

# PERSPECTIVELE COOPERĂRII UNIVERSITĂȚII TEHNICE A MOLDOVEI CU AGENȚIA SPAȚIALĂ ROMÂNĂ ÎN DOMENIUL TEHNOLOGIILOR SATELITARE

Acad. Ion BOSTAN\*

Dr, DHC Ioan-Marius PISO\*\*

Dr. hab., profesor Viorel BOSTAN\*

Dr. ing., profesor Alexandru Badea\*\*

Dr, conf. univ. Nicolae SECRIERU\*

Dr. ing. Gabriel Viorel MANCIU\*\*

\* Universitatea Tehnică a Moldovei

\*\* Agenția Spațială Română

## PROSPECTS FOR COOPERATION OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF MOLDOVA WITH ROMANIAN SPACE AGENCY IN SPACE TECHNOLOGIES

**Summary.** This article reflects the vision of authors on the prospects of international cooperation in the field of satellite technologies, which are developing rapidly with a spectacular expansion in various areas of scientific, economic and social interest. In most European countries the concerns in satellite technologies are gaining more ground in the universities and research centres attracting in research new adherents, especially among young researchers.

Satellite technology area is becoming more prominent in the development of educational projects and therefore continuously increases the number of universities that launch their own satellites with the most diverse scientific missions and goals. An example of the dynamic development of space technologies is Romania. In recent years the thematic variety of scientific research has expanded rapidly, new scientific schools and institutional structures of research - development in the area of space technologies were opened. The Republic of Moldova takes the first steps in this field. After signing the Agreement of Association of the Republic of Moldova to the European research - innovation programme - Horizon 2020 in June 2014, new opportunities open regarding the participation of Moldovan academic community in European programmes for the development of space technologies.

**Keywords:** satellite, earth stations, satellite technologies, orbital flight, attitude control.

**Rezumat.** Acest articol reflectă viziunea autorilor asupra perspectivelor cooperării internaționale în domeniul tehnologiilor satelitare, care se dezvoltă vertiginos cu o extindere spectaculoasă în diverse domenii de interes științific, economic și social. În majoritatea țărilor europene preocupările în domeniul tehnologiilor satelitare câștigă tot mai mult teren în cadrul Centrelor Universitare și de Cercetare atrăgând în sfera cercetării noi adepți, în special din rândul tinerilor cercetători.

Domaniul tehnologiilor satelitare se impune tot mai pregnant în procesele de dezvoltare a proiectelor educaționale. În consecință, crește încontinuu numărul de Universități care-și lansează sateliții proprii cu misiuni și obiective științifice dintre cele mai diverse. Un exemplu elocvent al dezvoltării dinamice a tehnologiilor spațiale este România. În ultimii ani spectrul tematic al cercetărilor științifice s-a extins vertiginos, au fost deschise noi școli științifice și structuri instituționale de cercetare-dezvoltare profilate pe domeniul tehnologiilor spațiale. Republica Moldova face primii pași în acest domeniu. Odată cu semnarea, în iunie 2014, a Acordului de Asociere a Republicii Moldova la Programul European pentru cercetare-inovare Orizont 2020, se deschid noi oportunități de participare a comunității academice moldovenești la Programele Europene de dezvoltare a tehnologiilor spațiale.

**Cuvinte-cheie:** satelit, stații terestre, tehnologii satelitare, zbor pe orbită, controlul atitudinii.

## 1. PREMISELE COOPERĂRII

Dezvoltarea rapidă a tehnologiilor spațiale impune noi paradigme de cooperare la scara regională și internațională în domeniu. Evoluția complexă a tehnologiilor spațiale favorizează extinderea parteneriatelor de cercetare-inovare în cadrul proiectelor educaționale și comerciale cu atragerea tineretului, accelerează diseminarea inclusiv a tehnologiilor conexe în mediul socio-economic științific și social.

Pentru cercetătorii din Republica Moldova centrele de cercetare din România reprezintă cele mai valoroase și accesibile structuri instituționale capabile să dezvolte parteneriate comune de cooperare în domeniul tehnologiilor spațiale. Aceste aspecte ale cooperării au fost abordate în cadrul întâlnirii de la București din 2 aprilie 2015 a dr., DHC Marius-Ioan Piso – președinte al Agenției Spațiale Române (ROSA) cu acad. Gh. Duca, președinte al Academiei de Științe a Moldovei, acad. I. Bostan – director al Centrului Național Tehnologii Spațiale (CNTS), Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), acad. I. Tighineanu – prim-vicepreședinte al AȘM.

Cooperarea cu Agenția Spațială Română prezintă interes pentru Republica Moldova și sub aspectul schimbului de experiență în domeniul tehnologiilor satelitare, România lansând în spațiu, la 13 februarie 2012, primul său Satelit „Goliat”.

## 2. ROSA – ÎN FRUNTEA PROGRAMULUI SPAȚIAL NAȚIONAL

**Agencia Spațială Română (ROSA)** este coordonatorul la nivel național și internațional al activităților României din domeniul tehnologiilor spațiale. Are statut de instituție publică, se finanțează integral din venituri proprii, fiind subordonată Autorității Naționale Pentru Cercetare Științifică și Inovare (A.N.C.S.I.) din cadrul Ministerului Educației Naționale și Cercetării Științifice [2-4]. Direcțiile de cercetare coordonate de ROSA sunt centrate pe [4]:

- coordonarea programelor naționale de cercetare și aplicații spațiale;
- promovarea dezvoltării României în domeniul spațial;
- reprezentarea Guvernului României în programe de cooperare internațională;
- cercetarea orientată pe probleme spațiale.

În calitate de coordonator al programelor naționale de cercetare și aplicații spațiale, ROSA dezvoltă și coordonează implementarea Programului Spațial Național. În funcție de obiectivele acestuia, ROSA este autorizată să înființeze centre de cercetare și dezvoltare. Ca reprezentant al Guvernului, Agenția Spațială Română stabilește acorduri de cooperare cu organizațiile

internaționale cum ar fi Agenția Spațială Europeană (European Space Agency – ESA) și Comitetul pentru Cercetare Spațială (Committee on Space Research – COSPAR), precum și acorduri bilaterale de cooperare la nivel de Guvernul României. Alături de Ministerul Afacerilor Externe, ROSA reprezintă România la sesiunile Comitetului Națiunilor Unite pentru Utilizarea în scopuri pașnice a spațiului extraatmosferic și în subcomitetele acestuia. ROSA coordonează activitatea spațială a comunităților științifice și industriale, care cuprind peste 120 de instituții, firme și întreprinderi [4].

O instituție dintre cele mai reprezentative, **Institutul de Științe Spațiale (ISS)** din București, a jucat un rol esențial în ce privește aderarea României la ESA. O altă misiune a ISS se referă la popularizarea în România a domeniilor de cercetare-dezvoltare ale ESA. ISS coordonează o gamă largă de direcții de cercetare-dezvoltare, dintre care pot fi menționate următoarele [3]:

- Fizica Teoretică și Fizica Matematică;
- Fizica Energiilor Înalte și Astrofizica;
- Fizica Astroparticulelor și Cosmologie;
- Microgravitație, Dinamică Spațială și Nanosateliți;
- Interacțiuni solar-terestre, fizica magnetosferii și cuplajul magnetosferă, vânt solar și ionosferă-termosferă;
- Procese dinamice fundamentale în plasmă necolizionale; relația cu plasmăle astrofizice și de laborator;
- Turbulența și hazarduri planetare și interplanetare în conexiune cu vremea spațială și fenomenele electromagnetice asociate cu tectonica terestră;
- Dezvoltarea de experimente și echipamente imbarcate pe vehicule cosmice, calibrare în zbor și dezvoltarea de aplicații software asociate;
- Tehnici și aplicații de analiză avansată și simulare numerică pentru tratamentul datelor și imaginilor satelitare; metode avansate de analiză a seriilor temporale;
- Procesare de date pentru aplicații și cercetări spațiale sau terestre;
- Studii și experimente de performanță umană, biofizică, biologie, medicină și psiho-sociologie spațială în sprijinul zborului spațial cu echipaj uman și pentru valorificarea prin spin-off societal terestru;
- Aplicații ale tehnologiilor spațiale pentru sănătatea și securitatea persoanei și comunităților pe Terra în situații critice;
- Ingineria Sistemelor și Managementul Cunoștințelor cu aplicație la activități spațiale.

Multe dintre direcțiile menționate sunt promovate în cadrul **Universității POLITEHNICA București (UPB)**. În cadrul UPB activează Centrul de Cercetări pentru Aeronautică și Spațiu, înființat în anul 2001, care a devenit o componentă importantă în cercetarea spațială. Misiunea Centrului este de a menține un

echilibru între investigațiile teoretice și cele aplicative în domeniul tehnologiilor spațiale, având ca obiective:

- Dezvoltarea cooperării științifico-practice cu implicarea IMM-urilor, institutelor de cercetare, centrelor universitare în cadrul unor proiecte distincte;
- Sprijinul acordat unităților industriale pentru exploatarea noilor tehnologii spațiale, îmbunătățirea potențialului uman de cercetare în domeniu;
- Stimularea și dezvoltarea cooperării în domeniul cercetării în cadrul inițiativelor Uniunii Europene.

O altă structură instituțională, **Centrul pentru Cercetări și Studii Avansate (ASRC)**, dezvoltă proiecte de cercetare teoretică și aplicată într-o mare varietate de domenii științifice și tehnologice. ASRC tinde să elaboreze și să aplice soluții inovative din diverse domenii de expertiză printr-o abordare multidisciplinară, pentru rezolvarea problemelor ce decurg din mediile social, industrial și ecologic. ASRC este capabilă să dezvolte și să analizeze modele matematice, metode și soluții numerice, algoritmi complecși și instrumente software inovative pentru programare și vizualizare, precum și pentru validarea și fundamentarea rezultatelor diverselor teste. Domeniile de interes ale ASRC includ dinamica fluidelor, geofizica, mediul, analiza structurală, biomatematica, telemedicina, realitatea virtuală, dinamica spațiilor, inteligența artificială etc. ASRC posedă experiență în inițierea și promovarea proiectelor și programelor naționale și internaționale din domeniile Spațiului, Aeronauticii, Informaticii și Tehnologiei informațiilor, Securității.

Domeniul aerospațial este reprezentat de **S.C. Aerostar S.A. (ASTAR)**, care a acumulat o vastă experiență privind repararea și modernizarea avioanelor militare, producția de avioane ușoare, de echipamente hidraulice pentru aviație, precum și de echipamente electronice. În domeniul GNSS – INS, ASTAR a acumulat experiență în domenii precum:

- dezvoltarea de hardware/software pentru echipamentele GNSS-INS;
- integrarea echipamentelor GPS și INS în avionică;
- testarea echipamentelor GPS/GALILEO etc.

Programul de Cercetare, Dezvoltare și Inovare Tehnologie Spațială și Cercetare Avansată (Space Technology and Advanced Research – **STAR**) pentru perioada 2012–2019 [5] reprezintă instrumentul prin care Ministerul Educației Naționale – Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică (ANCS) asigură, prin intermediul ROSA, suportul reprezentativ la nivel național pentru implementarea Acordului dintre România și Agenția Spațială Europeană (ESA). În cadrul STAR s-au desfășurat activități ale programelor naționale [4-8]: CD-I AEROSPACE, CD-I SECURITY, CEEEX, CORINT, INFOSOC, AMTRANS, AGRAL, RELANSIN, PNCIDI-I/II, inclusiv ale pro-

gramelor internaționale în comun cu Agenția Spațială Europeană (ESA), Organizația Națiunilor Unite, programe organizaționale pentru Alimentație și Agricultură, Programul PHARE (1), colaborări bilaterale și multilaterale și altele.

### 3. DEZVOLTAREA TEHNOLOGIILOR SATELITARE ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Demararea în anul 2009 a proiectului [1] privind elaborarea primului Satelit al Republicii Moldova a stimulat inițierea și dezvoltarea unui complex de activități de cercetare-proiectare în domeniul tehnologiilor satelitare. Pornind de la posibilitățile de finanțare a proiectului de la Bugetul de Stat, negociate în prealabil în cadrul Consiliului Suprem pentru Știință și Dezvoltare Tehnologică al AȘM, și având în vedere perspectivele cofinanțării din surse extrabugetare, s-a decis a elabora un satelit cu masa de 10-12 kg, clasificat după Scara Europeană ca tipodimensiune – Microsatelit (MS).

Tematica activităților desfășurate în perioada ce a urmat a fost proiectată pe trei direcții distincte:

**Prima direcție** – se referă la cercetarea, proiectarea și fabricarea componentelor funcționale ale microsatelitului raportate la scopul și obiectivele științifice ale acestuia [1, 9]. Activitățile de cercetare-proiectare consacrate elaborării subsistemelor de bord ale microsatelitului s-au bazat pe conceptul apriori adoptat, inclusiv pe utilizarea componentelor funcționale 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 tehnicilor de testare experimentală etc.

Totodată, tematica activităților a cuprins un spectru foarte larg de cercetări științifice, lucrări experimentale și constructiv-tehnologice, în mare parte interdisciplinare, inclusiv la joncțiunea domeniilor. Datorită realizării conceptului aprobat 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, de gabarite, de accesibilitatea și disponibilitatea de achiziție etc. În procesul de cercetare-proiectare au fost antrenați numeroși studenți, masteranzi și doctoranzi din cadrul diferitor specialități și facultăți, astfel asigurându-i proiectului un caracter educațional inter- și multidisciplinar.

**A doua direcție** include acțiuni legate de crearea Centrului Național Tehnologie Spațială (CNTS), cu

o rețea de stații terestre interconectate între ele astfel încât:

- să asigure legăturile ascendente și descendente ale MS pe durata timpului de zbor, cu infrastructura la sol (în special când intră în zona vizibilă de pe teritoriul Republicii Moldova);
- să asigure determinarea, orientarea și controlul atitudinii 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 va deschide posibilități de extindere a cooperării internaționale și de încadrare a colectivelor de cercetători din comunitatea academică autohtonă în calitate de parteneri în proiecte europene din domeniul tehnologiilor spațiale. Dar importanța și destinația de bază a unei asemenea infrastructuri va consta în asigurarea monitorizării zborului MS după lansarea lui în spațiul cosmic.

**A treia direcție** a cercetărilor desfășurate se referă la realizarea obiectivelor concrete privind teledetecția suprafeței terestre la distanță și la oferirea de diverse servicii spațiale de ordin științific și socio-economic, precum captarea imaginilor suprafeței terestre a teritoriului Republicii Moldova, prevenirea riscurilor inundațiilor prin determinarea evoluției stării hidrologice a râurilor, monitorizarea stării ecologice a pădurilor, plantațiilor și terenurilor agricole, soluționarea diverselor probleme meteo etc.

Obiectivele MS poartă în exclusivitate un caracter civil, iar subsistemele de bord ale MS elaborate cu utilizarea componentelor achiziționate prin angajamente de nerăspândire nu vor fi transmise terțelor părți.

#### 4. CENTRUL NAȚIONAL DE TEHNOLOGII SPAȚIALE (CNTS), REPUBLICA MOLDOVA

Primii pași în cercetarea angajată pe proiecte în domeniul tehnologiilor satelitare s-au întreprins odată cu lansarea Programului de Stat *Valorificarea resurselor regenerabile de energie în condițiile Republicii Moldova și elaborarea Satelitului Moldovenesc*, aprobat în anul 2009 spre finanțare din Bugetul de Stat (coordonator acad. I. Bostan) [1]. Programul prevedea elaborarea primului satelit al Republicii Moldova cu patru proiecte distincte în domeniul dezvoltării tehnologiilor satelitare (conducători de proiecte dr., conf. N. Secieru, dr., conf. V. Blaj, acad. V. Canțer, acad. I. Bostan [1,9].

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 anilor 2009–2012 a fost conceput și pus în aplicare un plan amplu de proiectare și construcție a infrastructurii tehnico-materiale, care să permită realizarea scopului și obiectivelor științifice ale satelitului.

Astfel, în 2009 a demarat crearea Centrului Național de Tehnologii Spațiale, care a fost oficializat prin Hotărârea Senatului UTM nr. 6 din 31.01.2012 cu următoarea structură:

##### 4. 1. Laboratorul Subsisteme de bord pentru nano și microsateți (SBNMS).

Laboratorul SBNMS este specializat pe activități de cercetare-dezvoltare a subsistemelor de bord, printre care: scannerul pentru captarea imaginilor; sistemul de alimentare cu energie electrică a MS prin conversia PV a energiei solare; sisteme de determinare, orientare și control al atitudinii MS în zbor pe orbită; echipamente de recepție și transmitere de date; calculatorul de bord etc. Elaborările componentelor de bord



Foto 1. Laboratorul Subsisteme de bord pentru nano și microsateți, CNTS, UTM

ale MS se efectuează în bază de alternative, asigurând studenților, masteranzilor și doctoranzilor echitate decizională și libertate competițională de creație. Astfel, pe principii de alternativă se asigură concursul de idei și de soluții tehnice inovative ale echipelor de tineri cercetători implicați în proiectele educaționale de cercetare-dezvoltare ale subsistemelor de bord ale MS.

Odată cu elaborările efectuate în original [1,9], echipele de cercetători în baza studiilor de caz propun variante ale componentelor de bord disponibile COTS (comerciale) însoțite cu analize de compatibilitate, masă, gabarite, cost, inclusiv de asigurare a interschimbabilității și fiabilității MS în ansamblu.

Laboratorul SBNMS este dotat cu calculatoare performante, cu stații de proiectare asistate de calculator cu aplicarea softurilor moderne de proiectare în 3D și de analize comparative, inclusiv de simulări computerizate a proceselor tehnologice (foto 1).

**4.2. Laboratorul procesare date și imagini (PDI).**

Laboratorul PDI este destinat pentru familiarizarea studenților, doctoranzilor și tinerelor cadre didactice cu metodele și tehnicile moderne de procesare a datelor și a imaginilor din Satelit și de diseminare a rezultatelor procesării în diverse aplicații și domenii. În cercetările efectuate în laboratorul PDI un rol aparte se atribuie studiului particularităților prelucrării imaginilor din satelit periclitare de distorsionări geometrice și radiometrice, precum și metodelor și tehnicilor moderne de procesare.

În foto 1 este prezentată vederea unui post de procesare geometrică și de frecvență a imaginilor captate din satelit.

**4.3. Laboratorul asamblare și experimentare a subsistemelor de bord și a MS (AEMS).**

Laboratorul AEMS este dotat cu echipament de

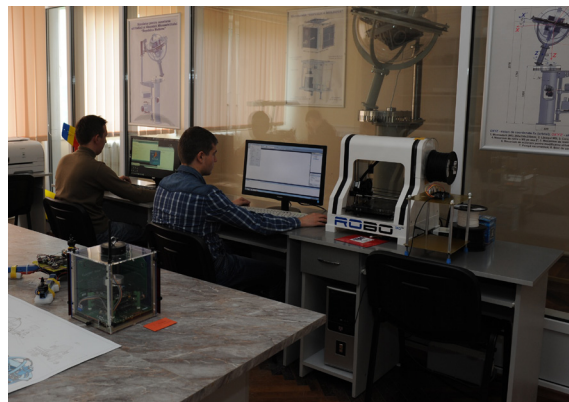


Foto 2. Laboratorul de asamblare a Microsatelitelui, CNTS, UTM

asamblare a mecanicii fine și cu aparataj electronic de măsurări (foto 2). În foto 3 este prezentată vederea generală a MS elaborat la Universitatea Tehnică a Moldovei. Panourile PV ale MS (foto 3) au fost proiectate în cadrul CNTS și fabricate cu utilizarea celulei fotovoltaice GaInP-GaInAs-Ge ( $P=50W$ ,  $\eta>25\%$ ) rezistentă la radiația cosmică. În panourile PV sunt montați Sensorii Solari Silonex model SLCD-6N18, Sensori de temperatură Maxim Integrated Product model DS18B20 și compatibili cu subsistemul de determinare a atitudinii MS model MAI-200.

Totodată, în AEMS este montat, într-un spațiu izolat, pe fundație fixă, Simulatorul (foto 4), pentru cercetarea experimentală în condiții de laborator a cinematicii și dinamicii MS cu mișcare sfero-spațială cu un punct fix, care reproduce mișcarea de rotație a satelitelui în jurul a trei axe ale sistemului de referință orbital. 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 [9] asupra stabilității și dinamicii re poziționării MS pe axele sistemului orbital

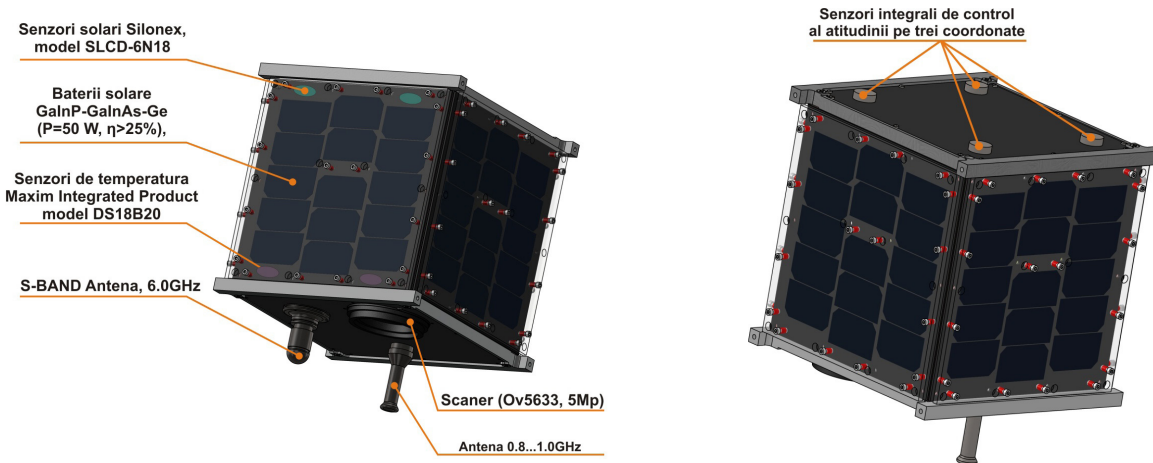


Foto 3. Aspectul general al Microsatelitelui, elaborat la Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău



**Foto 4.** Simulatorul cu Microsatelitul montat în giroscopul extern, CNTS, UTM

de coordonate. Simulatorul permite cercetarea experimentală a MS în condiții de laborator și în mediu de vacuum de până la  $10^{-6}$  bari ( $12 \mu\text{m Hg}$ ).

Cuibul Simulatorului cu giroscop extern (foto 5) permite rotirea MS în jurul axelor  $0x$ ,  $0y$ ,  $0z$  în raport cu sistemul mobil de coordonate. Cuibul este dotat cu două mecanisme de acționare pentru a-i comunica MS mișcare de nutație cu unghiul  $\theta=16^\circ$  și de precesie la  $\varphi=360^\circ$ . Cuibul port-satelit permite studiul cinematicii și dinamicii MS sub acțiunea a două sisteme de intervenție de bord a MS și anume a magnetotorchelor acționate de câmpul magnetic al Pământului și a mecanismului inerțial cu trei roți volante.

Simulatorul a fost proiectat în original în cadrul CNTS, UTM și fabricat la uzinele din Chișinău.



**Foto 5.** Microsatelitul montat în cuibul port-satelit vacuumat cu mișcare sferică, CNTS, UTM

#### 4.4. Stația de comunicații telemetrice (SCT)

Stația este dotată cu echipament specializat pentru asigurarea legăturilor ascendente și descendente ale MS în zborul pe orbită cu infrastructura de sol (foto 6). Aceasta-i conectată la un set de antene telemetrice și la antena parabolică cu destinație mixtă (foto 7) [1].

Antenele telemetrice și antena parabolică prezentate în figura 7 au posibilitatea de a se orienta pe două axe către MS în zbor pe orbită prin intermediul mecanismelor de acționare model Rotor BIG-RAS/HR.

#### 4.5. Platforma proiectare-fabricare

La CNTS s-a afiliat ca structură autonomă platforma de proiectare-fabricare a componentelor subsistemelor de bord ale MS. Aceasta este dotată cu stații performante de proiectare asistate de calculator, de simulare computerizată a proceselor cinematische și dinamice ale MS la stadiile de proiectare, experimentare și în perspectiva de lansare a MS. În cadrul proiectării componentelor funcționale ale MS, pentru simularea influenței perturbațiilor cosmice asupra poziționării



**Foto 6.** Laboratorul de Comunicații Telemetrice, CNTS, UTM



**Foto 7.** Setul de antene telemetrice și parabolică



Foto 8. Platforma proiectare 3D, UTM

MS pe orbită, s-au utilizat Soft-urile Solid Work, Catia, ANSYS, ABAQUS etc. Fabricarea componentelor subsistemelor funcționale de bază ale MS se efectuează la Centrul tehnologii avansate „Etalon”, care este dotat cu echipament modern, spre exemplu, cu mașini unelte modelul Motion Master TB-105, având capuri cu 3 și 5 grade de mobilitate, operate cu comandă numerică Fagor 8055M cu aplicarea Soft-urilor SPUATH CAM și ASPIRE VECTRIC. Pentru fabricarea plachetelor cu cablaj imprimat platforma proiectare-fabricare este dotată cu utilaj modelul LPKF-S103 care ce operează sub comanda Soft Circuit PRO.

În foto 8 este prezentat un post de proiectare asistat de calculator și simulări computerizate a cinematicii și dinamicii MS la stadiul de proiectare, experimentare și lansare; în foto 9a – fabricarea componentelor subsistemelor de bord ale MS la Centrul tehnologii avansate „Etalon”, iar în foto 9b – postul de proiectare asistată de calculator pentru prototiparea plachetelor cu cablaj imprimat a modulelor electronice.

**4.6. CNTS are conexiune directă cu Centrul de Excelență și Comunicații al UTM**, înzestrat cu o vastă infrastructură pentru găzduirea unei rețele puternice „Cloud computing”, care include laboratoare de cercetare, proiectare și simulare a sistemelor informative de comunicații, inclusiv satelitare. O colaborare de succes s-a stabilit cu IBM, România, prin intermediul atelierelor de lucru conformate la Inițiativa Academi-



că IBM privind familiarizarea cu tehnologiile de proiectare tip Model Driven Systems dezvoltate cu IBM Rational Rhapsody ILOG OPL-Operations Research.

Laboratoarele SBNMS, PDI, AEMS și SCT reprezintă structuri integrate în CNTS, iar platforma de proiectare-fabricare a componentelor subsistemelor de bord ale MS este afiliată ca structură autonomă cu finanțare individuală.

## BIBLIOGRAFIE

1. Programul de stat: Valorificarea resurselor regenerabile de energie în condițiile Republicii Moldova și elaborarea Satelitului Moldovenesc. Coordonator acad. Ion Bostan. AȘM: RAPORT privind activitatea Consiliului Suprem pentru Știință și Dezvoltare Tehnologică și rezultatele științifice principale obținute în sfera științei și inovării în anul 2012 (<http://www.asm.md/administrator/fisiere/rapoarte/f170.pdf>)
2. Space Activities in Romania, Romanian Space Agency, 2015. ISBN 978-973-0-20264-9.
3. Direcții de cercetare și dezvoltare ale Institutului Științific Spațial ( [http://www2.space-science.ro/?page\\_id=3844](http://www2.space-science.ro/?page_id=3844))
4. Agenția Spațială Română (ROSA) ( <http://www2.rosa.ro/index.php/ro/rosa>)
5. Piso M.I., Racheru A., Simion I. Space programme in Romania – Sharing between national and international activities. International Astronautical Congress 2008 IAC-08-E3.1.10, Sep. 2008.
6. Crăciunescu V. Romanian experience in developing an satellite based emergency response service. Copernicus User Forum on Emergency, Bruxelles, Comisia Europeană, 22 octombrie 2014.
7. Crăciunescu V. Satellite Based Service for Flood Monitoring in Romania. Simpozionul Internațional „Sisteme Informaționale Geografice”, Ediția a XXII-a, Chișinău, Academia de Științe a Moldovei, 24-25 octombrie 2014.
8. Bratanu D., Nedelcu I., Datcu M. Interactive spectral band discovery for exploratory visual analysis of satellite images, IEEE JSTARS, Vol. 5, No. 11, 2012.
9. Bostan I., Cantzer V., Secieru 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.

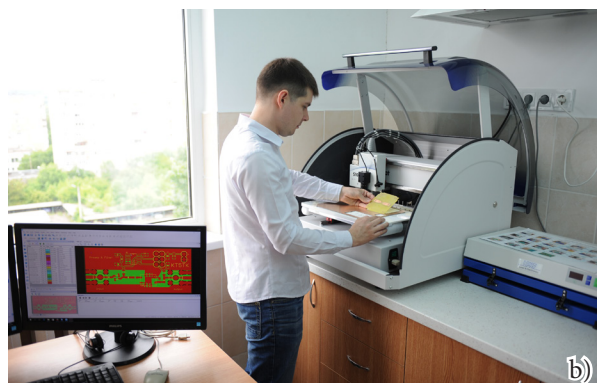


Foto 9 (a, b). Fabricarea componentelor subsistemelor de bord ale Microsatelitului, UTM