

# Aportul ingineriei moldave la dezvoltarea tehnologiilor spațiale

Prima elaborare în domeniul tehnicii cosmice, care 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 pe 18 decembrie 1973, la bordul navei cosmice „Soiuz-13”.

Ingineria moldavă a înregistrat realizări excepționale în domeniul tehnicii electronice. 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 și analogico-digitale. Unele dintre cele mai reprezentative erau mașinile de calcul de bord de tipul A-15, A-15A, A-15K, implementate în peste 50 de sisteme preponderent cu destinație militară ( Conform Legii cu privire la secretul de stat, nr. 245 din 27.11.2008: În Monitorul Oficial nr. 45-46 din 27.02.2009, pot fi menționate în circuitul public din Secret de Stat) pentru controlul și dirijarea zborului rachetelor lansate din complexele mobile operativ-tactice „Ока”, „Точка-У”, „Волга”, „Заслон”, „Бук-2М”, „Куб”, „Тунгуска”; pentru avioanele de luptă „Миг-29”, „Миг-31”, „Миг-33”, „Миг-35”, „СУ-27”, „ТУ-142”, „ТУ-160”, „ТУ-154ЛЛ”, „ИЛ-76МД”, complexele de apărare antisubmarin „Коршун” și „Сова”, stația cosmică internațională „Мир”, stațiile cosmice orbitale „Салют”, „Алмаз”, „Меч-К”, navele cosmice din seriile „Союз” și „Прогресс”, pentru dirijarea zborului rachetelor balistice „СС-18”, „С-300” și „Союз”.

Tot aici, în 1976-1988 au fost elaborate și fabricate sistemele electronice de bord inteligente pentru control, dirijarea și monitorizarea automatizată a zborului navei orbitale „Буран”, realizat în cadrul programului cosmic a URSS „Энергия-Буран” (Figura 1). După 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.

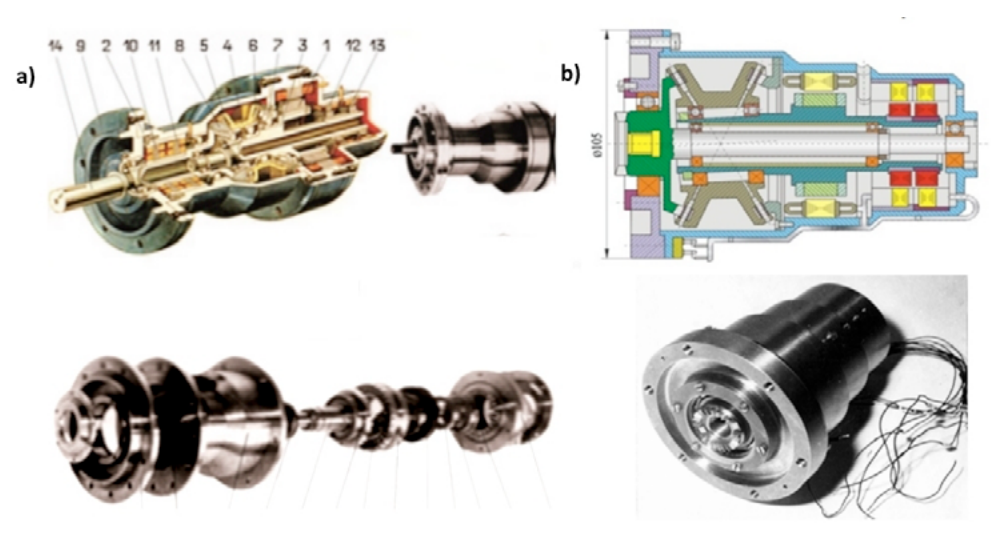


**Figura 1.** Corabia cosmică orbitală „Буран” montată pe portavionul TY-154 ЛЛ, cu computere de bord elaborate la НИЦЭВТ și fabricate la „Стиотмаш”.

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 complexele electronice de comunicații satelitare militare „Потоп”, „Потоп-М”, „Сурами”, „Сурами-Б”, „Ротатоп” și „Квант”.

Un aport deosebit în dezvoltarea tehnicii și dispozitivelor electronice l-a avut și Institutul de cercetări științifice „НИИРИФ”, care, în cooperare cu uzina „Рăит” din mun. Bălți, au elaborat și fabricat peste 50 de prototipuri de sisteme hidroacustice, inclusiv pentru monitorizarea lansării rachetelor balistice cu foc-oose 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, condus de subsemnat, în anii ‘80, în cooperare cu Institutul de Cercetări Cosmice din or. Moscova, Consorțiul industrial „Комета” și uzina militară din Krasnoiarsk (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 electromecanice dotate cu motoare solare pentru acționarea și controlul poziționării și orientării subsistemelor de bord ale tehnicii de zbor cosmic. Modulele, de asemenea, au fost fabricate, de asemeni, 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” (Figura 2,a), lansată în 1988; modulele electromecanice precesionale pentru acționarea subsistemelor de bord ale sateliților geostaționari și a antenelor aparatelor de zbor cosmic (Figura 2,b).



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

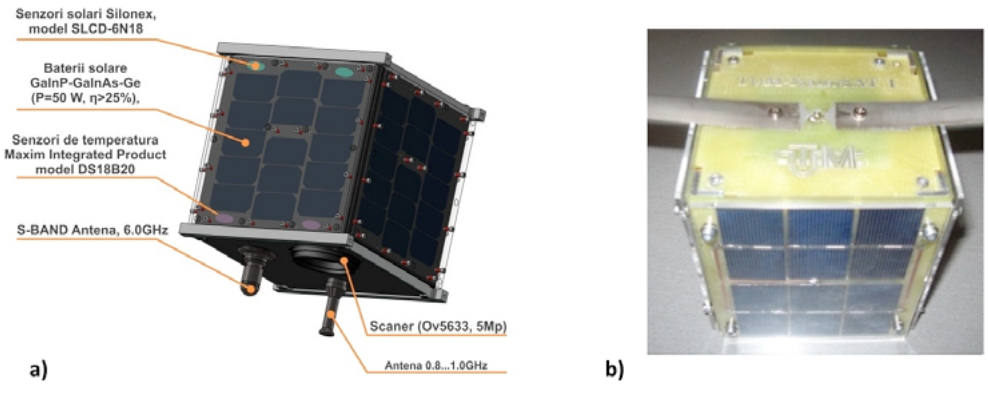
După proclamarea independenței RM, după o pauză de aproximativ 20 de ani, cercetările în domeniul tehnologiilor satelitare din cadrul UTM au fost reluate. Demararea în anul 2009 a proiectului privind elaborarea primului Satelit al Republicii Moldova a stimulat inițierea și dezvoltarea unui complex de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

Primul pas a fost realizarea Programului de stat „Elaborarea și fabricarea microsatelitului moldovenesc” (2009-2011) cu 4 proiecte distincte privind activități de cercetare-dezvoltare a primului satelit moldovenesc, prezentate în Tabelul 1.

**2 | Mesager Universitar**

	<b>Tabelul 1</b>
Proiecte	Executori
1. Cercetarea și elaborarea sistemului de control, orientare și stabilizare a poziției microsatelitului (2009-2011). <b>Conducător de proiect: acad. Ion Bostan – coordonatorul Programului de Stat „Elaborarea și fabricarea microsatelitului moldovenesc”.</b>	Echipea proiectului: conf. univ. A. Sochirean; dr. șt. tehn., prof. V. Dulgheru; dr., conf. univ. V. Bostan; dr., conf. univ. M. Vacuenco; dr., lector superior I. Bodnariuc; doctoranzii I. Dicusară, O. Ciobanu, R. Ciobanu, N. Trifan, Iu. Malcoci, R. Crudu, M. Guțu; studenții V. Gladăș, I.Zarea, A. Nicoară.
2. Elaborarea metodelor de acționare asupra poziției microsatelitului în timpul scanării, procesării și transmiterii informației (2009-2011). <b>Conducător de proiect: dr., conf. univ. Nicolae Scerieru.</b>	Echipea proiectului: dr. șt. tehn., prof. E. Guțuleac; doctoranzii și studenții: R. Nucu, S. Gangan, V. Popa, I. Zarea, A. Nicoară, O. Bărlădean, N. Cocoș, R. Crudu, L. Rotaru, O. Ghincul, E. Suman, C. Mărzac, A. Cârțica.
3. Cercetarea și elaborarea subsistemelor electronice de scanare pentru exploatarea în spațiul cosmic (2009-2011). <b>Conducător de proiect: acad. Valeriu Canțer.</b>	Echipea proiectului: dr. șt. tehn. E. Zasavițchi, dr. șt. tehn. D. Dobrov, L. Roller, A. Penin, I. Beloțercovschii, Iu. Sainsus, A. Conev, Iu. Ruseev, P. Grosul, V. Hvalin, S. Zavrjânăi, V. Dumitru.
4. Elaborarea sistemului de alimentare cu energie a microsatelitului (2009-2011). <b>Conducător de proiect: dr., conf. univ. Valeriu Blaja.</b>	Echipea proiectului: dr. șt. tehn., conf. univ. V. Brânzari; dr. șt. tehn., conf. univ. N. Scerieru; doctoranzi și studenți: S. Gherjescu, S. Gangan, S. Tincovan, O. Bărlădean.

Tematica activităților de cercetare-dezvoltare, desfășurate ulterior s-a axat pe **trei direcții distincte**: **Prima** – cercetarea, proiectarea, 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, constructiv-tehnologice, în mare parte 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)*.



**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 ale MS pe durata timpului de zbor cu infrastructura la sol (când MS intră în zona vizibilă de pe teritoriul Republicii Moldova). Infrastructura de Stații terestre asigură orientarea și controlul altitudinii MS în timpul zborului pe orbită, astfel încât, la intrarea în zona vizibilă de pe teritoriul R. Moldova, acesta să fie orientat corect pentru captarea imaginilor (axa obiectivului scannerului să privească în nădiri); să asigure recepția semnalelor de la satelit pentru procesarea lor ulterioară; să permită urmărirea și dialogul cu sateliți meteo străini etc. Crearea în Republica Moldova a CNTS cu o rețea de stații terestre a deschis posibilități de extindere a cooperării internaționale și de încadrare a colectivelor de cercetători autohtoni în calitate de parteneri în proiecte europene cu tematică cosmică.

**A treia direcție** a cercetărilor desfășurate ține 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 prevenire a riscurilor inundațiilor prin determinarea evoluției stării hidrologice a râurilor, de monitorizare a stării ecologice a pădurilor, plantațiilor multianuale și terenurilor agricole, de soluționare a unei game largi de probleme meteo etc. În acest domeniu important pentru Republica Moldova prof. univ., dr. hab. Viorel BOSTAN, utilizând modelele matematice complexe și softuri elaborate de corpul ingineresc al armatei SUA, a realizat simulări computerizate ale inundațiilor pentru sectorul râului Nistru „Barajul Dubăsari – Vadul lui Vodă”, a identificat riscurile, consecințele și pagubele acestora. Pentru a extinde aria cercetărilor, sunt necesare scanări din spațiu ale suprafețelor adiacente bazinelor râurilor Prut și Nistru, efectuate evolutiv în timp în anumite perioade ale anului, conform unor caiete de sarcini cu abordări multifactoriale. Aceste cercetări aplicative pot fi realizate eficient, cu încărcătura științifică respectivă, doar cu sateliții proprii.

Pentru dezvoltarea capacităților de cercetare, concomitent cu formarea în anul 2009 a colectivelor științifice cu experiență în cercetare-proiectare, în perioada 2009-2012 a fost pus în aplicare un plan amplu de proiectare și construcție a infrastructurii tehnico-materiale, care să permită realizarea obiectivelor științifice concrete în domeniul Tehnologiilor Spațiale.

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

**„Laboratorul subsisteme de bord pentru nano și microsateliți”** (SBNMS) – specializat pe activități de cercetare-dezvoltare a subsistemelor de bord de captare a imaginilor; de alimentare cu energie electrică a MS prin conversia PV a energiei solare; de determinare, orientare și control a atitudinii MS în zbor pe orbită; de recepție și transmitere de date; de elaborare a calculatorului de bord etc.

**„Laboratorul procesare date și imagini”** (PDI) – specializat în studii particularităților prelucrării imaginilor de la satelit periclitate de distorsionări geometrice și radiometrice și studiul metodelor și tehnicilor moderne de procesare.

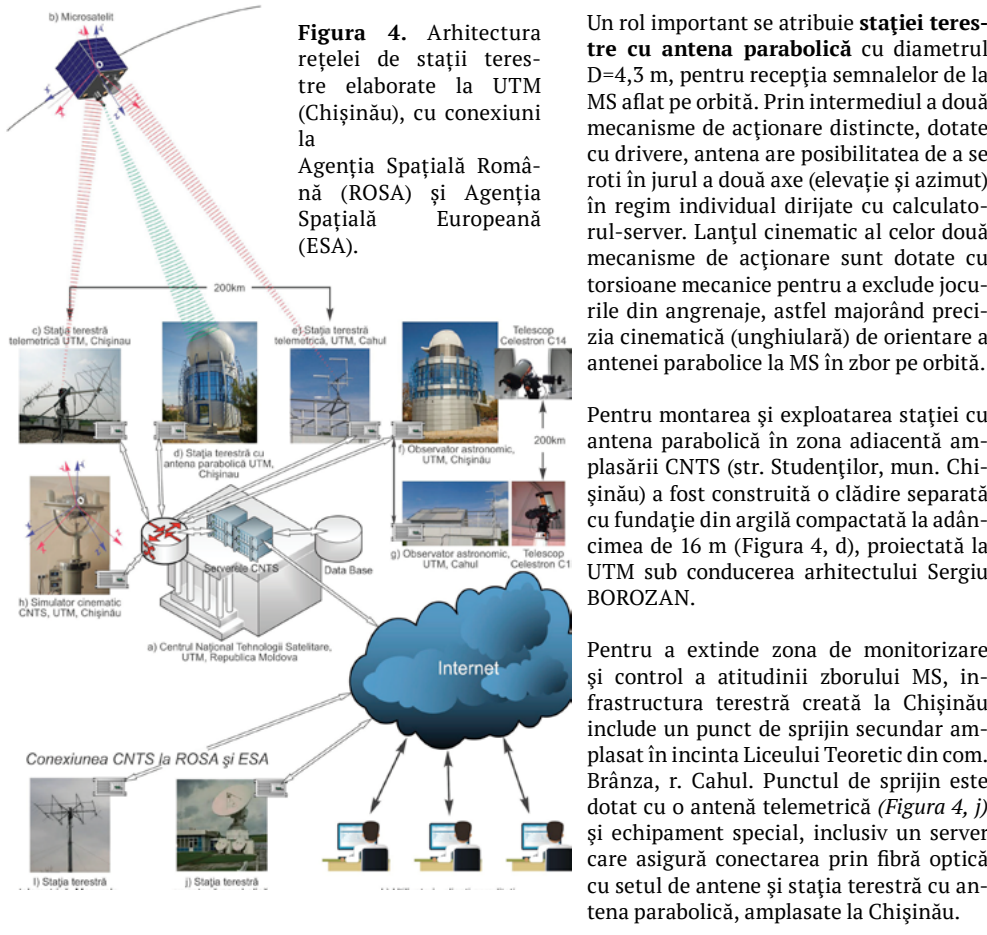
**„Laboratorul asamblare și experimentare a subsistemelor de bord și a MS”** – dotat cu echipament de asamblare a mecanicii fine și cu aparataj electronic de măsurări. În cadrul CNTS, au fost proiectate, asamblate și fabricate panourile PV ale MS cu utilizarea celulei fotovoltaice GaInP-GaInAS-Ge (P=50W, η>25%) rezistentă la radiația cosmică. În panourile PV au fost montați senzori solari Siliconex, model SLCD-6N18, senzori de temperatură Maxim Integrated Product, model DS18B20, inclusiv traductori conectați cu subsistemul de determinare a atitudinii MS model MAI-200. Într-un spațiu izolat al labora-

torului, pe o fundație fixă, a fost montat **SIMULATORUL** 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 3 axe ale sistemului de referință orbital. Simulatorul a fost proiectat la UTM și fabricat la uzinele din Chișinău și permite cercetarea experimentală a MS în condiții de laborator și în mediu vacuumat, inclusiv a intervenției sistemelor de bord asupra orientării MS pe orbită, asigură determinarea și calibrarea eforturilor fizice de intervenție dezvoltate de cele două sisteme de bord asupra stabilității și a dinamicii repoziționării MS pe axele sistemului orbital de coordonate.

**„Platforma proiectare-fabricare-simulare”** (PPFS) a fost concepută ca o structură autonomă complexă, pentru proiectarea și fabricarea componentelor subsistemelor de bord ale MS, inclusiv simularea computerizată a comportamentului MS în zbor pe orbită. PPF este dotată cu stații performante de proiectare asistată de calculator în softurile SOLID WORK, CATIA, ANSYS, ABAQUS etc., inclusiv pentru simularea computerizată a proceselor cinematice și dinamice ale MS la stadiile de proiectare, experimentare și în perspectiva de lansare a MS.

**Arhitectura infrastructurii terestre de monitorizare, dirijare și control a zborului sateliților.**

Pentru crearea infrastructurii de stații terestre, monitorizarea, dirijarea și controlul zborului microsateliților s-au desfășurat activități imense și multidimensionale, prezentate în *Figura 4*.



Infrastructura terestră include și două observatoare astronomice, unul dotat cu un telescop model Celestron C14 amplasat în Chișinău (Figura 4, f), iar altul – dotat cu un telescop Celestron C11, amplasat în punctul de sprijin din com. Brânza, Cahul (Figura 4, g). Serverele ambelor telescoape Celestron sunt conectate cu CNTS prin fibră optică. Astfel, infrastructura creată cu două telescoape amplasate la 200 km depărtare unul de altul și conectate între ele și cu CNTS permite înregistrarea poziționării MS în zbor din două puncte terestre în timp real. CNTS are conexiune cu Stația terestră telemetrică din Măgurele, România (Figura 4, i).

**Proiecte internaționale în domeniul Tehnologiilor Spațiale.**

Conceptul de dezvoltare a infrastructurii CNTS cu o rețea de stații terestre interconectate a fost promovat în cadrul proiectului „Conectarea infrastructurii Centrului Național de Tehnologii Spațiale cu Global Network Educational pentru operațiuni prin satelit”, conformat la cerințele de conectare la infrastructura europeană de cercetare. Astfel, s-a asigurat conectarea CNTS și a stațiilor terestre din Republica Moldova într-o rețea comună cu conexiune la Agenția Spațială a României (ROSA) și Agenția Spațială Europeană (ESA). În consecință, această infrastructură va fi pusă la dispoziția cercetătorilor autohtoni pentru a realiza cercetări științifice în domeniul tehnologiilor spațiale în parteneriate de cooperare internațională. Acest proiect deja s-a înscris în prevederile Contractului de Grant nr. 2014/346-992 din 24.09.2014 al Comisiei Europene „Suportul financiar pentru participarea Republicii Moldova în Programul Cadrul al Uniunii Europene de cercetare-inovare ORIZONT 2020”.

Conectarea CNTS și a rețelei de stații terestre din R. Moldova la Rețeaua Globală GENSO (Global Educational Network for Satellite Operations) oferă premise de extindere a cooperării internaționale în domeniul tehnologiilor satelitare, în special cu ROSA, va stimula dezvoltarea proiectelor educaționale în domeniu cu implicarea studenților, doctoranzilor și tinerilor cercetători. Totodată, se vor deschide noi perspective pentru extinderea cercetărilor cu caracter interdisciplinar privind elaborarea tehnologiilor și produselor noi, se va stimula aprofundarea cooperării dintre specialiștii din sfera cercetării și sectorul economic la scară națională și internațională.

În această perioadă a fost implementat și **un proiect de transfer tehnologic privind consolidarea infrastructurii terestre a CNTS** pentru dirijarea și monitorizarea zborului sateliților cu control local și teleghidat. În acest context a fost valorificat și un grant acordat de către Ministerul Științei și Educației din Germania pentru procurarea echipamentului de orientare, stabilizare și control al altitudinii microsateliților.

**Două proiecte internaționale în domeniul Tehnologiilor Spațiale în așteptare.**

În prezent sunt depuse două oferte de proiecte: primul – CERBRUS privind **„Monitorizarea poluării Mării Negre”** (în parteneriat cu România, Turcia, Grecia, Republica Moldova și Ucraina) și al doilea – **„Deployment from the international Space Station Japanese Experiment Module KiboCUBE”**, după la concursul organizat de Biroul Națiunilor Unite pentru Spațiul Exterior (UNOOSA) și Agenția Japoneză de Explorare Aerospațială (JAXA) pentru Programul de Cooperare a Națiunilor Unite / Japonia. Proiectul în cooperare cu JAXA prevede lansarea în anul 2018 a nanosateliitului UTM tip CubeSat de pe Stația Spațială Internațională (ISS) cu ajutorul modulului experimental japonez KiboCUBE – „The United Nations/Japan Cooperation Programme on CubeSat Deployment from the International Space Station (ISS) Japanese Experiment Module (Kibo),KiboCUBE”. Acest proiect deja a fost selectat în lista scurtă de 3 proiecte ([http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/hsti/kibocube\\_2017.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/hsti/kibocube_2017.html)). Pentru lansarea nanosateliitului UTM tip CubeSat de pe bordul stației Spațiale Internaționale este necesar ca R. Moldova să semneze la Organizația Națiunilor Unite „Convenția privind înmatricularea obiectelor lansate în spațiul cosmic”. În prezent rectorul UTM Viorel Bostan cooperează cu Ministerul de Externe și Integrării Europene privind pregătirea documentației necesare pentru semnarea de către Republica Moldova a Convenției respective.

**acad. Ion BOSTAN, director CNTS**