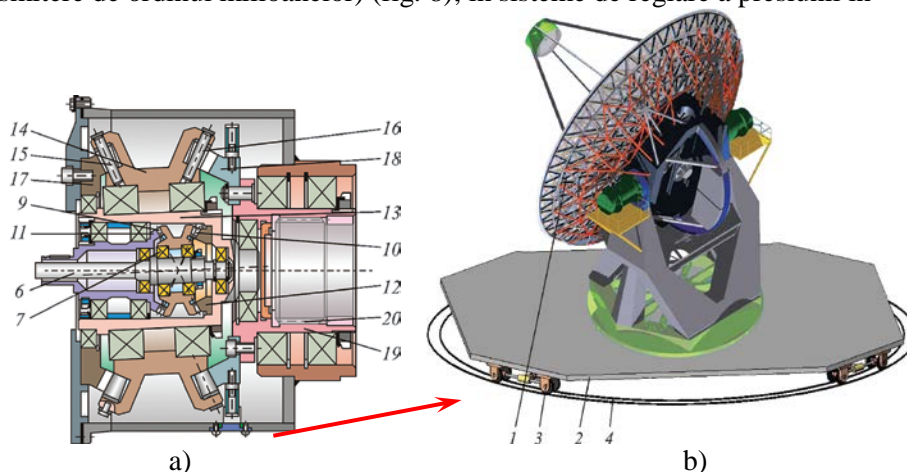


Fig. 8. Proiectul tehnic al TPP 2K-H (a) pentru mecanismul de acționare a Radarului din Krasnoiarsk (b).

gazoductele magistrale (fig. 9); în tehnologii de extracție a petrolului de la adâncimi mari (fig. 10); în industria de automobile (fig. 11 a); în mecanisme pentru transmiterea mișcării în spații etanșe (tehnică cosmică, industria chimică, atomică etc.) (fig. 11, b); în mecanica fină (fig. 11, c); în robotetică (fig. 11 d, e) și în mecanisme cu destinație generală și specială (fig. 11, f) etc.

Datorită avantajului cinematic exclusiv al TPP de a realiza reduceri foarte mari ale mișcării de rotație, la UTM a fost elaborat în baza TPP sistemul de orientare pentru Radarul din Krasnoiarsk – parte componentă a Scutului Antirachetă al URSS. Sistemul de orientare elaborat în baza TPP cu doi sateliți precesionali asamblați pe principiul „matrioșca” (fig. 8) realizează un raport de transmitere $i = 12960000$,

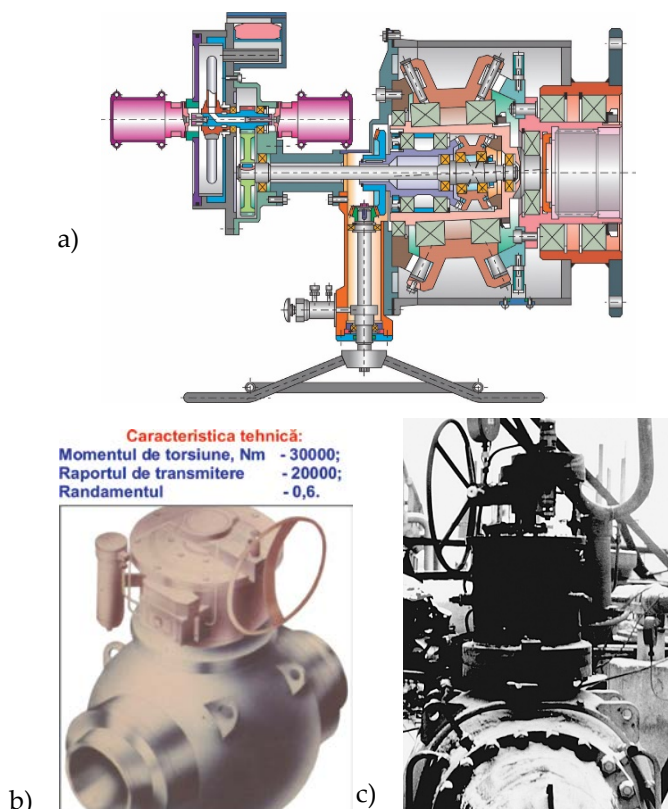


Fig. 9. Turbomotor precesional reactiv pentru armătura magistrelor de gaz: desen tehnic (a); vederea 3D (b); turbomotor precesional agregatizat cu conducta de magistrală (c), Gazprom, URSS.

ce asigură rotirea Radarului în jurul axei sale (instalat pe patru boghiuri pe o cale ferată circulară) cu o rotație într-un an (reper – Steaua Polară) la rotirea continuă a motorului electric cu $n = 1370 \text{ min}^{-1}$ [6].

În baza aceluiași avantaj cinematic al TPP, la UTM a fost elaborat proiectul turbomotorului precesional reactiv cu ejecție (cu reducerea $i = 20000$) pentru reglarea suprafeței secțiunii de curgere în conducte a gazului lichefiat în funcție de presiunea acestuia (fig. 9). Seria „Zero” a turbomotorului precesional a fost fabricată la Uzina Kompresormaş, or. Sumy, Ucraina, după proiectul elaborat la UTM.

Un avantaj important al TPP constă în transmiterea sarcinilor mari în gabarite mici, oportun la realizarea sistemului de acționare a pompei elicoidale (fig. 10 a) pentru pomparea țițeiului de la adâncimi mari. Un proiect similar a fost realizat la solicitarea firmei americane Moino, filiala din Edmonton, Canada. În conceptul acestui sistem, pompa elicoidală, separatorul de gaze, reductorul precesional și motorul electric de tip Sigară sunt amplasate în țeava de foraj cu diametrul de 110 mm (fig. 10, b) și de 135 mm (fig. 10, c).

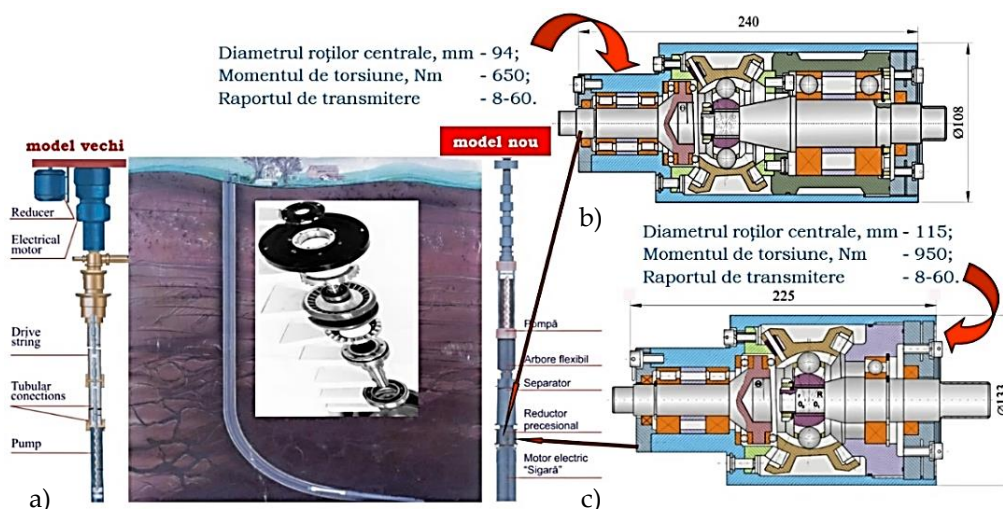


Figura 10. Sistem de pompare a petrolului de la adâncimi mari (a): mecanism precesional 2K-H pentru țevi cu $D = 110$ mm (b); pentru țevi cu $D = 135$ mm (c), elaborare la solicitarea firmei americane Moino, filiala din Edmonton, Canada.

La începutul anilor '80 a fost elaborată teoria fundamentală a angrenajului precesional multipar, teoria fundamentală a tehnologiei de generare a profilurilor convex-concave variabile cu sculă precesională, iar în baza studiului complex al staticii și dinamicii au fost elaborate metodele de calcul ingineresc al TPP [6]. Rezultatele cercetărilor științifice au fost publicate în peste 1200 de lucrări științifice, 12 monografii, inclusiv în *Antologia Invențiilor* în 3 volume [9].

Aspectele constructiv-funcționale și tehnologice ale transmisiilor planetare precesionale, cuprinzând peste 25 de structuri cinematice, angrenaje noi, tehnologii noi de generare a profilurilor dinților convex-concave variabile, cutii de viteze, hidrotransmisii, o gamă largă de construcții pentru diverse domenii de aplicare au fost protejate cu peste 170 debrevete de invenție (unor brevete de invenție li s-a aplicat „parafa regim nepublic”).

Secretomania informațională impusă în URSS unor realizări ale științelor ingineresti s-a răsfrânt din plin și asupra domeniului transmisiilor planetare precesionale. Astfel, tezei de dr. hab. „Sozdanie planetarno-pretzessionnyx peredach s mnogoparnym zatyepnienem”, susținută de subsemnat în anul 1989 la MG TU M. Bauman din Moscova, inclusiv la 28 de brevete de invenție în domeniul TPP eliberate de Institutul de Expertiză de Stat a Patentelor din Moscova, li s-au atribuit „parafa regim nepublic” (DSP), care nu permitea autorilor să facă trimiteri la aceste lucrări în publicații, în reviste sau rapoarte științifice. Încălcarea regimului nepublic al lucrărilor strict supravegheat în două nivele instituționale (de secțiile nr. 1 ale instituțiilor în care activau autorii și de serviciul Glavlit republican) era penalizată sever pe cale administrativă.

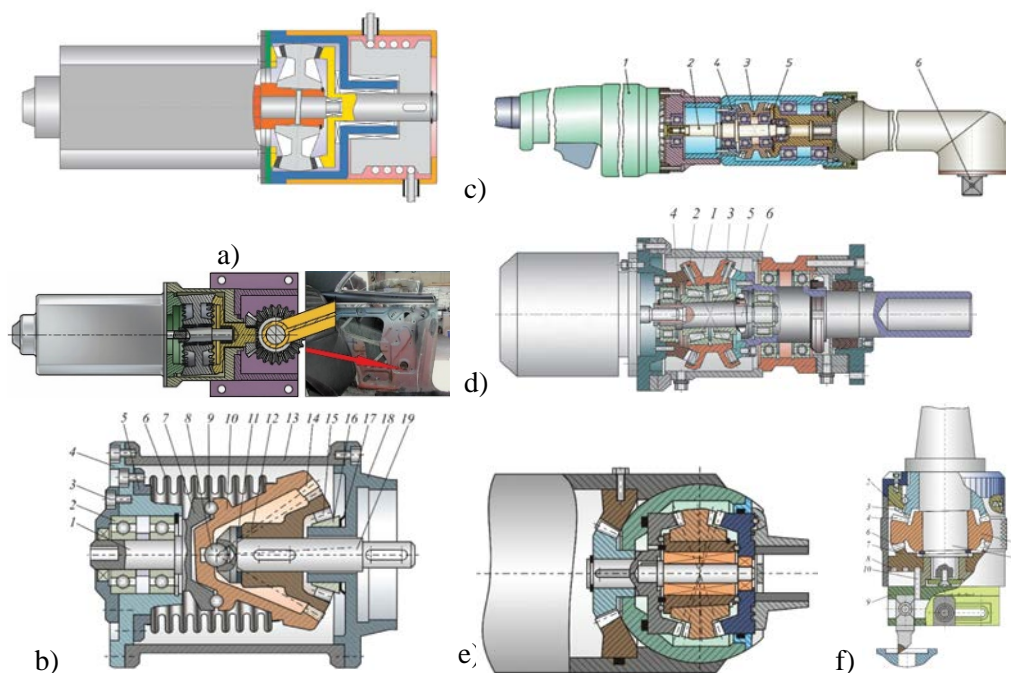


Fig. 11. TPP cinematice în: automobile (solicitant Ford, Detroit, SUA) (a), mecanisme ermetice (solicitant Cometa, Federația Rusă) (b), mecanica fină (solicitant BOSCH, Germania) (c), robotetică (d, e), utilaje și mecanisme cu destinație generală și specială (f).

3.2 Dezvoltarea tehnologiilor satelitare și a infrastructurii terestre de monitorizare

Cercetătorii, inginerii-proiectanți și studenții de la UTM au participat la elaborarea Microlaboratorului cosmic *Oazis-2* (fig. 12) pentru cultivarea microorganismelor (*albuminei* în calitate de hrană pentru cosmonauți) în condiții de imponderabilitate, proiect coordonat de Institutul de Microbiologie al AȘM, autor L. Șacun (student al UTM). Laboratorul respectiv a fost lansat în spațiul cosmic la 18 decembrie 1973 cu nava cosmică *Soiuz-13*.

În anii '80, echipa de cercetători din cadrul UTM, condusă de subsemnat, în cooperare cu Institutul de Cercetări Cosmice al URSS (or. Moscova), cu filiala acestuia (or. Frunze), cu Consorțiul *Cometa* (or. Moscova) și cu Uniunea Industrială *index 4805* (or. Krasnoiarsk, FR), au contribuit la dezvoltarea tehnologiilor satelitare, elaborând în baza *transmisiilor planetare precesionale* sisteme de acționare și control al poziționării subsistemelor de bord ale tehnicii de zbor cosmic (fig. 13, 14).

Printre elaborări putem menționa modulul precesional pentru acționarea platformei scanare a stației de zbor cosmic interplanetar VEGA-6 (fig. 13) și modulele electromecanice precesionale (fig. 14 a, b) pentru acționarea subsistemelor de bord ale sateliților geostaționari [6] etc. Aceste module precesionale au fost fabricate la izinele

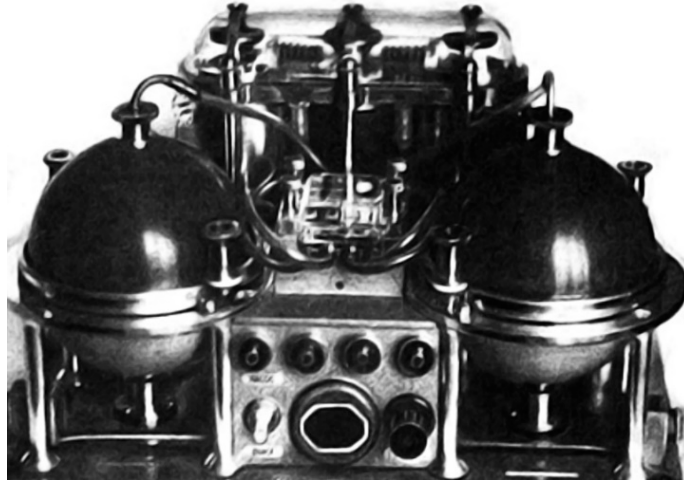


Fig. 12. Microlaboratorul Oasis-2, lansat în spațiul cosmic cu nava Soiuz-13 în anul 1973.

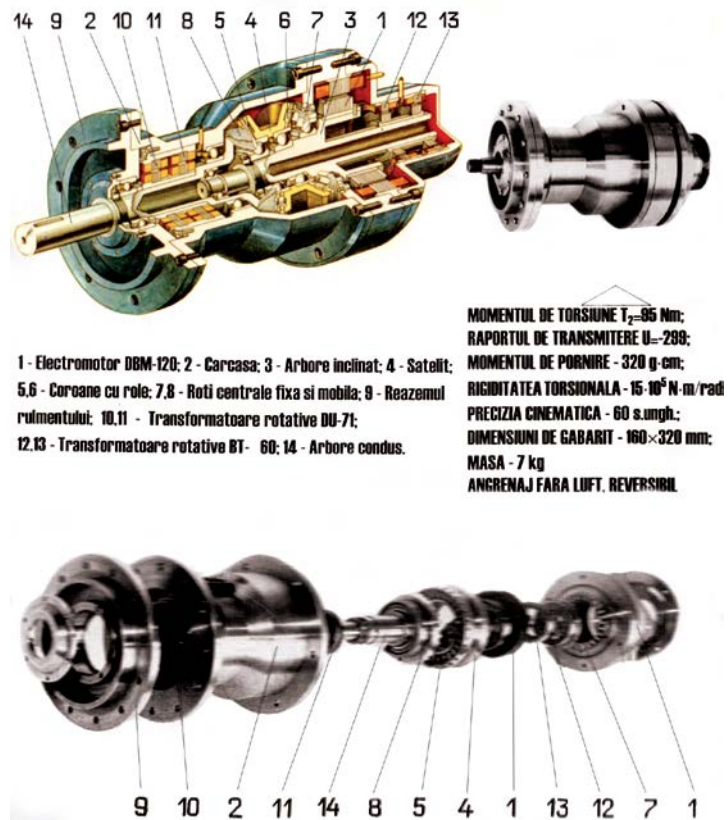


Fig. 13. Modul precesional pentru acțiunea platformei scanare a stației de zbor cosmic interplanetar Vega-6.

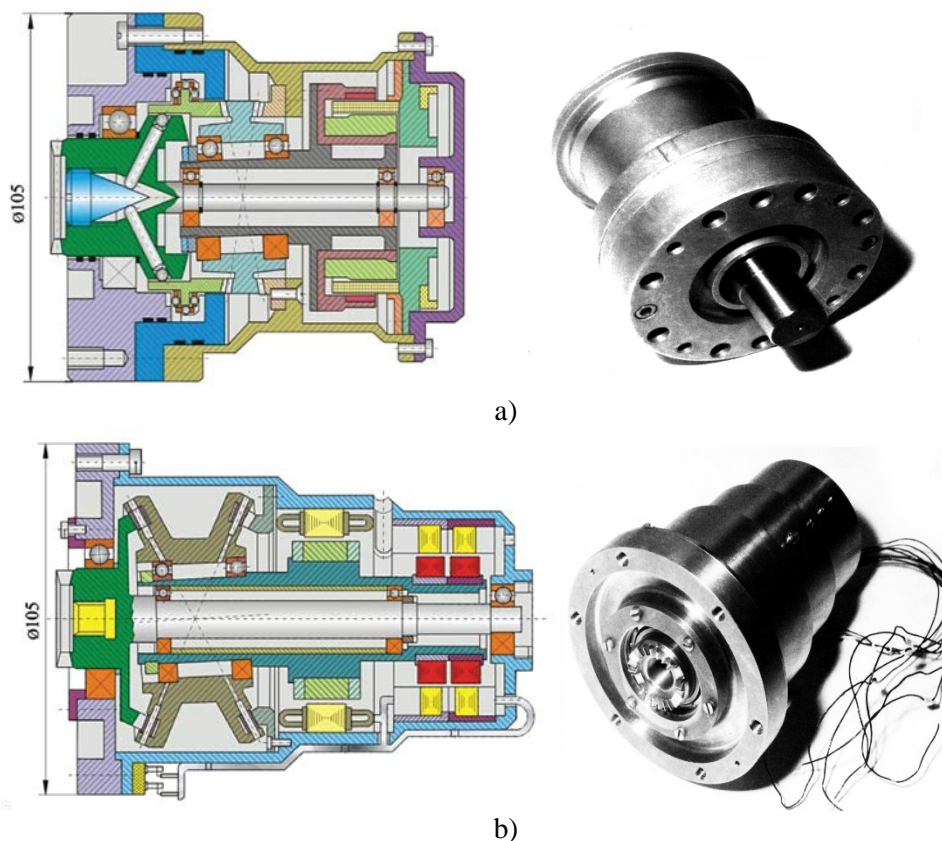


Fig. 14. Module precesionale (a, b) pentru acționarea subsistemelor de bord a sateliților cu orbită geostaționară.

SCIOTMAȘ, MICROPROVOD și SIGNAL din Chișinău.

După o pauză de aproximativ 20 de ani, la UTM reîncep cercetările în domeniul tehnologiilor satelitare. În 2009, în cooperare cu AȘM, în cadrul unui program de stat (coordonator – subsemnatul) cu patru proiecte distincte (prezentate în tabelul 1) au fost inițiate activități de cercetare-dezvoltare a *primului satelit moldovenesc*.

În primii doi ani (2010-2012) au fost stabilite obiectivele misiunii satelitului, au fost elaborate și fabricate în prima variantă subsistemele de bord ale microsatelitului (MS) [7].

Activitățile de cercetare-proiectare consacrate elaborării subsistemelor de bord ale MS s-au bazat pe conceptul de utilizare a componentelor funcționale comerciale (standardizate) disponibile COTS (Commercial Off The Shelf components), asamblate pe principiul modular. Această abordare a procesului de elaborare a MS întrunește o serie de avantaje, printre care reducerea costurilor și a timpului realizării ciclului de cercetare-asamblare a MS, sporirea fiabilității funcționale a subsistemelor de bord și a MS în ansamblu, simplificarea procedurilor și a tehnicilor de testare experimentală etc.

Tabelul 1

<i>Proiecte</i>	<i>Executori</i>
1. Cercetarea și elaborarea sistemului de control, orientare și stabilizare a poziției microsatelitului (2009-2011). Conducător proiect: acad. I. BOSTAN – coordonatorul Programului de stat	Executori: conf. univ. Sochirean A.; dr. hab. prof. Dulgheru V.; dr., conf. univ. Bostan V.; dr., conf. univ. Vaculenco M.; dr., lector superior Bodnariuc I. Doctoranzi: Dicusară I., Ciobanu O., Ciobanu R., Trifan N., Malcoci Iu., Crudu R., Guțu M. Studenti: Gladăș V., Zarea I., Nicoară A.
2. Elaborarea metodelor de acționare asupra poziției microsatelitului în timpul scanării, procesării și transmiterii informației (2009-2011). Conducător proiect: dr., conf. univ. N. SECRIERU	Executori: dr. șt. teh., prof. Guțuleac E. Doctoranzi și studenți: Nucu R., Gangan S., Popa V., Zarea I., Nicoară A., Bârlădean O., Cocoș N., Crudu R., Rotaru L., Ghincul O., Suman E., Mârzac C., Cârțica A.
3. Cercetarea și elaborarea subsistemelor electronice de scanare pentru exploatarea în spațiul cosmic (2009-2011). Conducător proiect: acad. V. CANȚER	Executori: dr. șt. teh. Zasavițchi E., dr. șt. teh. Dobrov D., Roller L., Penin A., Beloțercovschi I., Sainsus Iu., Conev A., Ruseev Iu., Grosul P., Hvalin V., Zavrajnâi S., Dumitru V.
4. Elaborarea sistemului de alimentare cu energie a microsatelitului (2009-2011). Conducător proiect: dr., conf. univ. V. BLAJA	Executori: dr. șt. teh., conf. univ. Brânzari V.; dr. șt. teh., conf. univ. Secieru N. Doctoranzi și studenți: Ghertescu S., Gangan S., Tincovan S., Bârlădean O.

Totodată, tematica activităților a cuprins un spectru foarte larg de cercetări științifice, lucrări experimentale și constructiv-tehnologice, în mare parte fiind interdisciplinare, inclusiv la joncțiunea domeniilor.

Selectarea componentelor funcționale COTS (standardizate, unificate parametric) a fost efectuată în baza unui amplu studiu de asigurare a compatibilității parametrice, ținând cont de limitările de masă, de gabarite, de accesibilitatea și disponibilitatea de achiziție etc.

Pentru cercetarea experimentală a cinematicii și dinamicii MS, la UTM a fost elaborat și proiectat un simulator cu 3 grade de mobilitate (fig. 15) pentru improvizarea mișcării aleatorii a MS în zbor pe orbită (cu mișcare sfero-spațială cu un punct fix al suportului MS). Simulatorul permite, de asemenea, cercetarea experimentală a intervenției sistemelor de bord asupra orientării MS pe orbită, inclusiv determinarea și calibrarea eforturilor fizice de intervenție dezvoltate de cele două sisteme de bord asupra stabilității și a dinamicii re poziționării MS pe axele sistemului orbital de coordonate.

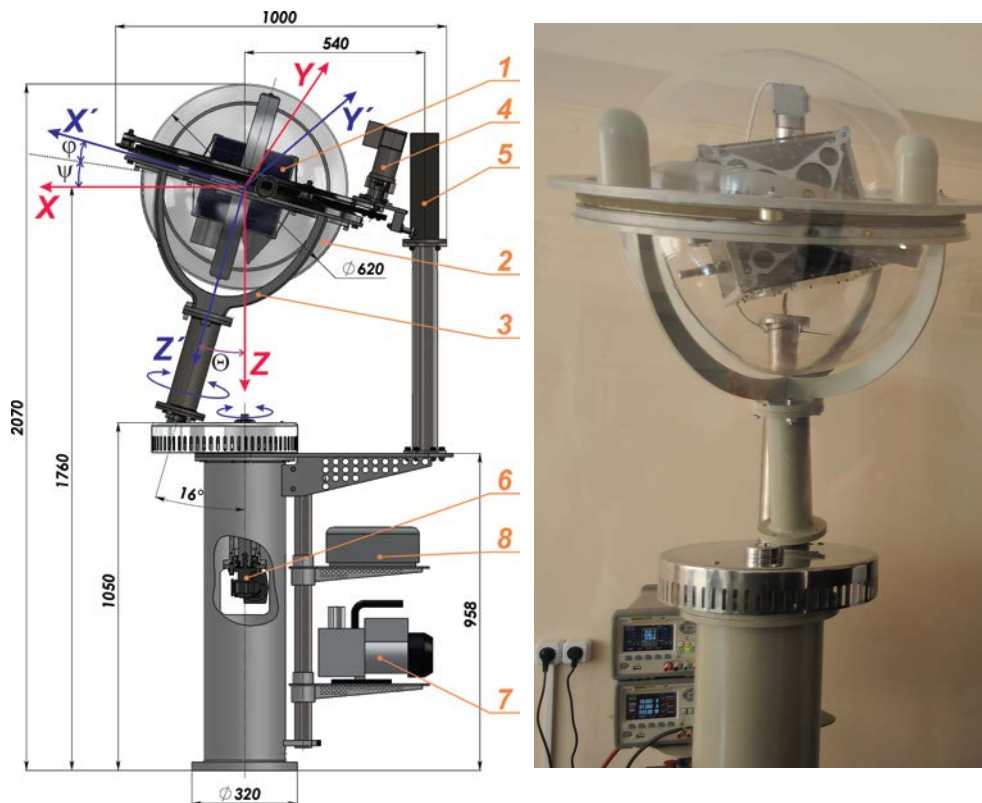


Fig. 15. Simulator cu 3 grade de mobilitate pentru improvizarea mișcării sfero-spațiale a MS pe orbită: $OXYZ$ – sistem de coordonate fix (orbital); $O'X'Y'Z'$ – sistem mobil legat cu satelitul; 1 – microsateelit (MS) $250 \times 250 \times 250$ mm; 2 – lăcașul MS; 3 – carcasa de instalare a lăcașului MS; 4 – mecanism de rotire a MS pe axa Z' ; 5 – mecanism de restricționare a rotirii MS pe axa Z' ; 6 – mecanism de acționare pentru modificarea atitudinii MS pe axele XYZ ; 7 – pompă vacuetică; 8 – bloc de comandă.

Simulatorul permite cercetarea experimentală a MS în condiții de laborator și în mediu de vid de până la 10^{-6} bari ($12 \mu\text{m Hg}$). Locașul simulatorului (fig. 15) permite rotirea MS în jurul axelor Ox , Oy , Oz în raport cu sistemul mobil de coordonate. Locașul este dotat cu două mecanisme de acționare, pentru a-i comunica mișcare de nutație cu unghiul $\theta = 16^\circ$ și de precesie la $\varphi = 360^\circ$. Locașul port-satelit permite studiul cinematicii și dinamicii re poziționării MS sub acțiunea a două sisteme de intervenție de bord, și anume a magnetorcherelor acționate de câmpul magnetic al Pământului și a mecanismului inerțial cu 3 roți volante.

Simulatorul a fost proiectat în original în cadrul Centrului Național de Tehnologii Spațiale CNTS, UTM și fabricat la uzinele din Chișinău [8].

Panourile PV ale MS au fost proiectate în cadrul CNTS și fabricate cu utilizarea celulei fotovoltaice GaInP-GaInAS-Ge ($P = 50\text{W}$, $\eta > 25\%$), rezistente la radiația

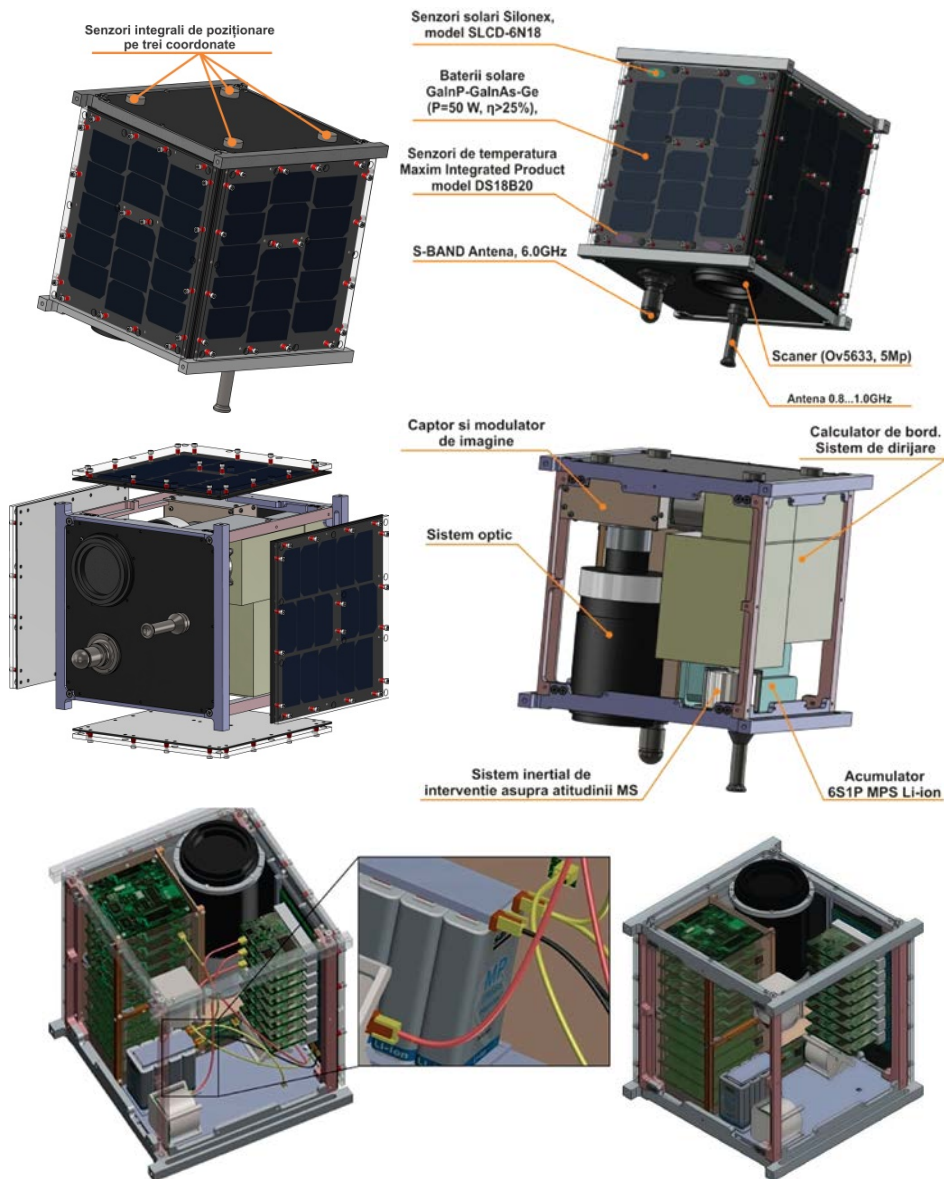


Fig. 16. Subsistemele de bord ale microsatelitului elaborat la UTM.

cosmică. În panourile PV sunt montați Sensorul de temperatură Maxim Integrated Product model DS18B20 și Sensorii Solari Silonex model SLCD-6N18 pentru determinarea poziționării în spațiu a MS, compatibili cu subsistemul de intervenție asupra atitudinii, model MAI-200. Panourile PV și subsistemul de control și dirijare a atitudinii MS au fost fabricate la firme de peste hotare conform documentației tehnice elaborate la UTM.

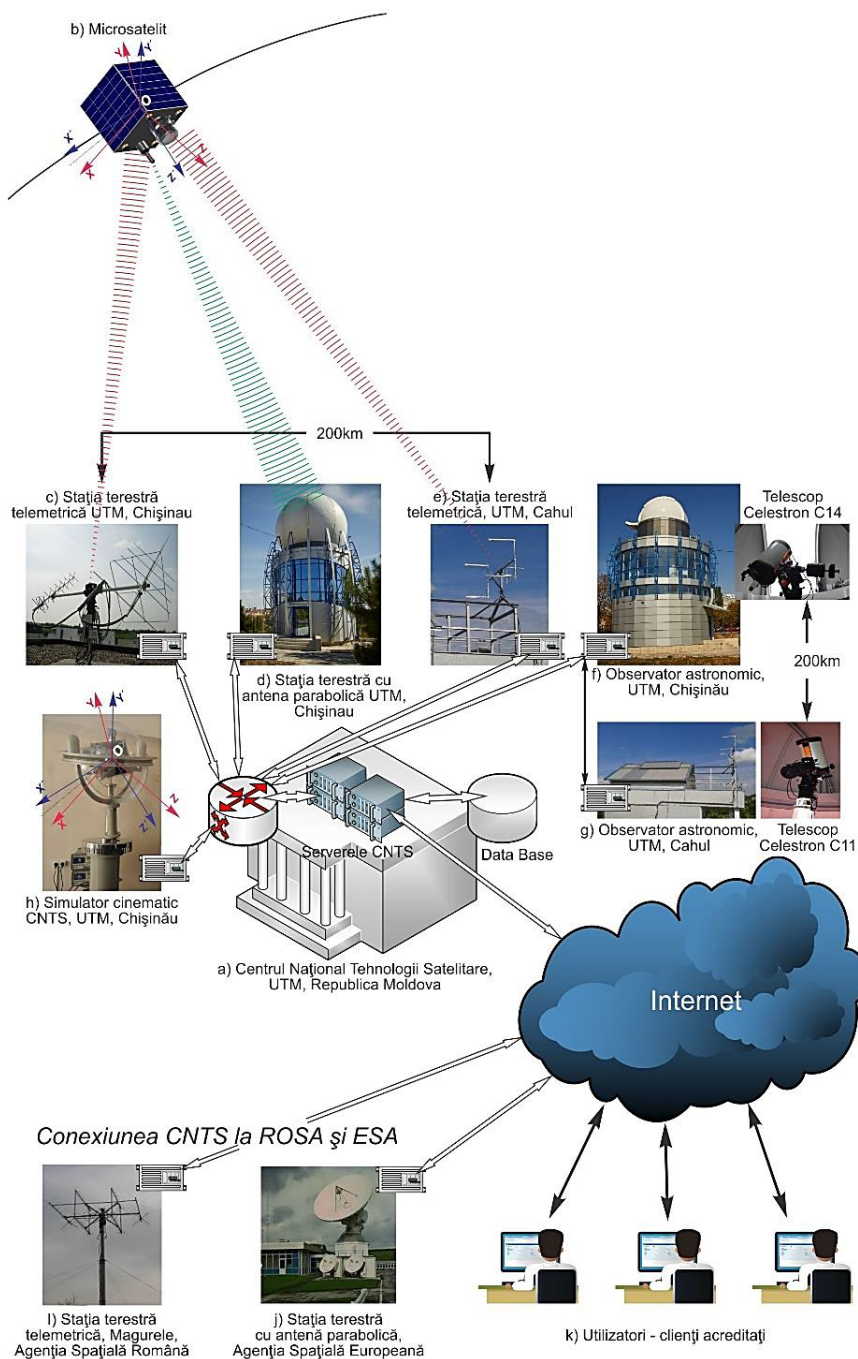


Fig. 17. Arhitectura rețelei de stații terestre elaborată la UTM (Chişinău), cu posibilitatea de conexiuni la Agenția Spațială Română (ROSA) și Agenția Spațială Europeană (ESA).

Componentele constructive ale structurii de rezistență a MS (fig. 16) au fost fabricate la Uzina TOPAZ din Chișinău, iar asamblarea și testarea experimentală – la UTM, în cadrul CNTS.

Prin câteva proiecte de cercetare-dezvoltare naționale și internaționale, în cadrul UTM a fost creată infrastructura terestră (a Republicii Moldova) de dirijare și control al zborului sateliților, prezentată în fig. 17 [8], care include o serie de laboratoare, stații telemetrice și de recepție a semnalelor de la satelit. Stația terestră pentru recepția semnalelor de imagine de la satelit a fost reproiectată în baza unui radar militar, cu precizie înaltă de orientare pe două axe (elevație și azimut). Un alt obiectiv realizat a vizat interconectarea tuturor componentelor infrastructurii terestre între ele cu fibră optică (până la punctul de sprijin al CNTS, amplasat în liceul din s. Brânza, r. Cahul). În baza unui proiect de transfer tehnologic aprobat de AȘM, infrastructura rețelei de stații terestre [8] (fig. 17) a fost reconfigurată tehnic, cu asigurarea posibilității de conexiune cu Agenția Spațială Română (ROSA) și Agenția Spațială Europeană (ESA). Lucrările complexe privind crearea infrastructurii terestre [8] pentru monitorizarea zborului sateliților practic au fost finalizate, a fost creat Centrul Național de Tehnologii Spațiale cu șase laboratoare dotate cu aparataj și utilaje specializate [7] care, în paralel cu efectuarea cercetărilor legate de elaborarea satelitului, sunt puse la dispoziția studenților pentru realizarea procesului educațional.

3.3. Elaborarea sistemelor de acționare a complexului robotizat pentru extragerea concrețiunilor fero-manganice de pe fundul Oceanului Planetar (conceptul URSS)

În perioada 1975–1990, cooperarea tehnico-științifică a cunoscut o extindere spectaculoasă prin dezvoltarea unor noi forme de organizare a științei prin intermediul programelor unionale. Scopul și obiectivele acestor programe constau în rezolvarea unor probleme științifico-practice concrete de interes major statal sau multinațional.

Un exemplu elocvent este Programul Unional OCEAN, în care Universitatea Tehnică a Moldovei a fost antrenată pe parcursul perioadei 1984–1990 la elaborarea proiectului „Complexul robotizat pentru extragerea concrețiunilor fero-manganice de pe fundul oceanului planetar” (CRECFMOP) [conceptul URSS], coordonat de subsemnatul [6].

Scurt istoric: *Oceanul Planetar constituie un imens depozit de bogății minerale în formă de CFM la care, în conformitate cu Convenția ONU din 1958, au acces toate țările. Ulterior, ONU a creat Comisia Economică, împuternicită să patroneze proiectele de prospectare și explorare a CFM. Pentru a motiva țările lumii să investească în domeniu, în anul 1974, la Conferința privind Drepturile Mării de la Santiago de Chile, s-au luat decizii privind acordarea drepturilor de participare la împărțirea fundului oceanelor și mărilor bogat în CFM doar țărilor care investesc în tehnologii de extragere și metalurgice de separare a metalelor. Astfel, în 1975 URSS, în regim urgent, prin reprofilare a creat Institutul Unional VNIPI „OKEANmash” (Dnepropetrovsk), specializat strict pe acest domeniu. Universitatea Tehnică a Moldovei, în perioada 1984-1990, a fost atrasă în realizarea proiectului „Complexul robotizat pentru extragerea CFM*

de pe fundul Oceanului Planetar”, având ca bază conceptul URSS.

Conform estimărilor specialiștilor (fig. 18) [3], pe fundul Oceanelor și Mărilor, la adâncimi de 5000-7000m (fig. 19) sunt localizate zăcăminte de Concrețiuni Fero-Manganice care vor îndeștula necesitățile tuturor țărilor lumii – în toate metalele din Tabelul periodic – pentru viitorii 200 de ani. Numai în Oceanul Pacific sunt localizate 1700 miliarde tone de CFM. În comparație cu zăcămintele terestre, cele oceanice conțin de 150 de ori mai mult Cu, de 1500 de ori mai mult Ni, de 5000 de ori mai mult Co și 4000 de ori mai mult Mn.



Fig. 18. Localizarea concrețiunilor fero-manganice (CFM) în oceane și mări (a), noduli polimetali (b), (c), (d), nodul în secțiune (e).

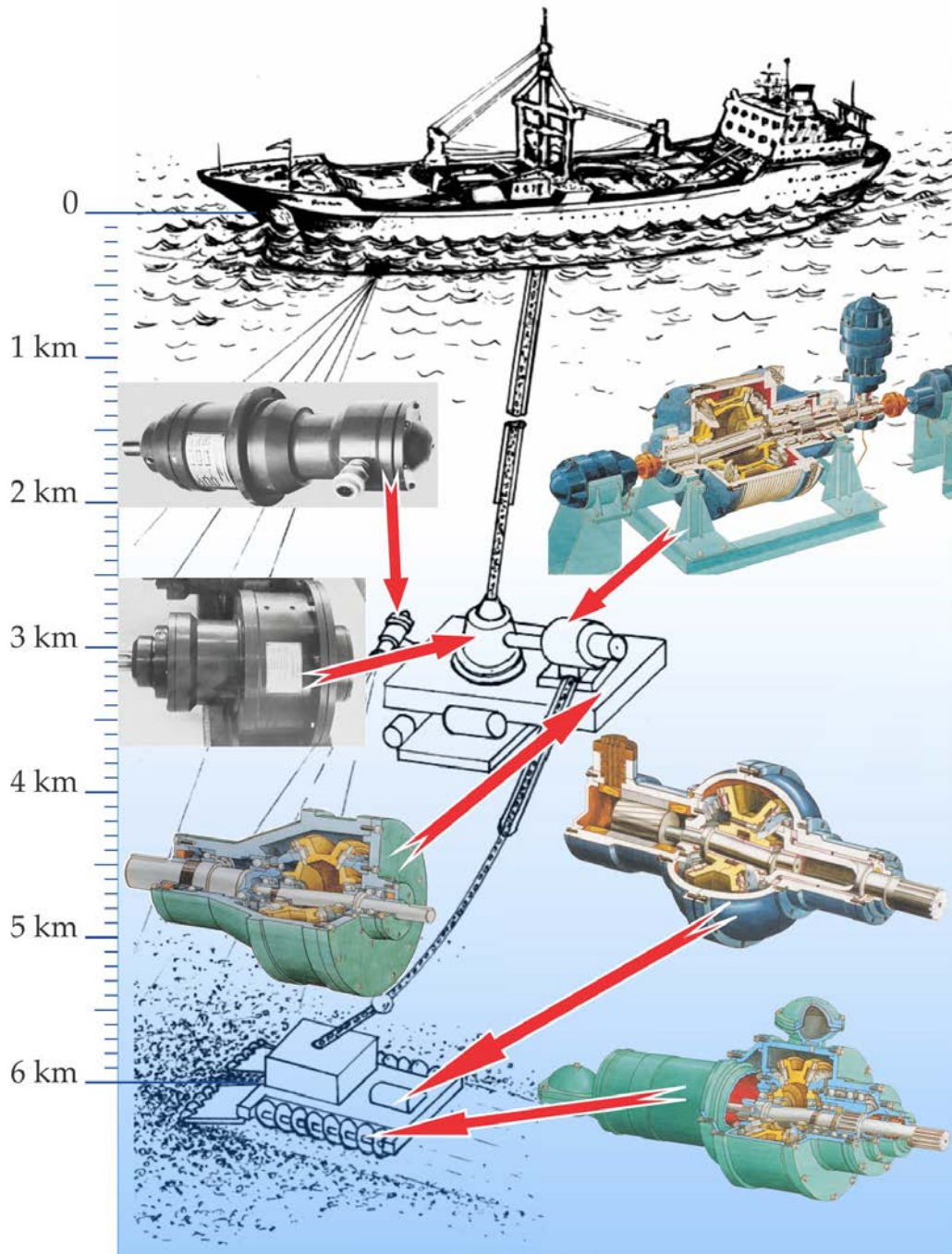


Fig. 19. Mecanisme precesionale de acționare submersibilă pentru Complexul robotizat de extracție a concrețiunilor fero-manganice de pe fundul Oceanului Planetar, conceptul URSS (conducător științific acad. Ion Bostan).

Datorită avantajelor excepționale ale transmisiilor planetare precesionale la exploatarea lor în condiții submersibile (pierderi hidraulice foarte mici), colectivul de cercetători de la UTM a elaborat în baza TPP (cu titlu de unic proiectant) toate cele 12 sisteme de acționare [6] ale Complexului robotizat, conceptul URSS (unele prezentate în figura 19).

Unul din sistemele de acționare reprezentative ale Complexului Robotizat este electromotoreductorul troliului superior amplasat pe platforma intermediară (figura 20), care posedă o serie de particularități de exploatare, legate de asigurarea flotației submersibile zero și a securității funcționale în ansamblu. În cazuri accidentale este prevăzută acționarea arborelui condus de un electromotor de rezervă prin intermediul unui reductor conic, fixat pe flanșa acestuia. Caracteristicile tehnice ale electromotoreductorului: raportul de transmitere $i = -575$, momentul de torsiune la arborele condus $T = 370000$ Nm, puterea la arborele conducător $P = 2 \times 37 = 74$ kW, masa electromotoreductorului $m = 8225$ kg (fără ulei), consumul specific de material $\gamma = 0,022$ kg/Nm.

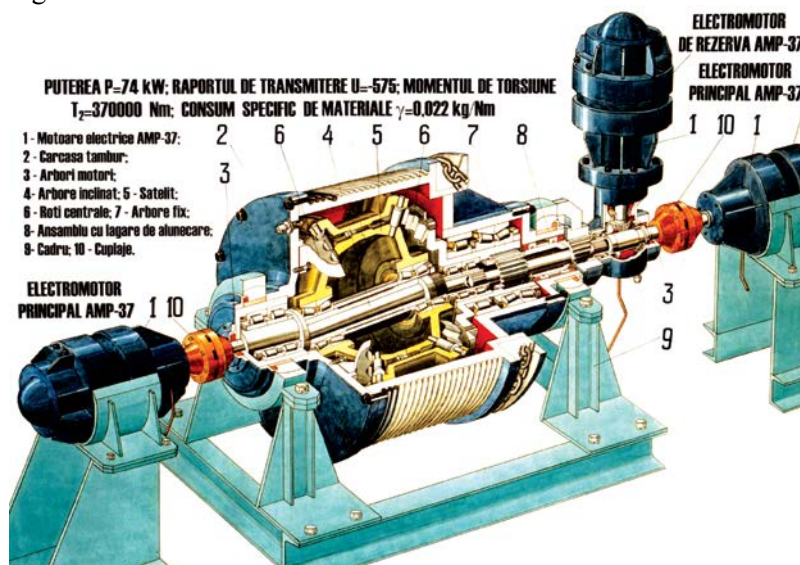


Fig. 20. Mecanism de acționare a troliului Complexului robotizat cu reductor precesional 2K-H.

O funcție importantă a Complexului robotizat constă în orientarea acestuia spre zonele de localizare a concrețiunilor fero-manganice pe fundul Oceanului Planetar. Conform schemei conceptuale, orientarea robotului spre zone cu CFM se realizează prin intermediul unui hidrolocator cu mecanism de acționare elaborat în baza transmisiei precesionale 2K-H. Reductorul precesional a fost proiectat într-o singură configurație constructivă, în două variante cinematice cu rapoartele de transmitere $i = -323$ și $i = -728$. Reductorul cu $i = -323$ este destinat pentru hidrolocator, iar cu $i = -728$ – pentru mecanismul de reglare a secțiunii de curgere a pulpei din CFD prin aerliftul care unește platforma intermediară cu depozitul de pe nava (fig. 19). Seria

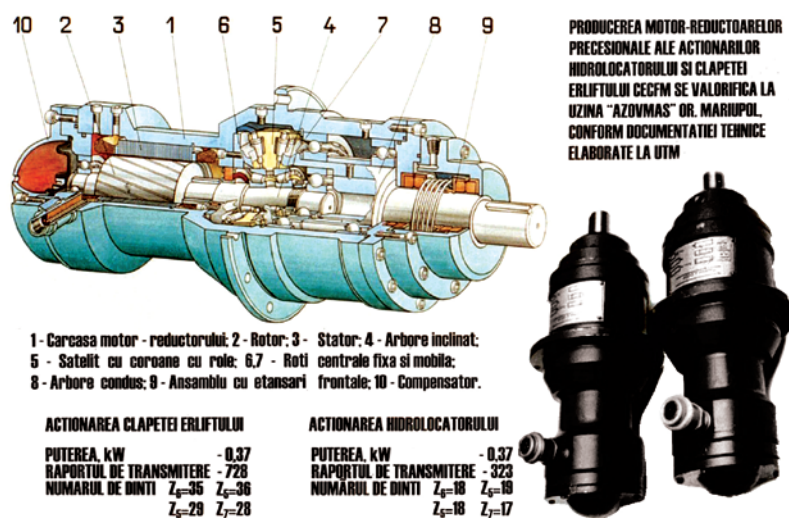


Fig. 21. Motoreductoare precesonale de acționare a hidrolocatorului și a clapetei aerliftului.

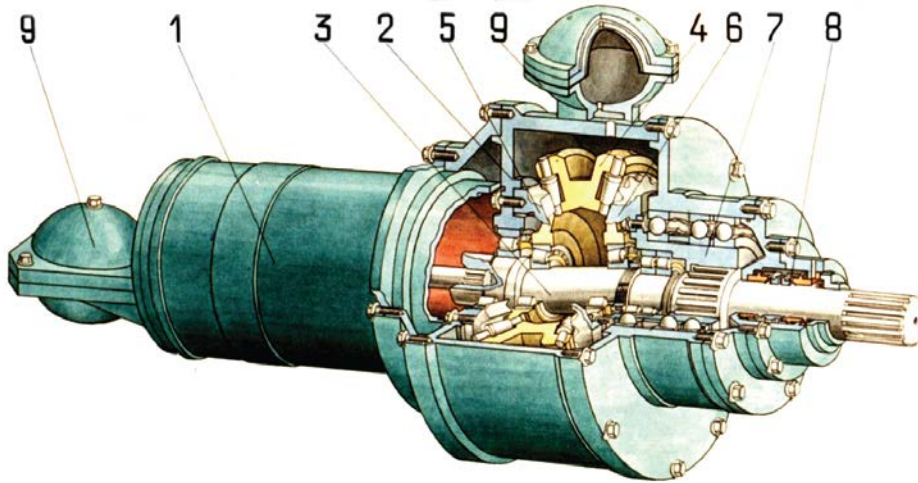
zero” a modului electromecanic a fost executată la Uzina AZOVMASH, or. Mariupol, Ucraina (fig. 21).

Fundul mărilor și oceanelor la adâncimi de 5000-7000 m reprezintă un strat de nămol cu grosimea de aproximativ 40 m. Pentru a asigura mobilitatea Complexului robotizat, propulsoarele acestuia reprezintă două șnecuri tubulare cu cavități secționare, destinate să asigure plutirea submersibilă zero pe stratul de nămol. Propulsoarele-șnec sunt antrenate de motoreductorul precesonial prezentat în fig. 22.

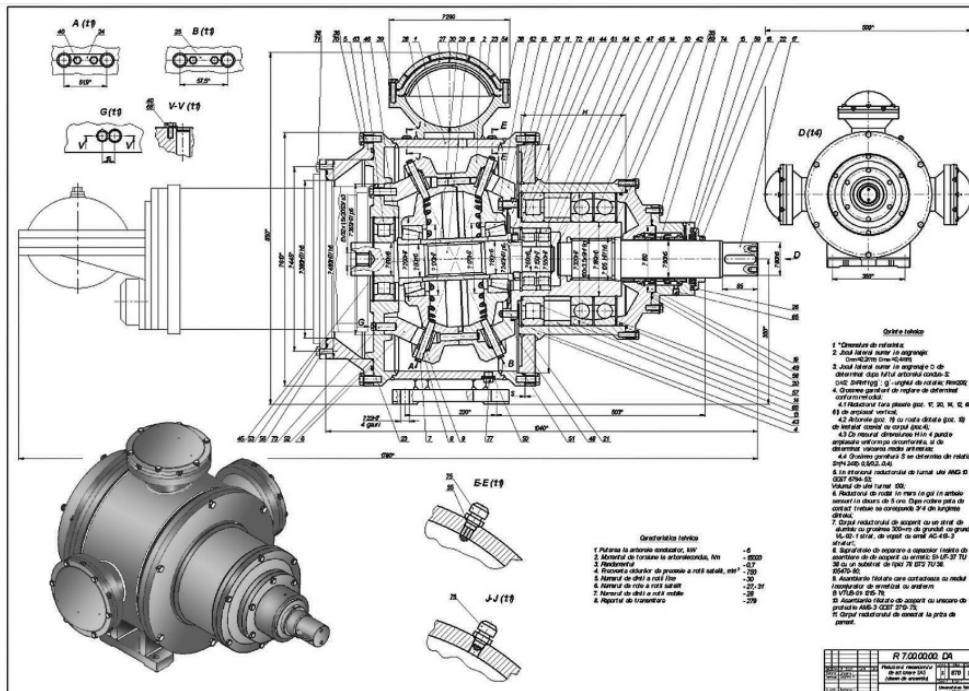
Caracteristicile tehnice: raportul de transmitere $i = -280$; momentul de torsiune la arborele condus $T = 15000$ Nm; masa $m = 691$ kg (fără ulei); consumul specific de material $\gamma = 0,049$ kg/Nm. Reductorul și electromotorul sunt umplute cu ulei pentru compensarea presiunii hidrostatice oceanice de 50–70 MPa. Arborele de ieșire (la toate reductoarele) este dotat cu un sistem de garnituri axiale flotante cu camere de degajare externă a presiunii hidrostatice. Cavitățile motoarelor electrice și ale reductoarelor precesonale submersibile sunt comutate la compensatoare speciale (v. fig. 22, poz. 9), pentru echivalarea presiunii din interior cu presiunea hidrostatică din exterior.

În figura 23 este prezentat modelul 3D al reductorului precesonial de acționare a tamburului Complexului robotizat. Reductorul are caracteristicile tehnice: $i = -109$; $T = 50917$ Nm, masa $m = 3885$ kg, consumul specific de material $\gamma = 0,049$ kg/Nm. Multiplicitatea angrenajului – 100%. Reductorul are la bază schema structurală 2K-H a transmisiei precesonale și este instalat în interiorul tamburului cu lungimea de 2000 mm. Tehnologia de producere industrială a acestui reductor a fost elaborată la Uzina AZOVMASH, or. Mariupol, Ucraina.

Cerințele tot mai rigide privind protecția mediului ambiant impun modificarea concepției de proiectare a sistemelor maritime și oceanice submersibile. În anii '90, Organizația Națiunilor Unite a recomandat atât țărilor semnatare ale Convenției Maritime, cât și țărilor preocupate de cercetarea-dezvoltarea tehnicii submersibile, câteva rezoluții cu



1 - Electromotor; 2 - Corpul reductorului; 3) - Arbore inclinat; 4 - Satelit cu coroane cu roile;
5,6 - Roti centrale fixa si mobila; 7 - Arbore condus; 8 - Ansamblu cu etanseri frontale;
9 - Compensatoarele motor - reductorului si a electromotorului.



b)
Fig. 22. Motoreductor precesional 2K-H pentru acționarea propulsoarelor-șneac de deplasare a robotului pe fundul oceanului: model 3D (a); proiect tehnic (b).

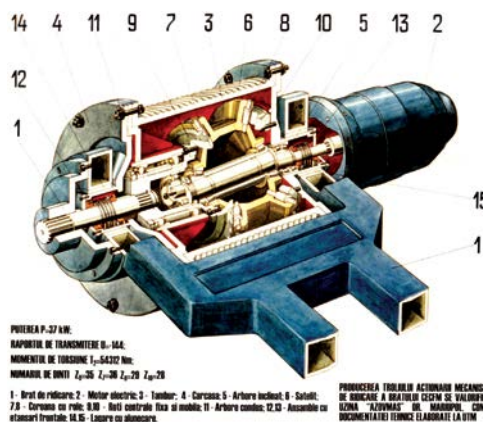


Fig. 23. Mecanism de acționare a tamburului
Complexului robotizat cu reductor precesional
2K-H.

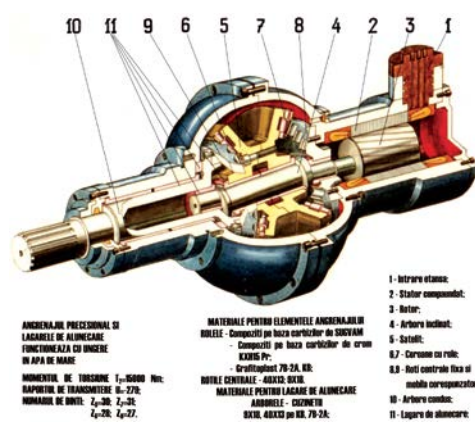


Fig. 24. Modul electromecanic precesional
2K-H (nonpoluant) pentru Complexului
robotizat.

recomandări privind protecția mediului prin utilizarea tehnologiilor nepoluante. În acest context, la solicitarea Institutului de Cercetări Științifice VNIPI Okeanmash (or. Dnepropetrovsk, Ucraina), la UTM a fost elaborat prototipul conceptual al motoreductorului precesional submersibil nepoluant (ecologic), prezentat în fig. 24.

La baza modelului conceptual elaborat se află ideea utilizării apei de mare în calitate de lubrifiant. În acest scop, elementele angrenajului în forma de role conice (ale satelitului) sunt executate din materiale compozite speciale, care posedă rezistență mecanică și proprietăți antifricțiune înalte. În cazul lubrifierii lor cu apă de mare, construcția propusă nu necesită utilizarea unor sisteme complicate de separare a mediilor cu presiune hidrostatică diferită și a compensatoarelor de presiune. În cazul înlocuirii uleiului cu apă de mare, cuplurile cinematice ale angrenajului și a lagărelor de alunecare, necesită a fi fabricate din metaloceramică și siliciu grafitizat.

3.4. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, hidraulică și solară

O direcție de interes major în mediul academic de la UTM, începând cu anul 2004, îl reprezintă formarea profesională pe programe de licență, masterat și doctorat integrate cu cercetarea-inovarea noilor concepte de sisteme pentru conversia energiilor regenerabile.

Perioada 1993-2050 poate fi catalogată ca un boom mondial, cu ținte definite prin legi, declarații și acte normative, cel puțin în țările-membre ale UE, pentru ca energia regenerabilă, către anul 2050, să substituie complet energiile neprietenoase mediului. În acest context, este oportună ideea descentralizării sistemelor de alimentare cu energie electrică a consumatorilor izolați. Această direcție de dezvoltare este conținută și în declarația și deciziile Comitetului Regiunilor și Parlamentului Uniunii Europene.

Utilizarea energiei regenerabile este parte și în actele normative privind

securitatea energetică a Republicii Moldova până în anul 2030, inclusiv în Legea privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile. Republica Moldova și-a asumat angajamente de a atinge, în 2020, cota de 20% energie produsă din surse regenerabile din consumul brut de energie.

În contextul celor menționate, în 2004, în cadrul UTM a fost fondată o nouă direcție științifică privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile prin cercetarea-dezvoltarea sistemelor de conversie a energiilor: eoliană, hidrolică, solară, geotermală și a valurilor mării.

Un domeniu aparte al cercetărilor științifice (fig. 25) l-a constituit elaborarea și punerea în aplicare a modelelor matematice privind simularea efectelor aerodinamice [10] și elaborarea conceptelor noi de rotoare aerodinamice cu performanțe sporite ale conversiei.

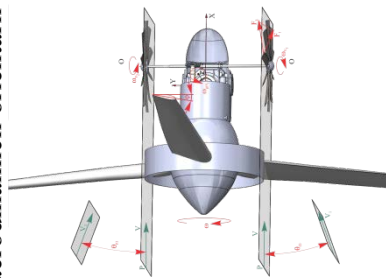
În anul 2007, în cadrul Centrului de Implementare a Tehnologiilor Avansate (CITA) ETALON al UTM a fost creat un atelier de asamblare a sistemelor de conversie a energiilor regenerabile elaborate la UTM (fig. 26) și un poligon de testare experimentală.



Fig. 26. Asamblarea seriei “0” din 10 turbine eoliene cu puterea de 10 kW, elaborate la UTM.

În baza cercetărilor științifice efectuate la UTM au fost proiectate turbine eoliene (TE) cu puterea de 10 kW. Nodurile de bază ale TE (generator, gondola, turn, sistem de orientare etc.) au fost fabricate la uzinele din Republica Moldova, iar piesele

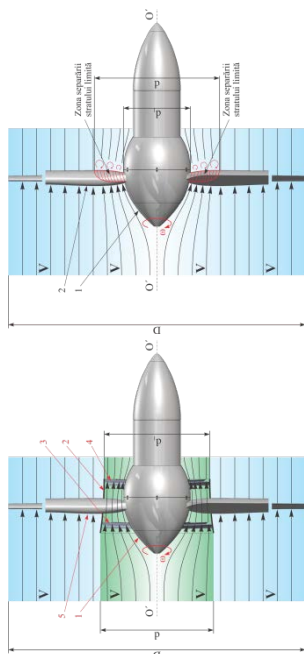
Calculul aerodinamicii orientării rotorului



Laborator de cercetări experimentale



Analiza curgerii tranzitorii prin rotor și în vecinătatea palelor



Generarea geometriei profilului învelișului palei rotorului supus simulărilor numerice CFD

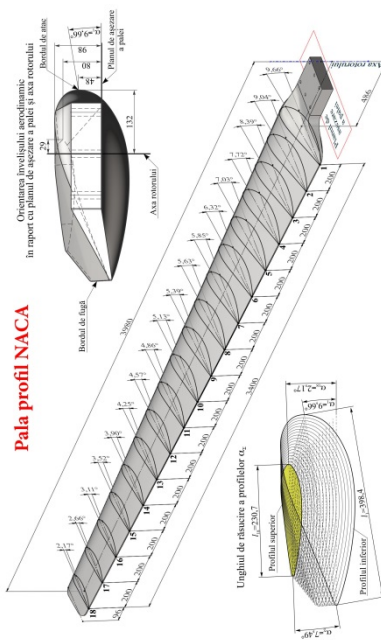


Fig. 25. Cercetarea aerodinamicii și elaborarea palelor turbinelor eoliene cu performanța aerodinamică controlată.

cu profile aerodinamice au fost confecționate din materiale compozite la CITA ETALON, UTM.

Începând cu anul 2008, au fost create câteva poligoane de testări experimentale în condiții reale ale turbinelor eoliene (TE) amplasate în diverse zone ale Republicii Moldova (fig. 27).



Fig. 27. Testarea experimentală a turbinelor eoliene (elaborate la UTM) în diferite zone ale Republicii Moldova.

În baza modelării matematice și simulării numerice a proceselor aero-hidrodinamice la interacțiunea pală-fluid, au fost formulate constatări, concluzii și recomandări referitoare la elaborarea, proiectarea și fabricarea rotoarelor turbinelor eoliene și hidrocentralelor de flux de mică putere.

De asemenea, în baza cercetărilor științifice efectuate [10] au fost proiectate și fabricate trei tipodimensiuni de microhidrocentrale pentru conversia energiei cinetice a curenților de apă, concepute modular cu rotoare hidrodinamice cu ax vertical cu 3 și 5 pale (profil NACA 0016) orientate individual în direcția curgerii fluidului (fig. 28 a). Au fost cercetați parametrii stratului-limită și identificate soluții tehnice, care au permis diminuarea influenței efectelor hidrodinamice cu impact negativ asupra eficienței conversiei energiei, fiind propusă construcția palei cu profil NACA 0016 modificat, dotată cu ecrane transversale pentru direcționarea curgerii fluidului (figura 28, b). În baza simulărilor CFD ale zonelor de turbulență provocată de fiecare pală în rotație la diferite viteze de curgere au fost identificate unghiurile de atac optime, care au permis diminuarea turbulenței și a gradului de influență asupra altor pale din rotor, au fost propuse concepte de construcții de pale hidrodinamice, dotate cu elemente constructive care conduc la diminuarea efectului de detașare a stratului-limită la curgerea fluidului.

Prototipurile industriale ale micro-hidrocentralelor fabricate (fig. 28 a, b) au fost instalate pe poligonul de încercări de pe r. Prut în com. Stoienești, Cantemir (fig. 28 c) și au fost supuse unor testări complexe în condiții naturale pentru determinarea performanțelor reale în funcție de diverși parametri geometrici ai rotorului hidrodinamic și cinematici ai fluxului de apă.

Cercetările științifice complexe efectuate au cuprins identificarea, argumentarea și aplicarea modelelor matematice, metodelor numerice și algoritmilor din cadrul CFD pentru simularea numerică a curgerii turbulente în zona rotorului eolian și a rotorului hidraulic, în special în vecinătatea palelor aero-hidrodinamice, printre care:

- metoda elementelor de frontieră cuplată cu modelul Head, implementate în produsul-program MATLAB pentru simularea curgerii bidimensionale în jurul palelor hidrodinamice, cu determinarea preliminară a parametrilor geometrici, constructivi și funcționali ai rotoarelor aerodinamice;

- modelele pentru rezolvarea numerică a ecuațiilor *Navier-Stokes*;
- modelele pentru modelarea turbulenței și tranziției stratului-limită laminar la stratul-limită turbulent și prezicerea detașării stratului-limită;

- metoda elementului finit, bazată pe volume de control pentru discretizarea ecuațiilor.

Drept rezultat, au fost elaborate concepte constructiv-funcționale ale rotoarelor aero- și hidrodinamice bazate pe soluții tehnice inovative, care asigură un randament sporit al conversiei energiei.

În baza modelării matematice a curgerii fluidului în vecinătatea palelor și a simulărilor CFD, au fost propuse în premieră soluții tehnice noi, protejate cu 35 brevete de invenție, menite să sporească eficiența conversiei energiei prin diminuarea impactului negativ al detașării stratului-limită:

- au fost propuse concepte de construcții de pale aero-hidrodinamice cu



a)



b)



c)

Fig. 28. Microhidrocentrale cu rotor hidrodinamic: cu pale profil NACA 0016 (cordul 1300 mm) (a); cu pale cu ecrane pentru diminuarea efectului de detaşare a stratului limită (cordul 800 mm) (b); testări pe poligonul de încercări (c).

- utilizarea efectului de absorbție aero-hidrodinamică, dotate cu elemente constructive care conduc la diminuarea efectului de detașare a stratului-limită la curgerea fluidului;

- a fost elaborată baza de date pentru proiectarea și fabricarea palelor aero-hidrodinamice utilizate la elaborarea turbinelor eoliene și hidraulice, cu recomandări și soluții tehnice pentru sporirea eficienței conversiei;

- a fost creată o platformă de cercetare-dezvoltare pentru abordarea complexă a problemelor ciclului *cercetare – proiectare – implementare* bazată pe: modele matematice moderne de descriere a fizicii curgerii turbulente a fluidului: metode de simulare CFD a efectelor și fenomenelor fizice în rotoare și în vecinătatea palelor; practici de proiectare, generare și control dimensional al profilurilor aerodinamice ale palelor; tehnici de testare experimentală în tunel aerodinamic, pentru validarea comparativă a simulărilor CFD.

În fig. 29 sunt prezentate sisteme de conversie a energiei solare cu puterea de 0,8 kW elaborate, fabricate și asamblate la Centrul de Implementare a Tehnologiilor Avansate (CITA) *ETALON*, UTM. Sistemele sunt dotate cu mecanisme de orientare către soare a panourilor fotovoltaice (PV) cu două axe de mobilitate [11]. Orientarea pe orizontală (azimut) se realizează prin intermediul unui motor solar Sun Tracer cu extensia unghiulară de 96°, iar pe verticală (elevație) – prin intermediul unui servomotor cu extensia unghiulară de 75°. Orientarea sistemului, discretizată cu pasul 1-15 min, se efectuează utilizând un program computerizat conform protocolului de operare TdAPS (Time derived Astronomical Positioning System), cu prescrierea latitudinii locului de amplasare cu precizia $\pm 2^\circ$, a longitudinii cu precizia $\pm 5^\circ$, a datei și orei instalării cu precizia de ± 3 minute.

Activitățile de cercetare-dezvoltare a transmisiilor planetare precesionale, efectuate în perioada 1980 – prezent, a sistemelor de conversie a energiilor regenerabile (începând cu a. 2004) și a Satelitului *Republica Moldova* (începând cu anul 2009) au fost efectuate în baza a peste 45 de proiecte internaționale și 12 proiecte naționale, printre care: programele *OCEAN*, *Kosmos*, *INTAS*, *SCOPES*, *Moldova*; Fundațiile *CRDF* și *MRDA*; proiectele bilaterale cu România, Germania, Elveția, SUA și Canada; contracte economice în cadrul ex-URSS; cu finanțare din bugetul de stat al Republicii Moldova în cadrul programelor de stat, proiectelor instituționale, proiectelor pentru tineri și de transfer tehnologic etc. Finanțarea proiectelor științifice în cadrul acestor programe a permis consolidarea bazei tehnico-materiale de cercetare, proiectare și simulare computerizată, inclusiv dezvoltarea capacităților de cercetare-inovare ale colectivului.

Realizările obținute [6, 8, 9, 10] în tot spectrul științific specific transmisiilor planetare precesionale, al sistemelor de conversie a energiilor regenerabile și al tehnologiilor satelitare au fost posibile datorită calificării profesionale a membrilor colectivului, condus de subsemnatul, printre care: dr. hab. **V. Dulgheru**, dr. hab., prof. univ. **V. Bostan**, dr., conf. univ. **I. Sobor**, **A. Oprea**, **N. Secrieru**, **S. Mazuru**, **M. Vaculenco**, **A. Sochireanu**, **R. Ciupercă**, **I. Bodnariuc**, **R. Ciobanu**, **O. Ciobanu**, **N. Trifan**, **I. Dicusară**, **Iu. Malcoci**, **M. Țopa**, dr. ing. **I. Babaian**, **A. Țopa**, doctoranzii: **S. Candraman**, **A. Margarint**, **I. Cozma**, **V. Gladîș**, **M. Guțu**,



Fig. 29. Asamblarea sistemelor de conversie a energiei solare cu orientare astronomică, CITA Etalon, UTM.

V. Odainii, G. Porcescu, V. Melnic, I. Rabei, R. Crudu ș.a., care îmbină reușit experiența creativă cu cunoașterea metodelor moderne de cercetare-proiectare cu aplicarea modelelor matematice la simularea fenomenelor și efectelor ce au tangență cu domeniile de cercetare menționate.

Concluzii finale și constatări

1. Evoluția dezvoltării industriei în perioada postbelică parcurge următoarele faze: preindustrializarea și urbanizarea în anii 1946–1960; industrializarea în anii 1960–1990, dezindustrializarea în anii 1990–2000 și perioada de tranziție – din 2000 până în prezent.

2. Dezvoltarea științelor ingineresti poate fi divizată în patru perioade distincte, care corelează 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 tematicilor scientintensive și de majorare a finanțării; 1990-2004 – de stagnare și finanțare redusă; 2004-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

3. Reticența în 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 ingineri cercetători în domeniul științelor tehnice. Potențialul intelectual (inclusiv tehnic) la această perioadă era sărăcit datorită refugiului masiv al intelectualității peste Prut impus în anii 1940, 1944, de asemeni, prin recrutarea tineretului pe două fronturi ale războiului și prin valorile deportărilor și a foametei organizate, inclusiv prin recrutarea tineretului în așa zisele școli profesionale FZO, amplasate în afara hotarelor RSSM (fără drept de a se întoarce la baștină) etc.

Perioada 1960-1990 (industrializarea) – consolidarea instituțională a cercetării științifice, diversificarea direcțiilor/tematicii științelor ingineresti și finanțarea în creștere

4. 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.

5. 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.

6. Perioada 1970-1990 este marcată de 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.

7. 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 38850 mii \$ SUA;
- suplimentar față de 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.

8. Volumul finanțării științelor ingineresti doar în cadrul UTM, în anul 1987, a constituit 8700 mii \$ SUA sau de 26 ori mai mult decât în prezent.

9. 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 (dezindustrializarea prin falimentarea întreprinderilor) – stagnarea și finanțarea redusă a științelor ingineresti

10. După proclamarea Independenței Republicii Moldova au fost sistate programele de cercetare și dezvoltare tehnologică de nivel unional (inclusiv comenzile industriale), iar treptat au fost întrerupte relațiile de parteneriat industrial (în consecință și cele de cercetare) dintre republicile unionale. 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 era instabilă; în structura exportului/importului pe 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.

11. 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), a fost întreruptă finanțarea cercetărilor pe programe unionale, inclusiv a cercetărilor promovate prin asociațiile interstatale cu tematică consacrată. Aceste surse de finanțare ca valoare au fost foarte importante pentru dezvoltarea științelor ingineresti.

12. La începutul anilor '90 s-a creat situația în care, având un potențial uman tehnico-științific impunător, industria Republicii Moldova pierdea treptat capacitatea de a produce produse scientointesive competitive, din lipsa politicilor industriale de susținere prioritară (de protejare temporară) 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.

13. 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) a tehnologiilor moderne, a documentației tehnice și a utilajului tehnologic performant.

14. Administrațiile fostelor întreprinderi 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.

15. În perioada 1992-1995, pe fundalul confruntărilor pentru puterea supremă în Stat dintre Parlament, Guvern și Președinție s-a produs hărțuirea și jaful patrimoniului industrial al Republicii Moldova, inițial prin privatizarea obscură cu bonuri patrimoniale, apoi prin aplicarea schemelor de falimentare dirijată a întreprinderilor

industriale (prin crearea situațiilor de incapacitate de plată și de acumulare a datoriilor utilizând tertipuri piraterești, dar aparent legale), după care urma privatizarea aproape gratuită (inclusiv cu 1 leu), în interesul altor state.

16. În situația creată în primii ani de după independență, descrisă la punctele 9-15, veniturile la bugetul de stat s-au diminuat radical, iar alocațiile pentru cercetarea științifică s-au redus la limita de întreținere salarială a cercetătorilor din instituțiile abilitate cu cercetarea.

17. După 1991, de asemenea a fost sistată și finanțarea cercetărilor științifice pe programele unionale (URSS), inclusiv pe programele Asociațiilor interstatale cu tematica consacrată.

18. Drept consecință, 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 33800 mii ruble fără investițiile capitale (circa 38850 mii \$ SUA [1]), în 1992 au fost alocați 15540 mii \$ SUA sau de 2,5 ori mai puțin, iar în anul 2002 – 2470 mii \$ SUA (34065 mii lei la cursul dolarului de 13,79 lei), ceea ce constituie de 15,7 ori mai puțin.

19. În schimb, după 1991 se extind posibilitățile de participare a cercetătorilor în programe și proiecte de cercetare-dezvoltare internaționale, cu finanțare pe bază de concurs.

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

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

21. 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 408300 mii lei, ceea ce constituie (la cursul de 12,4598 lei per \$ SUA) 32769 mii \$ SUA. Deci, în 2005, din bugetul de stat pentru finanțarea cercetării-inovării s-a alocat doar cu 16% mai puțin decât în anul 1985 (38850 mii \$ SUA).

22. Finanțarea științelor inginerești, de exemplu prin proiectele UTM, în perioada de după aprobarea Codului cu privire la știință și inovare, a reprezentat anual 2-3% din volumul total al alocațiilor din bugetul de stat pentru știință și inovare, ceea ce constituie 8-12 mil. lei (în comparație cu 8,7 mil. \$ SUA în 1987).

În baza analizei Indicatorilor de bază ai dezvoltării economice a URSS (1913-1987) și a bugetelor de stat ale Republicii Moldova din anii 1992 și 1993, **concluzionăm:**

1. În structura Venitului Național Brut al URSS din anul 1987 și a Bugetului de Stat al Republicii Moldova din anul 1992, **cota veniturilor din industrie constituia 54-61%**, care prevalau considerabil asupra celor provenite din sectorul agrar!

2. Sectorul agrar, care genera venituri mai mici decât cele din industrie, avea următorii indicatori de performanță (atenție!): 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 sfecei de zahăr, a culturilor uleioase; **locul 4** – după producerea legumelor și a fructelor, **locul 4 (5)** – după producerea grânelor etc. [13].

3. *Așadar, Republica Moldova s-a dezvoltat ca o țară industrial-agrară, cu capacități pronunțate de cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare, cu o infrastructură formată din 107 instituții de cercetare și un potențial uman impunător, înalt calificat, care a asigurat producerea bunurilor materiale și intelectuale scientointesive.*

4. **RSSM** a fost o republică unională vădit donatoare URSS-ului (și nu primitoare) de bunăstare, dar prin politica unională incorectă și obscură de formare a prețurilor, republicile unionale au fost nivelate ca importanță și contribuție în dezvoltarea social-economică a URSS.

Recomandări

► Științele ingineresti, fiind foarte importante pentru asigurarea producerii bunurilor materiale și intelectuale scientointesive, trebuie considerate prioritare în șirul de priorități înaintat în Programul-cadru Orizont 2020.

► Concluziile și constatările prezentate 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 prioritar.***

Bibliografie

1. **Manolache C., Xenofontov I.** *Academia de Științe a RSSM în perioada 1961-2016, studiu retrospectiv.* În: *Academos. Revistă de știință, inovare, cultură și artă*, nr. 2(41), 2016, ISSN 1857-0461, p. 7-17.

2. *Academia de Științe a Moldovei: Istorie și Contemporaneitate, 1946-2006.* Academia de Științe a Moldovei; coord. ed. Demir Dragnev, Ion Iarcuțchi. Chișinău: Î.E.-P. „Știința”, 2006.

3. *Universitatea Tehnică a Moldovei (1964–2014).* Col. red.: Bostan I., Todos P. Chișinău, 2014, Combinatul Poligrafic, 380 p.

4. **Patturi F. R.** *Zodchie XXI veka. Smelye proekty uchennyx, izobretatelej, inginerov.* M.: Progress, 1983, 328 s.

5. **Andronati H.P.** *Primenenie gibridnyx vychislitel'nyx sistem i vychislitel'nogo eksperimenta pri metodax matematicheskogo modelirovaniya (MMM) razlichnyx protzessov.* Akademiya Nauk Moldovy. Institut Energetiki. Chișinău, 2015, Tipografia Academiei de Științe a Moldovei. ISBN 978-9975-62-394-0, 176 c.

6. **Bostan I. A.** *Pretzessionnye peredachi s mnogoparnym zatzepleniem.* Chișinău, Știința, 1991, 365 s.

7. **Bostan I., Cantzer V., Secrieru N., Bodean G., Candraman S.** *Research, Design and Manufacture of Functional Components of The Microsatellite „Republic*

of Moldova”. In: 2nd International Communication Colloquium, Aachen, 2014, p.19-30.

8. **Bostan I., Piso I.-M., Bostan V., Badea A., Secrieru N., Trusculescu M., Candraman S., Margarint A., Melnic V.** *Arhitectura rețelei stațiilor terestre de comunicații cu sateliți.* În: Akademos. Revistă de știință, inovare, cultură și artă, 2016, nr. 2 (41), p. 69-75. ISSN 1857-0461.

9. **Bostan I., Dulgheru V. ș.a.** *Antologia invențiilor* în 4 volume: volumul 1 – 593 p., volumul 2 – 542 p.; Volumul 3 – 458 p.; volumul 4 – 636 p. Chișinău: Bons Offices, 2011. ISBN 978-9975-80-283-3.

10. **Bostan V.** *Modele matematice în inginerie. Probleme de contact. Modelări și simulări numerice în aero-hidrodinamică.* Chișinău: Bons Offices, 2014, 470 p. ISBN 978-9975-80-831-6.

11. **Bostan I., Gheorghe A., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochirean A.** *Resilient Energy Systems. Renewable: Wind, Solar, Hydro.* Topics in Safety, Risk, Reliability and Quality. Springer, 2012, 507 p.

12. *Narodnoe xoz'yajstvo SSSR za 70 let.* Yubilejnyj statističeskij ezhegodnik, M. Finansy i Statistika, 1987, 766 s.