

## APORTUL INGINERIEI MOLDAVE ÎN DEZVOLTAREA TEHNOLOGIILOR SPAȚIALE

**I. Bostan, acad. al AȘM**  
*Universitatea Tehnică a Moldovei*

*PORTRET ÎN TIMP: Academician Ion BOSTAN – director al Centrului Național Tehnologii Spațiale.*



*1966 – 1971 – student la IPCh (UTM), Facultatea de Mecanică, Tehnologia Construcției de Mașini.*

*1977 – susține teza de doctor în științe tehnice;*

*1989 – susține teza de Doctor Habilitat la Universitatea Tehnică de Stat "N. Bauman" din Moskova;*

*1992 – 2015 – Rector al UTM.*

Prima elaborare din domeniul tehnicii cosmice, ce și-a luat zborul de pe plaiul nostru, a fost microlaboratorul cosmic „Oazis-2” pentru creșterea microorganismelor în condiții de imponderabilitate (hrană pentru cosmonauți), elaborat și fabricat în cadrul clusterului științific coordonat de Institutul de Microbiologie al AȘM, cu participarea unei echipe de cercetători, ingineri-proiectanți și studenți ai UTM în frunte cu studentul facultății de Mecanică Leonid ȘACUN. Laboratorul a fost lansat pe orbită la 18 decembrie 1973 la bordul navei cosmice „Soiuz-13”.

În baza cercetărilor științifice și a activităților experimental-constructive efectuate în cadrul Centrului Științific de Cercetare a Tehnicii Electronice de Calcul (НИЦЭВТ), unde erau angajați peste 1200 de ingineri și colaboratori științifici – (majoritatea absolvenți ai UTM) în colaborare cu Uzina „СЧЕТМАШ” din Chișinău, în perioada anilor 1970-2000, a fost proiectată și fabricată o gamă largă de mașini de calcul analogice

*1977, 1998 – Laureat al Premiilor de Stat în domeniul Științei;*

*1994, 2000 – Laureat al Ordinilor Republicii Moldova (1994) și Steaua României (2000).*

*Decorat cu Ordinele: 1999 - "Meritul European" pentru Știință, Bruxelles; 1997, 1998, 1999 - „Méríte de l'Invention” în 3 grade;*

*2003 - „Courtoisie Europeen”, Uniunea Europeană;*

*1989, 1994 – "Inventator Emerit" al RM și de Elită a României;*

*Decorat cu Medalii de Aur: 1998 - Organizația Mondială de Proprietate Intelectuală (OMPI), Geneva; 2004 – Institutul Uniunii Europene pentru Promovarea Proprietății Intelectuale, Bruxelles; 1994 - „HENRI COANDA” pentru realizări în Știință și Tehnică;*

*Conducător științific a peste 65 proiecte cercetare-dezvoltare naționale și internaționale;*

*În perioada anilor 1983 – 1989 și 2008 – 2017 a fost conducător științific și coordonator la 9 proiecte în domeniul Tehnicii Cosmice de zbor și Tehnologiilor Spațiale.*

și analogico-digitale. Printre cele mai reprezentative pot fi menționate mașinile de calcul de bord modelele A-15, A-15A, A-15K, care au fost implementate în peste 50 de sisteme militare pentru controlul și dirijarea zborului rachetelor lansate din complexe mobile operativ-tactice „ОКА”, „ТОЧКА-У”, „ВОЛГА”, „ЗАСЛЮН”, „БУК-2М”, „КУБ”, „ТУНГУСКА”; pentru avioanele de luptă „МИГ-29”, „МИГ-31”, „МИГ-33”, „МИГ35”, „СУ-27”, „ТУ-142”, „ТУ-160”, „ТУ-154ЛЛ”, „ИЛ-76 МД”, complexe de apărare antisubmarin „КОРШУН” și „СОБА”, stația cosmică internațională „МИР”, stațiile cosmice orbitale „САЛЮТ”, „АЛМАЗ” și „МЕЧ-К”, navele cosmice din seriile „СОЮЗ” și „ПРОГРЕСС”, pentru dirijarea zborului rachetelor balistice „СС-18”, „С-300” și „СОЮЗ”.

Tot aici, în anii 1976-1988 au fost elaborate și fabricate sistemele electronice de bord inteligente pentru controlul, dirijarea și monitorizarea automatizată a zborului navei orbitale „БУРАН”,

realizat în cadrul programului cosmic a URSS „ЭНЕРГИЯ-БУРАН” (figura 1). După peste 200 de testări de poligon, la 15 noiembrie 1988, nava orbitală „БУРАН” timp de 206 minute a efectuat ocolul Pământului de două ori și a aterizat reușit în regim automatizat, în zona terestră prestabilită.

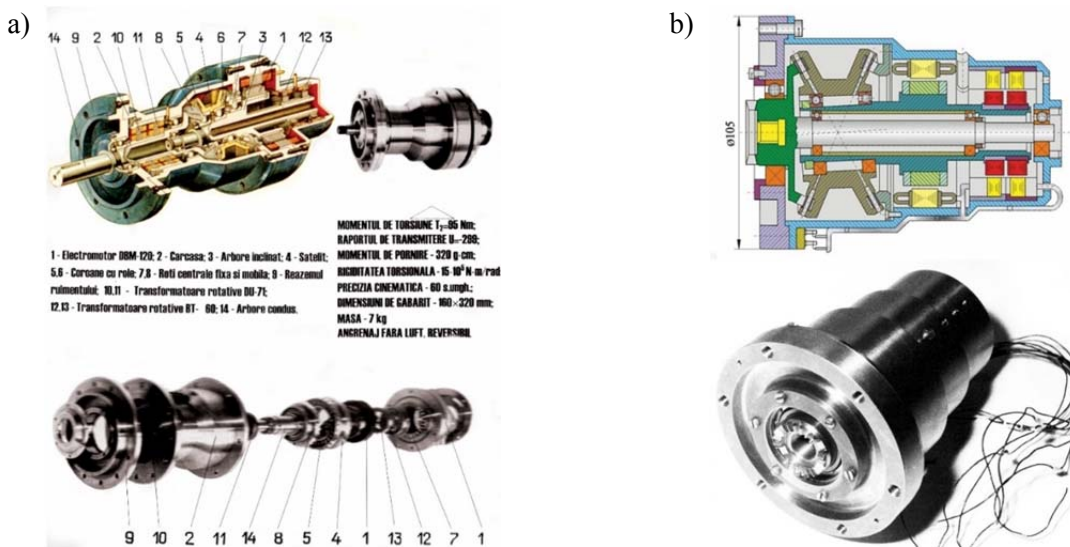


**Figura 1.** Corabia cosmică orbitală „БУРАН” montată pe portavionul *TU – 154 JIL*, cu computere de bord elaborate la *НИЦЭВТ* și fabricate la *СЦИОТМАШ*.

De asemenea, colectivul Institutului de Cercetări Științifice „КВАНТ”, unde activau peste 500 de ingineri, doctori în științe – absolvenți ai UTM în colaborare cu uzina „СЕМНАЛ” au proiectat și au fabricat componente pentru complexe electronice de comunicații satelitare militare „ПОТОП”, „ПОТОП-М”, „СУРАМИ”, „СУРАМИ-Б”, „ПОТАТОП” și „КВАНТ”.

Un aport deosebit în dezvoltarea tehnicii și dispozitivelor electronice a avut și Institutul de cercetări științifice „НИИРИФ”, care în cooperare cu Uzina „РАУТ” din mun. Bălți, au elaborat și fabricat peste 50 de prototipuri de sisteme hidroacustice, inclusiv pentru monitorizarea lansării rachetelor balistice cu focoaie nucleare, bazate pe efectele Teoriei Sonicității, dezvoltată în perioada interbelică de către savantul român Gogu Constantinescu.

Un grup de cercetători și ingineri din cadrul UTM, conduși de subsemnat, în anii 80, în cooperare cu Institutul de Cercetări Cosmice din or. Moscova, Consorțiul industrial „КОМЕТА” și uzina militară din Krasnoiarșk (cod poștal Г- 4805), prin proiecte economice au contribuit la dezvoltarea tehnicii de zbor cosmic. Astfel, în baza transmisiilor planetare precesionale au fost create module de acționare și control al poziționării subsistemelor de bord ale tehnicii de zbor cosmic, fabricate, de asemenea, în Chișinău, la uzinele „СЧЕТМАШ”, „МИКРОПРОВОД” și „СЕМНАЛ”, printre care: modulul precesional pentru acționarea platformei de scanare a stației de zbor cosmic interplanetar „VEGA-6” (vezi figura 2 a), lansată în a.1988; modulele electromecanice precesionale pentru acționarea subsistemelor de bord ale sateliților geostaționari și a antenelor aparatelor de zbor cosmic (vezi figura 2 b).



**Figura 2.** Modul precesional pentru acționarea platformei scanare a stației de zbor cosmic interplanetar *Vega-6* (a) și pentru acționarea subsistemelor de bord ale sateliților geostaționari (b).

După proclamarea independenței RM, după o pauză de aproximativ 20 de ani, colectivul de la UTM a reluat cercetările în domeniul tehnologiilor satelitare. Demararea în anul 2009 a proiectului privind elaborarea primului Satelit al Republicii Moldova a stimulat inițierea și dezvoltarea unui complex de activități de cercetare-proiectare în

domeniul tehnologiilor satelitare.

Primul pas a fost realizarea Programului de stat „Elaborarea și fabricarea microsatelitului moldovenesc” (anii 2009 - 2011) cu 4 proiecte distincte privind activități de cercetare – dezvoltare a primului satelit moldovenesc.

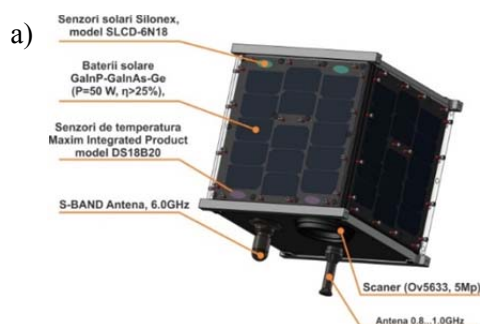
Tabelul 1

Proiecte	Executori
1. Cercetarea și elaborarea sistemului de control, orientare și stabilizare a poziției microsatelitului (2009-2011). Conducător proiect: <b>acad. Ion BOSTAN – coordonatorul Programului de stat</b>	<b>Executori:</b> conf. univ. Sochirean A.; dr. șt. t. prof. Dulgheru V.; dr., conf. univ. Bostan V.; dr., conf. univ. Vaculenco M.; dr., lector superior Bodnariuc I.; <b>doctoranzi:</b> Dicusară I., Ciobanu O., Ciobanu R., Trifan N., Malcoci Iu., Crudu R., Guțu M.; <b>studenți:</b> 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: <b>dr., conf. univ. Nicolae SECRIERU</b>	<b>Executori:</b> dr. șt. teh., prof. Guțuleac E.; <b>doctoranzi și studenți:</b> 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: <b>acad. Valeriu CANȚER</b>	<b>Executori:</b> dr. șt. teh. Zasavițchi E., dr. șt. teh. Dobrov D., Roller L., Penin A., Beloțercovschii I., Sainsus Iu., Conev A., Ruseev Iu., Grosul P., Hvalin V., Zavrjânai S., Dumitru V.
4. Elaborarea sistemului de alimentare cu energie a microsatelitului (2009-2011). Conducător proiect: <b>dr., conf. univ. Valeriu BLAJA</b>	<b>Executori:</b> dr. șt. teh., conf. univ. Brânzari V.; dr. șt. teh., conf. univ. Secrieru N.; <b>doctoranzi și studenți:</b> Gherțescu S., Gangan S., Tincovan S., Bârlădean O.

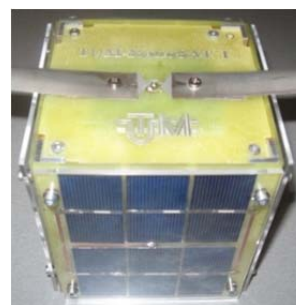
Tematica activităților de cercetare-dezvoltare, desfășurate în perioada ce a urmat s-a axat pe trei direcții distincte:

**Prima direcție** s-a referit la cercetarea, proiectarea și fabricarea componentelor funcționale ale microsatelitului (MS) raportate la realizarea scopului și obiectivelor științifice ale misiunii acestuia. Tematica activităților a cuprins un spectru foarte larg de cercetări științifice, lucrări experimentale și constructiv - tehnologice în mare parte fiind interdisciplinare. Datorită realizării

conceptului de proiectare a MS bazat pe utilizarea unor componente funcționale COTS (standardizate, unificate parametric), selectarea acestora s-a efectuat în baza unui amplu studiu de asigurare a compatibilității parametrice, ținând cont de limitările de masă, gabarit, accesibilitate și disponibilitate de achiziție, etc. În rezultat în cadrul CNTS au fost proiectate și fabricate două tipodimensiuni de sateliți: microsatelitul prezentat în figura 3 a) și nanosateliitul prezentat în figura 3 b).



b)



**Figura 3.** Microsateliitul a) și nanosateliitul b), elaborați și fabricați în cadrul CNTS, UTM.

**A doua direcție** a inclus activitățile legate de crearea Centrului Național Tehnologii Spațiale (CNTS) cu o rețea de stații terestre interconectate între ele astfel, încât: să fie asigurate legăturile ascendente și descendente a MS pe durata timpului de zbor cu infrastructura la sol (când MS intră în zona vizibilă de pe teritoriul Republicii Moldova); să fie asigurată monitorizarea, orientarea și controlul altitudinii MS în timpul zborului pe orbită, astfel încât la intrarea în zona vizibilă de pe teritoriul Republicii Moldova, acesta să fie orientat corect pentru captarea imaginilor (axa obiectivului

scannerului să privească în nadir); să asigure recepția semnalelor de la satelit pentru procesarea lor ulterioară; să permită urmărirea și dialogul cu sateliți meteo străini etc. Crearea CNTS cu o rețea de stații terestre în Republica Moldova a deschis posibilități de extindere a cooperării internaționale și de încadrare a colectivelor de cercetători din comunitatea academică autohtonă în calitate de parteneri în proiecte europene privind domeniul tehnologiilor spațiale.

**A treia direcție** a cercetărilor desfășurate țin de teledetecția suprafeței terestre la distanță și

realizarea diverselor servicii spațiale de ordin științific și socio-economic, spre exemplu, de captare a imaginilor suprafeței terestre a teritoriului Republicii Moldova, de preîntâmpinare a riscurilor inundațiilor prin determinarea evoluției stării hidrologice a râurilor, de monitorizare a stării ecologice a pădurilor, plantațiilor multianuale și terenurilor agricole, de soluționarea unei game largi de probleme meteo, etc. În acest foarte important pentru Republica Moldova domeniu prof. univ., dr. hab. V. BOSTAN, utilizând modele matematice complexe, în baza unor softuri elaborate de corpul ingineresc al armatei SUA, deja a realizat simulări computerizate ale inundațiilor pentru sectorul râului Nistru „Barajul Dubăsari – Vadul lui Vodă”, cu scopul de a identifica riscurile, consecințele și pagubele acestora. Pentru a extinde aria cercetărilor sunt necesare scanări din spațiu ale suprafețelor adiacente bazinelor acestora, efectuate evolutiv în timp în anumite perioade ale anului, în baza unor caiete de sarcini. Aceste cercetări aplicative cel mai eficient și cu încărcătura științifică, pot fi realizate doar cu sateliții proprii.

Pentru dezvoltarea capacităților de cercetare, concomitent cu formarea în anul 2009 a colectivelor științifice cu o anumită experiență de cercetare-proiectare în domeniul tehnologiilor satelitare, în perioada a.a. 2009-2012 a fost pus în aplicare un plan amplu de proiectare și construcție a infrastructurii tehnico-materiale terestre, care să permită realizarea scopului și obiectivelor misiunii științifice ale satelitului.

Astfel, în anul 2009 a demarat crearea Centrul Național de Tehnologii Spațiale, care a fost oficializat prin Hotărârea Senatului UTM nr. 6 din 31.01.2012 cu o structură bine definită, elaborată în conlucrare cu specialiști din diferite domenii.

**„Laboratorul subsisteme de bord pentru nano și microsateți”** (SBNMS) este specializat pe activități de cercetare-dezvoltare a subsistemelor de bord cu privire la captarea imaginilor; alimentarea cu energie electrică a MS prin conversia PV a energiei solare; determinarea, orientarea și controlul atitudinii MS în zbor pe orbită; recepția și transmiterea de date; calculatorul de bord etc.

**„Laboratorul procesare date și imagini”** (PDI) specializat în studiul particularităților prelucrării imaginilor din satelit periclitare de distorsionări geometrice și radiometrice, metodele și tehnicile moderne de procesare.

**„Laboratorul asamblare și experimentare a subsistemelor de bord și a MS”** este dotat cu echipament de asamblare a mecanicii fine și cu aparatură electronică de măsurări. Aici, în cadrul CNTS, au fost proiectate, asamblate și fabricate panourile PV ale MS cu utilizarea celulei

fotovoltaice GaInP-GaInAS-Ge ( $P=50W$ ,  $\eta>25\%$ ) rezistentă la radiația cosmică. În panourile PV au fost montați senzorii solari Silonex model SLCD-6N18, senzorii de temperatură Maxim Integrated Product model DS18B20 și compatibili cu subsistemul de determinare a atitudinii MS model MAI-200. Într-un spațiu izolat a fost montat pe o fundație fixă **SIMULATORUL** pentru cercetarea experimentală în condiții de laborator a cinematicii și dinamicii MS cu mișcare în sfera spațială cu un punct fix, care reproduce mișcarea de rotație a satelitului în jurul a 3 axe ale sistemului de referință orbital. Simulatorul permite și 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. Simulatorul a fost proiectat la UTM și fabricat la uzinele din Chișinău. El permite cercetarea experimentală a MS în condiții de laborator și în mediu vacuumat.

**„Platforma proiectare-fabricare-simulare”** (PPFS) ca structură autonomă permite proiectarea-fabricarea componentelor subsistemelor de bord ale MS. PPF este dotată cu stații performante de proiectare asistată de calculator în baza softurilor SOLID WORK, CATIA, ANSYS, ABAQUS, etc, inclusiv asigură simularea computerizată a proceselor cinematische și dinamice ale MS la stadiile de proiectare, experimentare și în perspectiva de lansare a MS.

Activități imense și multidimensionale au fost desfășurate pentru crearea infrastructurii terestre pentru monitorizarea, dirijarea și controlul zborului microsateților, prezentată în figura 4.

Un rol important se atribuie stației terestre cu antena parabolică cu un diametru  $D=4,3$  m, pentru recepția imaginilor de la MS aflat pe orbită, care prin intermediul a două mecanisme de acționare distincte, dotate cu drivere, are posibilitatea de a se roti în jurul a două axe (elevație și azimut) în regim individual dirijate pe calculatorul-server. Lanțul cinematic al celor două mecanisme de acționare sunt dotate cu torsiioane mecanice pentru a exclude jocurile din angrenaje, astfel majorând precizia cinematică (unghiulară) de orientare a antenei parabolice la MS în zbor pe orbită.

Pentru montarea și exploatarea stației cu antena parabolică cu mobilitate pe elevație și azimut în zona adiacentă amplasării CNTS (str. Studenților, mun. Chișinău) a fost construită o clădire separată cu fundație din argilă compactată la adâncimea de 16 m, proiectată la UTM sub conducerea arhitectului Sergiu BOROZAN.

