

RECEȚIONAT

Agencia Națională pentru Cercetare  
și Dezvoltare \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2024

AVIZAT

Secția AȘM \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2024

## RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL

pentru etapa 2023

privind implementarea proiectului din cadrul  
Programului de Stat (2020-2023)

**Proiectul: „Elaborarea și lansarea seriei de nanosateliți cu misiuni de  
cercetare de pe Stația Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea  
lor și promovarea tehnologiilor spațiale”**

Cifra proiectului 20.80009.5007.09

Prioritatea Strategică V „Competitivitate economică și tehnologii inovative”

Proector U.T.M. dr. hab. Vasile TRONCIU  
(numele, prenumele)

V. J.  
(semnătura)

Consiliul științific UTM dr. hab. Vasile TRONCIU  
(numele, prenumele)

V. J.  
(semnătura)

Conducătorul proiectului dr. hab. Viorel BOSTAN  
(numele, prenumele)

V. Bostan  
(semnătura)



L.Ș.

Chișinău 2024

## CUPRINS:

1. Scopul și obiectivele etapei 2023.....	3
2. Obiectivele etapei 2023.....	3
3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2023.....	3
4. Acțiunile realizate.....	4
5. Rezultatele obținute.....	5
5.1 Asamblarea modulelor satelitare de zbor pentru nanosateliți tip 2U/3U TUMnanoSAT. ....	5
5.1.1 Confecționarea prototipului calculatorului de bord. ....	5
5.1.2 Dezvoltarea softului de sistem (RTOS + drivere + librării) pentru nanosateliții seriei TUMnanoSAT cu misiuni complexe. ....	7
5.1.3 Confecționarea pieselor structurilor de nanosatelit de tip 2U și asamblarea lor....	9
5.1.4 Elaborarea și confecționarea prototipurilor modulelor satelitare pentru cercetarea la radiația UV a materialelor nanostructurate.....	12
5.2 Asamblarea și testarea funcțională a prototipului nanosatelitului cu noi misiuni TUMnanoSAT – 2U. ....	14
5.3 Modernizarea stațiilor de terestre de comunicare cu nanosateliții cu noi misiuni.	16
6. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului.....	17
7. Colaborare la nivel național și internațional în cadrul implementării proiectului..	17
8. Dificultățile în realizarea proiectului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.) .....	20
9. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații.....	21
10. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice. ....	21
10.1 Distincții și premii obținute la Saloane/Expoziții de invenție în 2023 .....	21
11. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media.....	23
12. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2023 de membrii echipei proiectului.....	23
13. Concluzii.....	24
Anexa nr. 1. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023 ..	25
Anexa nr. 2. Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice publicate în anul 2023 în cadrul proiectului din Programul de Stat.....	27
Anexa nr. 3. Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2023.....	30
Anexa nr. 4. Componenta echipei conform contractului de finanțare 2023.....	31

### **1. Scopul etapei 2023 conform proiectului depus la concurs**

Eficientizarea proiectării și elaborării seriei de nanosateliți cu o varietate de misiuni educaționale și cercetare spațială prin unificarea componentelor/subsistemelor satelitare, acumularea experienței pentru dezvoltarea și lansarea seriei de nanosateliți ”TUMnanoSAT” cu noi misiuni educaționale și cercetare, la fel și promovarea tehnologiilor spațiale.

### **2. Obiectivele etapei 2023 .**

Pentru etapa anului curent s-au stabilit următoarele obiective:

- ✓ Monitorizarea, postoperarea și prelucrarea datelor de la nanosatelitul ”TUMnanoSAT” precum și dezvoltarea în continuare a seriei de nanosateliți ”TUMnanoSAT” cu formatul 1,5U, 2U, 3U cu misiuni de cercetare.
- ✓ Modernizarea stațiilor terestre CNTS pentru comunicarea cu seria de nanosateliți ”TUMnanoSAT” și asigurarea accesului prin telehidare a altor stații terestre.
- ✓ Procesarea datelor telemetrice, științifice și imaginilor capturate cu ajutorul nanosateliților sistematizarea rezultatelor de la nanosenzorii de radiație.
- ✓ Acumularea experienței și dezvoltarea pentru lansarea seriei de nanosateliți ”TUMnanoSAT” cu noi misiuni educaționale și cercetare.

### **3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2023.**

Pentru etapa anului curent s-au planificat următoarele activități:

- ✓ Asamblarea modulelor satelitare de zbor pentru nanosateliți tip 2U/3U TUMnanoSAT.
  - Confecționarea prototipului calculatorului de bord pentru nanosateliții seriei TUMnanoSAT cu misiuni complexe.
  - Dezvoltarea softului de sistem (RTOS + drivere + librării) ale calculatorului de bord pentru nanosateliții seriei TUMnanoSAT cu misiuni complexe.
  - Elaborarea softului ale calculatorului de bord de control atitudine (ADCS) pentru nanosateliții seriei TUMnanoSAT cu misiuni complexe.
  - Elaborarea și confecționarea prototipurilor modulelor de sarcină utilă pentru misiuni noi de cercetare a nanosenzorilor, senzorilor de control atitudine și navigație.
  - Confecționarea pieselor structurilor de nanosatelit de tip 2U și asamblarea lor
  - Elaborarea și confecționarea prototipurilor modulelor satelitare pentru cercetarea la radiația UV a materialelor nanostructurate de CdZnS.
- ✓ Testarea finală și pregătirea de lansare a nanosateliților cu noi misiuni.
  - Asamblarea prototipului TUMnanoSAT – 2U cu noi misiuni în camera curată a Centrului Național Tehnologii Spațiale.
  - Testarea funcțională a prototipului TUMnanoSAT – 2U cu noi misiuni în camera curată a Centrului Național Tehnologii Spațiale.
  - Testarea funcțională, termică, vacuum și vibrații a prototipului TUMnanoSAT – 2U cu noi misiuni pe infrastructura Institutului Științe Spațiale și companiei RISE (ROSA).
- ✓ Modernizarea stațiilor de terestre de comunicare cu nanosateliții cu noi misiuni.
- ✓ Promovarea tehnologiilor spațiale: publicații monografie, articole științifice, participări la conferințe internaționale și saloane de invenții.
- ✓ Perfectarea raportului anual și prezentarea rezultatelor anuale.

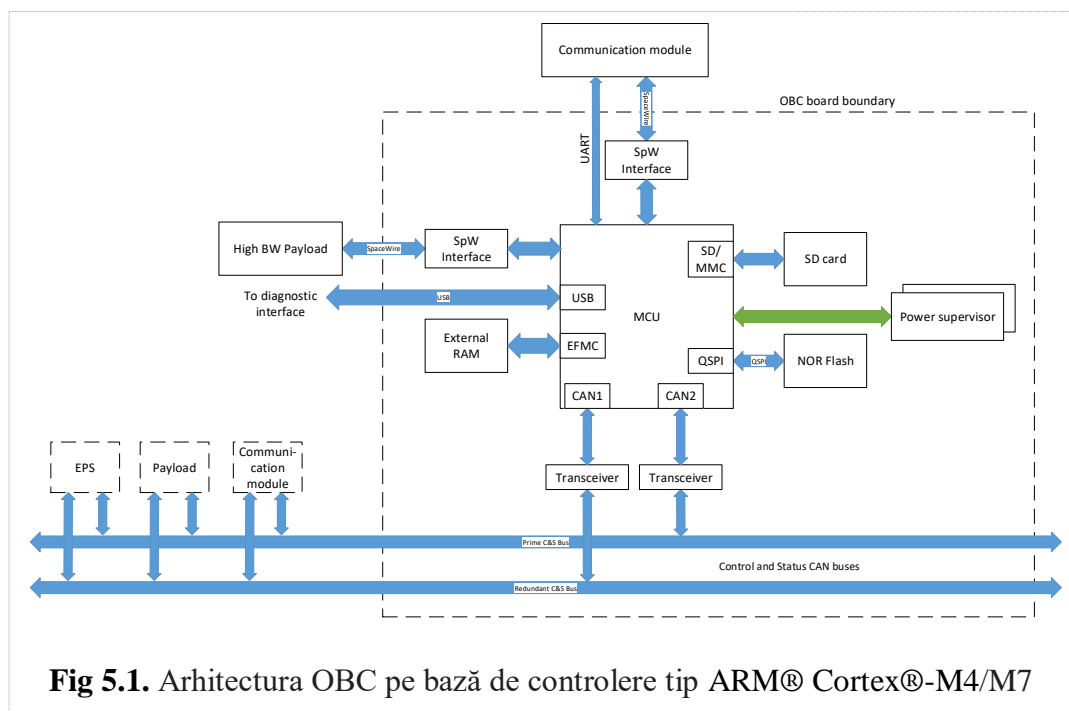
- 4. Acțiunile realizate.** La etapa anului curent s-au realizat următoarele activități:
- ✓ Asamblarea modulelor satelitare de zbor pentru nanosateliți tip 2U/3U TUMnanoSAT.
    - Confecționarea prototipului calculatorului de bord pentru nanosatelii seriei TUMnanoSAT cu misiuni complexe;
    - Dezvoltarea softului de sistem (RTOS + drivere + librării) ale calculatorului de bord pentru nanosatelii seriei TUMnanoSAT cu misiuni complexe.
    - Elaborarea softului ale calculatorului de bord de control atitudine (ADCS) pentru nanosatelii seriei TUMnanoSAT cu misiuni complexe.
    - Elaborarea și confecționarea prototipurilor modulelor de sarcină utilă pentru misiuni noi de cercetare a nanosenzorilor, senzorilor de control atitudine și navigație.
    - Confecționarea pieselor structurilor de nanosatelit de tip 2U și asamblarea lor.
    - Elaborarea și confecționarea prototipurilor modulelor satelitare pentru cercetarea la radiația UV a materialelor nanostructurate de CdZnS.
  - ✓ Testarea finală și pregătirea de lansare a nanosateliiților cu noi misiuni.
    - Asamblarea prototipului TUMnanoSAT – 2U cu noi misiuni în camera curată a Centrului Național Tehnologii Spațiale.
    - Testarea funcțională a prototipului TUMnanoSAT – 2U cu noi misiuni în camera curată a Centrului Național Tehnologii Spațiale.
    - Testarea funcțională, termică, vacuum și vibrații a prototipului TUMnanoSAT – 2U cu noi misiuni pe infrastructura Institutului Științe Spațiale și companiei RISE (ROSA) – *(cu excepția testelor la vibrații)*.
  - ✓ Modernizarea stațiilor de terestre de comunicare cu nanosateliiții cu noi misiuni.
  - ✓ Promovarea tehnologiilor spațiale: publicații monografie, articole științifice, participări la conferințe internaționale și saloane de invenții.
  - ✓ Perfectarea raportului anual și prezentarea rezultatelor anuale.

## 5. Rezultatele obținute

### 5.1 Asamblarea modulelor satelitare de zbor pentru nanosatelii tip 2U/3U TUm nanoSAT.

#### 5.1.1 Confecționarea prototipului calculatorului de bord.

În bază de analiză a performanțelor arhitecturale am preconizat să determinăm, care este mai eficientă pentru realizarea misiunilor concrete ale nanosatelitelor. Inițial am analizat o arhitectură similară OBC TUMnaoSAT-1U, caracteristică pentru mai mulți nanosatelii. Avantajul acestora este simplitatea, dar latura slabă este conexiunea individualizată cu senzorii de bază și celelalte componente ale sarcinilor utile. Prin urmare, aplicarea acestui OBC la sateliți cu diverse misiuni, necesită reconfigurarea semnificativă, parțial, a hard-ului și mai mult a softului respectiv. Ne-am propus o arhitectură mai performantă, care ar la fel simplă cu un singur MCU, dar cu posibilitate de conexiune prin magistrală cu senzorii de bază și celelalte componente ale sarcinilor utile. În această variantă de arhitectură OBC am inclus două porturi de viteză înaltă SpaceWire separate, care pot fi conectate la un router extern sau prin conexiune point-to-point. Unul pentru comunicarea cu payload-ul și altul pentru schimbul de date cu subsistemul de comunicare. Pe lângă interfața SpaceWire această variantă prevede și o interfață serială UART- compatibilă pentru a comunica cu module radio mai simple care nu au o viteză înaltă de transfer a datelor. Pentru monitorizare și control OBC este dotat cu două interfețe CAN (una primară și a doua redundantă) separate pentru a monitoriza celelalte subsisteme ale satelitelor și a transmite comenzi către ele (vezi fig. 5.1). Pentru diagnostică, monitorizare în timp real și accesul la datele din unitatea de stocare a satelitelor, OBC este prevăzut cu o interfață USB device prin care satelitul poate fi ușor conectat la un PC.



**Fig 5.1.** Arhitectura OBC pe bază de controlere tip ARM® Cortex®-M4/M7

A fost propusă și alte varinante de arhitectură OBC cu un MCU. Pentru a face posibil schimbul de date de viteză înaltă între oricare două subsisteme ale satelitelor, această variantă de OBC include un router SpaceWire. Acesta direcționează pachetele și asigură arbitrarea transferurilor de pachete dintre subsistemele conectate la porturile router-ului. Routerul SpaceWire este conținut o matrice de interconectare, logica de arbitrar și un unitate de comandă (controller). Utilizarea unui router SpaceWire permite conectarea și conlucrarea a mai multor module OBC și

unități de stocare simultan în același sistem, facilitând implementarea unui sistem scalabil (vezi Viorel Bostan, ș.a. Programul KIBOCUBE: Provocările și experiența Universității Tehnice din Moldova în dezvoltarea nanosateliților. – Chișinău: Bons Office, 2022, 265 p. <http://repository.utm.md/handle/5014/22038>). E important, că router-ul face posibilă izolarea fizică a magistralelor astfel că pierderea funcționării unui subsistem sau port nu afectează capacitatea de comunicare acelorlalte subsisteme ale satelitului.

Pentru obține redundanță mai înaltă și totodată paralelizarea proceselor de prelucrare a datelor sunt incluse 2 MCU identice. Fiecare MCU monitorizează funcționarea celuilalt cu ajutorul unui modul bidirecțional numit supervisor și a unui set de semnale asociate interfețelor lui cu fiecare MCU folosind un protocol de tip semnal-răspuns. În cazul când un MCU funcționează anormal supervisorul detectează acesta și comunică celuilalt MCU pentru ca acesta să preia sarcina celui nefuncțional. Fiecare MCU este conectat la celelalte subsisteme prin 2 interfețe CAN (una primară și alta redundantă) pentru monitorizare și control, precum și printr-o interfață serială de viteză înaltă SpaceWire pentru schimbul unor volume de date mari dintre OBC și alte subsisteme care generează și/sau consumă volume semnificative de date cum ar fi subsistemul de comunicare, payload și unitățile de stocare externe.

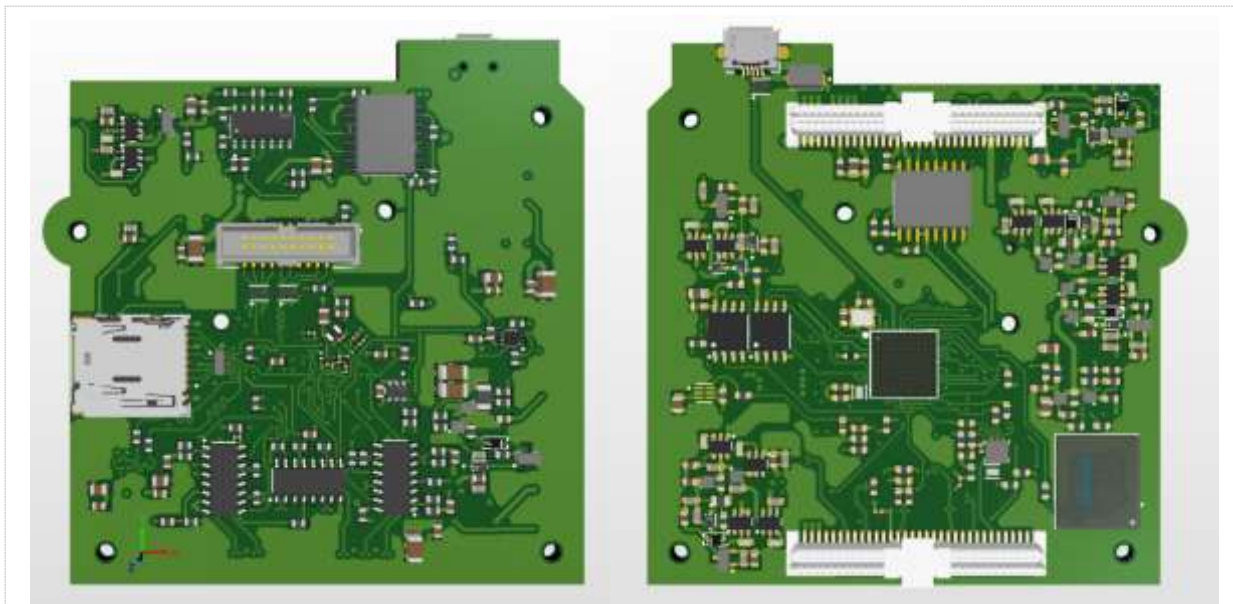
În scopul dezvoltării performanțelor OBC pentru a satisface toate necesitățile misiunilor nanosateliților, s-a aplicat a doua ”pârghie” – tipul microcontrolerului din gama ARM® Cortex®-M4/M7. Datorită fiabilității dovedite și configurațiilor bogate în caracteristici, care sunt disponibile, ne-am orientat la un procesor bazat pe ARM pentru unitatea de procesare a acestui nanosatelit în calitate de nucleu al OBC-lui. Pentru misiunile nanosateliților, durata cărora este de ordinul 2-3 ani, cu scop de verificare tehnologică și algoritmică, ce e caracteristic pentru cei educaționali, ne-am propus microcontrolerele tip STM32F4xx, comercial disponibile (COTS), care se bazează pe arhitectura ARM Cortex-M4, bază pentru microcontrolere de la un număr de alți producători, inclusiv TI, NXP, Toshiba și Atmel. Un alt factor important este partajarea unui nucleu comun ce înseamnă că instrumentele de dezvoltare software, inclusiv compilatorul și debugger sunt comune într-o gamă largă de micro-controlere. Cortex-M4 diferă de generațiile anterioare ale procesoarelor ARM prin definirea unui număr de periferice cheie ca parte a arhitecturii de bază, inclusiv întreruperile controlerului, sistem de cronometrare, și depanare și urmărire hardware (inclusiv interfețe externe).

Prin urmare, s-a selectat seria de MCU STM32F4, care este de înaltă performanță cu instrucțiuni DSP și FPU - ARM® Cortex®-M4 și utilizează tehnologia NV STM și ART Accelerator™ pentru a atinge cele mai înalte scoruri de referință din industrie pentru microcontrolerele Cortex-M cu până la 225 DMIPS/608 CoreMark care rulează din memoria Flash cu până la 180 MHz. Prin scalarea dinamică a puterii, consumul curent care rulează de la Flash variază de la 89 μA/MHz pe STM32F410 până la 260 μA/MHz pe STM32F439. Seria STM32F4 este compusă din opt linii de produse compatibile ale controlorilor de semnal digital (DSC), o simbioză perfectă a capabilităților de control în timp real ale unui MCU și performanța procesării semnalului unui procesor digital de semnal (DSP):

- ✓ STM32F446 - 180 MHz/225 DMIPS, până la 512 Kbytes de memorie Flash cu interfață dublă Quad-SPI și SDRAM;
- ✓ STM32F407/417 - 168 MHz CPU/210 DMIPS, până la 1 Mbyte de memorie Flash adăugând Ethernet MAC și interfața camerei;
- ✓ STM32F405/415 - 168 MHz CPU/210 DMIPS, până la 1 Mbyte de memorie Flash cu conectivitate avansată și criptare.

(Mai multe detalii, vezi Viorel Bostan, ș.a. Programul KIBOCUBE: Provocările și experiența Universității Tehnice din Moldova în dezvoltarea nanosateliților. – Chișinău: Bons Office, 2022, 265 p. <http://repository.utm.md/handle/5014/22038>)

S-a realizat schema electrică principală al OBC-2 și repectiv s-au proiectat și fabricat PCB-ul (fig. 5.2)



**Fig 5.2.** PCB-ul și modulul real al OBC în format PC-104 pe bază de controlere tip ARM Coretx M4 STM32F446.

### **5.1.2 Dezvoltarea softului de sistem (RTOS + drivere + librării) pentru nanosateliții seriei TUMnanoSAT cu misiuni complexe.**

Datorită experienței acumulate în elaborarea microsatelitului ”SATUM” și prototipurilor de naosateliți în cadrul proiectelor precedente, elaborarea software pentru nanosatelitului TUMnanoSAT-2U nu ne-a creat provocări sau dificultăți. În cazul nanosatelitului TUMnanoSAT-2U puterea de calcul la fel se concentrează pe OBC, iar microcontrolerelor subsistemelor li se deleghează funcții auxiliare. În astfel de situație am considerat necesar de preluat conceptual software TUMnanoSAT-1U și dezvoltat structura software de tip modular, care realizează în mod concurrent o serie de procese/task-uri paralele. Prin urmare, soft-ul dat l-am fundamentat pe un microsistem de operare RTOS, care distribuie resursele OBC-ului în tim real pentru zeci de procese cu diverse sarcini și diferite priorități.

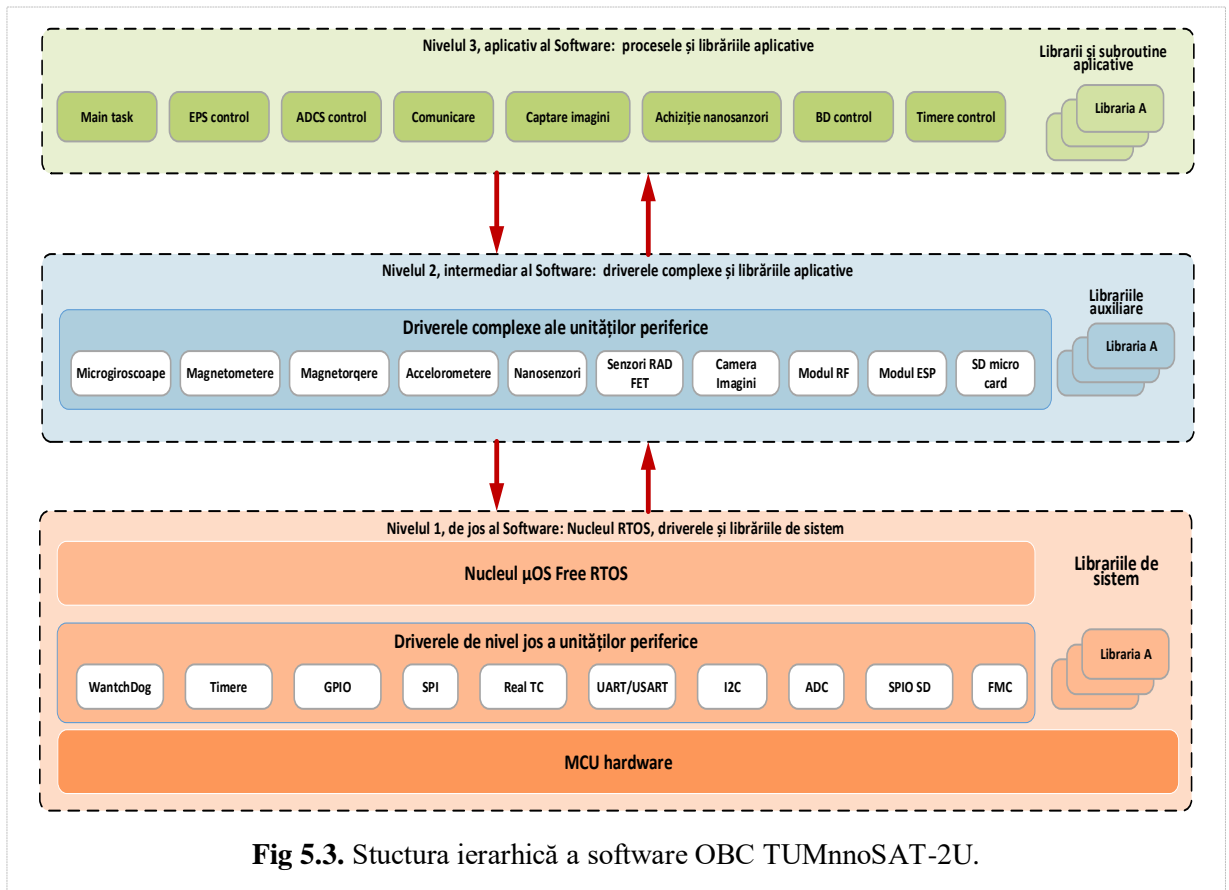
S-a propus că nanosatelitului trebuie să fie prezentat ca o mașină cu stări finite și să fie modelat de software OBC-lui. Fiecare stare are un set predeterminat de acțiuni/sarcini logice de rulat, care sunt reprezentate abstract ca procese independente în memoria OBC. Tranzițiile de stări au loc prin sondarea valorilor stărilor satelitului. Totodată, întreruperile hardware trebuiesc implementate pe perifericile selectate, care asigură o comutare asincronă la stările de urgență pentru siguranță.

Ținând cont de aceste cerințe, la fel și de structura și misiunile nanosateliților TUMnanoSAT, s-a păstrat structura conceptuală a soft-ului, care include o gamă de module, care efectuează achiziția continuă a datelor de toate subsistemele satelitului, setului de senzori, și stocarea lor în baza de date. O altă serie de module efectuează procesarea datelor în conformitate

cu cerințele subsistemelor și transmiterea lor către stațiile terestre la solicitarea acestora. O altă serie de module efectuează configurarea componentelor/subsistemelor satelitelui în funcție de necesitate.

Această gamă de module de program se rulează ca procese independente sau interdependente sub controlul microsistemului de operare RTOS. Accesul la unitățile periferice, inclusiv a subsistemelor se realizează prin intermediul setului de drivere, parte componentă a RTOS. Elaborarea softului necesită divizarea ierarhică a modulelor de program în corespundere cu teoria sistemelor de operare. Pentru sistemele încapsulate (embedded systems) se conturează trei nivele (fig. 5.3) :

- ✓ Nivelul de jos, care interacționează nemijlocit cu parte hard a microcontrolului, include nucleul microsistemului de operare Free RTOS, setul de drivere de nivel jos, care controlează toate unitățile periferice și librăriile de sistem, necesare nucleului și setului de drivere;
- ✓ Nivelul intermediar, conține setul de drivere complexe de interacțiune cu componentele concrete ale nanosatelitelui TUMnanoSAT: toată gama de senzori, actuatori și librăriile auxiliare. De menționat că la acest nivel sunt plasate toate modulele de program, care realizează și asigură sistemul de fișiere pe micro-card SD;
- ✓ Nivelul aplicativ conține toate modulele, care se realizează în formă de procese/task-uri



independente sau/și interdependente, inclusiv librăriile aplicative.

De menționat, că elaborarea software pentru fiecare nanosatelit prevede crearea modulelor de program pentru nivelul intermediar și cel aplicativ, ținând cont de componența și misiunile nanosatelitelui. (Mai multe detalii, vezi Viorel Bostan, ș.a. Programul KIBOCUBE: Provocările și experiența Universității Tehnice din Moldova în dezvoltarea nanosateliților. – Chișinău: Bons Office, 2022, 265 p. <http://repository.utm.md/handle/5014/22038>)



### 5.1.3 Confecționarea pieselor structurilor de nanosatelit de tip 2U și asamblarea lor.

Elaborarea noii structuri mecanice prototip a nanosatelitului UTM în format 2U a fost necesară din următoarele considerente: mărirea sarcinii utile și dotarea nanosatelitului cu un sistem de orientare spațială precisă. În acest scop, a fost identificat un *Sistem de determinare și control al atitudinii* (ADCS) potrivit cu standardul CubeSat, model MAI-200, produs de o companie din SUA. Acest sistem este destinat pentru orientarea spațială precisă pe 3 axe a nanosatelitelor cu masa de până la 9 kg. Reieșind din dimensiunile sistemului ADCS și din indicațiile standardului CubeSat au fost stabilite dimensiunile elementelor componente ale structurii nanosatelitului 2U. Modulul structurii mecanice a nanosatelitului constă dintr-un șasiu, care are scopul principal menținerea rigidității ansamblului și interconexiunea elementelor electronice. Majoritatea structurilor sunt executate din aliaj de aluminiu 6061 sau 7075 anodizat, datorită masei reduse, costului scăzut și rezistenței sporite la acțiunile factorilor de mediu.

Pentru misiunea prototipului de laborator a nanosatelitului în format 2U a fost acceptată o structură de rezistență, avantajele căreia sunt simplitatea constructivă, masa redusă și rigiditatea sporită au influențat decizia în favoarea acestui model. În figura 5.4 este prezentată o vedere generală a ansamblului nanosatelitului în format 2U.

Una dintre etapele de proiectare a sateliților este analiza comportamentului conform condițiilor de exploatare. Această analiză constă din rularea unor teste virtuale care pot include testul de fabricabilitate, un test de analiză a tensiunilor admisibile și testul de analiză a răspunsului dinamic. Efectuarea unor astfel de studii asupra modelelor conduce la optimizarea pieselor și sporirea capacității de funcționare în mediul dorit. Modelul virtual al structurii satelitului este testat de mai multe ori, eliminându-se o bună parte din testele reale și obținându-se reducerea costurilor. Totodată, este optimizată și masa pieselor determinându-se valoarea ei minimă pentru a avea o rezistență structurală adecvată.

Înainte de efectuarea testelor virtuale ale satelitului este necesară pregătirea geometriei adecvate și stabilirea condițiilor la limită. Pentru majoritatea navelor spațiale, inclusiv sateliții, cele mai mari solicitări au loc în timpul lansării. Acestea includ accelerația  $g$  (longitudinală și laterală) și solicitarea la vibrații aleatorii și armonice pe diferite game de frecvență. Valoarea accelerației  $g$  este furnizată de compania care va asigura lansarea satelitului. Odată ce toate sarcinile și caracteristicile de lansare sunt cunoscute, structura poate fi modelată și testată folosind diverse softuri de modelare și simulare (SolidWorks, Fusion 360, ANSYS etc.). Aceste aplicații oferă diverse module pentru simularea fabricabilității și pentru analiza structurală a modelelor create. Testele de fabricabilitate facilitează determinarea condițiilor de prelucrare a pieselor, astfel încât utilizatorii să poată estima timpul, complexitatea și costurile necesare pentru realizarea lor. Testele de analiză structurală facilitează determinarea rezistenței ansamblului satelitului conform caracteristicilor de lansare și zbor specificate.

Pentru efectuarea analizei cu elemente finite a satelitului în bune condiții au fost impuse următoarele simplificări:

- Toate componentele interne care nu se află pe traiectoria principală de solicitare au fost înlocuite cu o masă punctiformă simulată în interiorul structurii. Această masă este situată în centrul satelitului sau în centrul componentei simulate și este conectată la structura principală.
- Masa componentelor externe în afara structurii principale, cum ar fi celulele solare, a fost inclusă sub formă de masă punctiformă fixată cu șuruburile respective;

- Condiția de contact global lipit este utilizată la filetele elementelor de fixare pentru a elimina erorile create de șuruburi și geometria complexă. Condiția de contact glisant fără frecare este utilizată la interfața componentelor.

- Structura de rezistență este simplificată prin suprimarea filetelor și a orificiilor;

- Pentru materialele utilizate sunt aplicate proprietățile lor reale;

- Toate elementele de fixare (șuruburi) sunt pretensionate cu forțe axiale echivalente momentului de torsiune admisibil (tabelul 5.1).

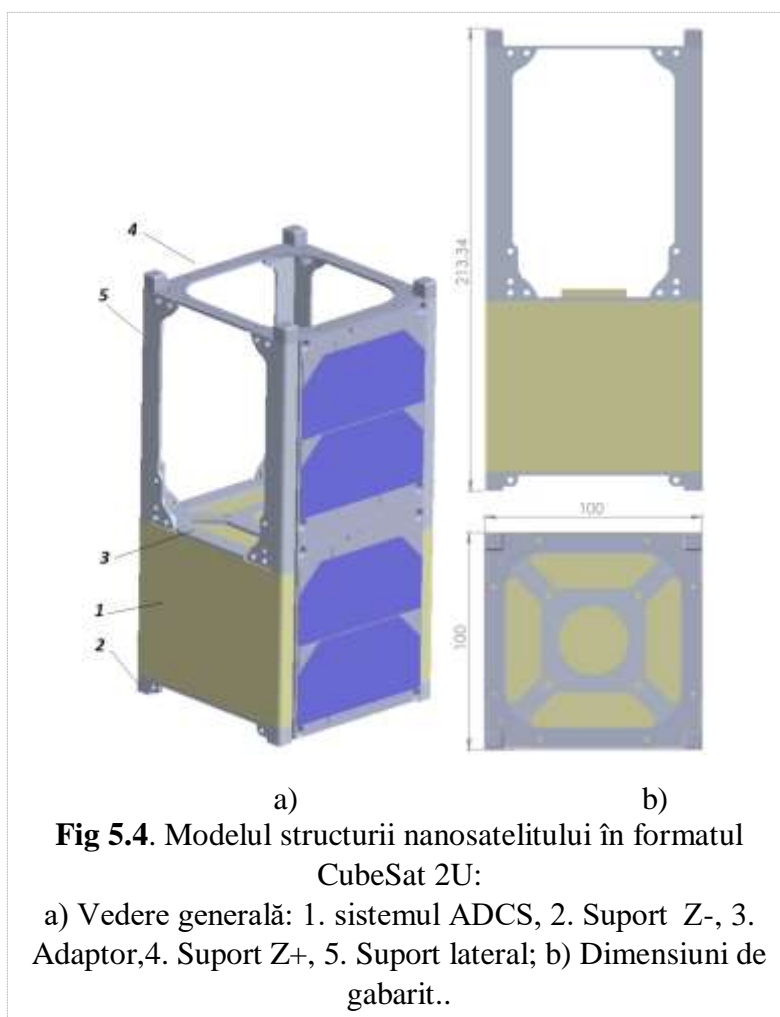
În rezultatul simulărilor au fost analizați următorii parametri de interes: tensiunile von Mises, deplasarea, deformarea și factorul de siguranță. După o serie de simulări au fost depistate zonele critice (în care factorul de siguranță este la limita admisibilă) și luate măsuri pentru excluderea lor cum ar fi modificarea geometriei sau a materialelor.

În tabelul 5.1 sunt prezentate condițiile de constrângere impuse, iar în tabelul 5.2 sunt prezentate valorile sarcinilor statice care acționează asupra structurii nanosatelitului.

**Tabelul 5.1.** Condiții de constrângere

Analiza frecvenței naturale	fața șinelor -Z	Geometrie fixă
	fața șinelor +Z	Geometrie fixă
	Suprafața șinelor în contact cu lansatorul	Fără constrângeri
	Fața filetului / materialul contactat	Contact global lipit
	Starea limită între alte materiale	Contact glisant fără frecare
Analiza sarcinii statice /Analiza șuruburilor	-Z fața șinelor	Geometrie fixă
	+Z fața șinelor	Fără constrângere *
	Suprafața șinelor în contact cu lansatorul	Fără constrângere
	Filetul / materialul contactat	Contact global lipit
	Cap de șurub / material contactat	Contact global lipit
	Starea limită între alte materiale	Contact glisant fără frecare

\* Fixarea axelor X și Y este, de asemenea, acceptabilă



**Fig 5.4.** Modelul structurii nanosatelitului în formatul CubeSat 2U:

a) Vedere generală: 1. sistemul ADCS, 2. Suport Z-, 3. Adaptor, 4. Suport Z+, 5. Suport lateral; b) Dimensiuni de gabarit..

**Tabelul 5.2.** Condiții de solicitare

	Starea de încărcare	Locație	Valoare
Analiza frecvenței proprii	fără sarcină	-	-
Analiza sarcinilor statice / Analiza șuruburilor	forța	+Z fața șinelor	46.6 N (fiecare șină)
	gravitație/ pretensionare	-	9G (direcția este modificată în fiecare caz de analiză)

**Tabelul 5.3.** Sarcina axială a elementelor de fixare (șuruburi)

Tip	Diametru nominal, [m]	Cuplul inițial, [Nm]	Sarcina axială, [N]
M3	0.003	0.63	1050

Modelul structurii satelitului a fost testat (virtual) la condițiile de solicitare pentru cele trei direcții ale sistemului de coordonate (notate cu literele A, B și C). Prezentăm un caz particular cu condițiile de analiză ce conțin următoarele aspecte (tabelul 5.4):

- Folosind nivelurile de accelerație cvasistatice ale lansatorului, modelul a fost supus unei sarcini statice de 9G ( $88,3 \text{ ms}^{-2}$ ) în plan cu axa de lansare ( $1\text{G} = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ );
- O forță axială de 46,6 N se aplică pe fiecare șină;
- Fiecare șină este fixată rigid la bază (axa -Z).

**Tabelul 5.4.** Sarcina aplicată (analiza A)

Sarcina	axa X	axa Y	axa Z
Sarcina compresivă	-	-	46.6 N
Sarcina statică	9G	-	-

Rezultatele simulărilor modelului satelitului sunt prezentate în tabelele 5.5 pentru cele trei cazuri. După mai multe încercări și setări, valorile tensiunilor von Mises maxime s-au obținut de 74 MPa, 67,6 MPa și 10,3 MPa în analiza A, B și respectiv C.

**Tabelul 5.5.** Tensiunile din elementele structurii satelitului și marja de siguranță (analiza A)

Elemente construct.	Mater.	Tens. maximă (Smax) [MPa]	Limita de curgere Fty [MPa]	Rezistența la rupere, Ftu [MPa]	MS <sup>*1</sup> ≥ 0 (curgere) FS <sup>*2</sup> =1.5	MS <sup>*1</sup> ≥ 0 (rupere) FS <sup>*2</sup> =2	Smax/Ftu <30[%]
Cadru	Al 6061	74	275	310	1.48	1.09	23.9
Tije de asamblare	Al 6061	26.4	275	310	5.94	4.87	8.5

\*1: Marja de siguranță, \*2: Factorul de siguranță

Marja de siguranță pentru diferitele componente ale cadrului a fost calculată cu relația de mai jos utilizând un factor de siguranță de 1,5 pentru limita de curgere (Fty) și 2,0 rezistența la rupere (Ftu).

$$MS = \frac{Ftu}{S_{max} \times FS} - 1 \geq 0, \quad (5.1)$$

Structura de rezistență este necesar să îndeplinească și următoarea condiție:

$$\frac{S_{max}}{F_{tu}} < 30\%$$

unde:  $S_{max}$  - tensiunea maximă aplicată

$F_{tu}$  - Rezistența la rupere a materialului.

Comportamentul dinamic al satelitului a fost analizat prin verificarea oscilațiilor armonice (a frecvențelor proprii). Aceste verificări sunt necesare pentru a depista apariția fenomenului de rezonanță. Verificarea formelor oscilațiilor armonice și a frecvențelor proprii a fost efectuată cu ajutorul aplicației de analiză modală *Modal* din platforma ANSYS Workbench. Condițiile de analiză se rezumă la fixarea ambelor capete ale celor 4 șine din structura satelitului.

#### 5.1.4 Elaborarea și confecționarea prototipurilor modulelor satelitare pentru cercetarea la radiatia UV a materialelor nanostructurate.

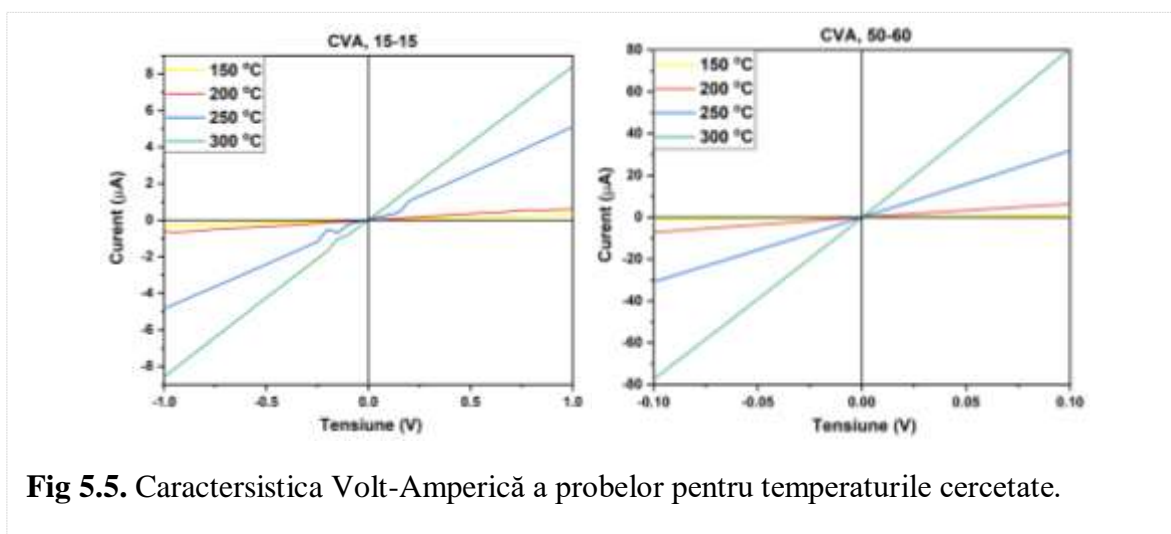
S-au efectuat cercetările proprietăților nanosenzorilor, reprezentați prin probele de nanosenzori pe substrat de Alumina ( $Al_2O_3$ ) - A(15-15) și B(50-60), care urmează a fi testați în condiții de radiație spațială și au fost obținute următoarele rezultate (vezi tabele 5.6, 5.7 și figurile 5.5, 5.6)

**Tabelul 5.6.** Rezistența probei A(15-15) la aplicarea hidrogenului cu concentrația 100ppm (0,5V)

Temperatura		200 °C	250 °C	300 °C	Temp.cam.
Rezistența R(kΩ)	Aer	17,636	3,095	1,275	1,324 MΩ initial
	Gaz	25,316	7,462	3,717	

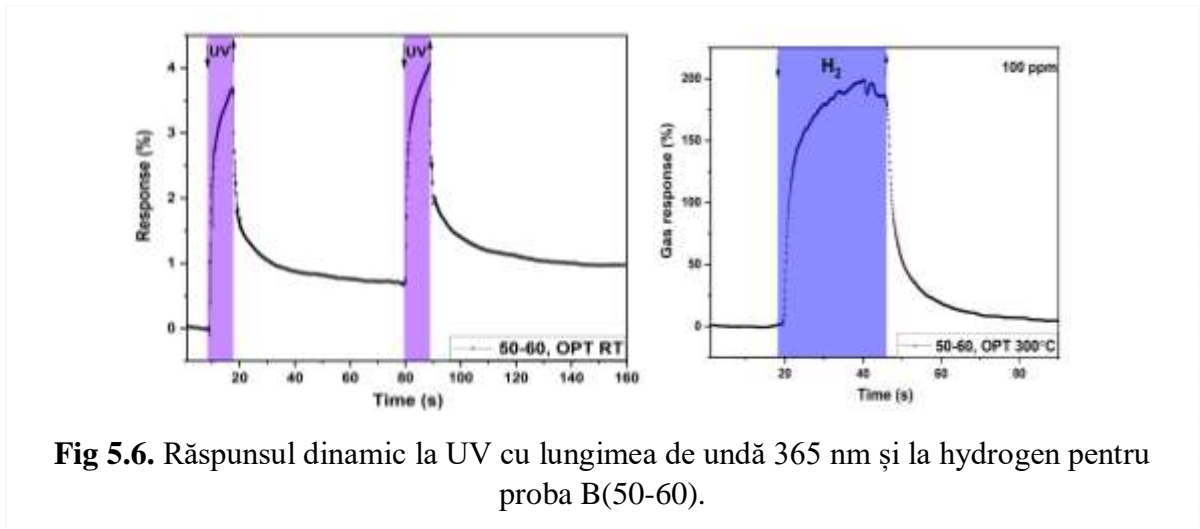
**Tabelul 5.7.** Rezistența probei B(50-60) la aplicarea hidrogenului cu concentrația 100ppm (0,5V)

Temperatura		250 °C	300 °C	Temp.cam.
Rezistența, R(kΩ)	Aer	238,095	122,249	56,433 MΩ initial
	Gaz	364,963	256,410	

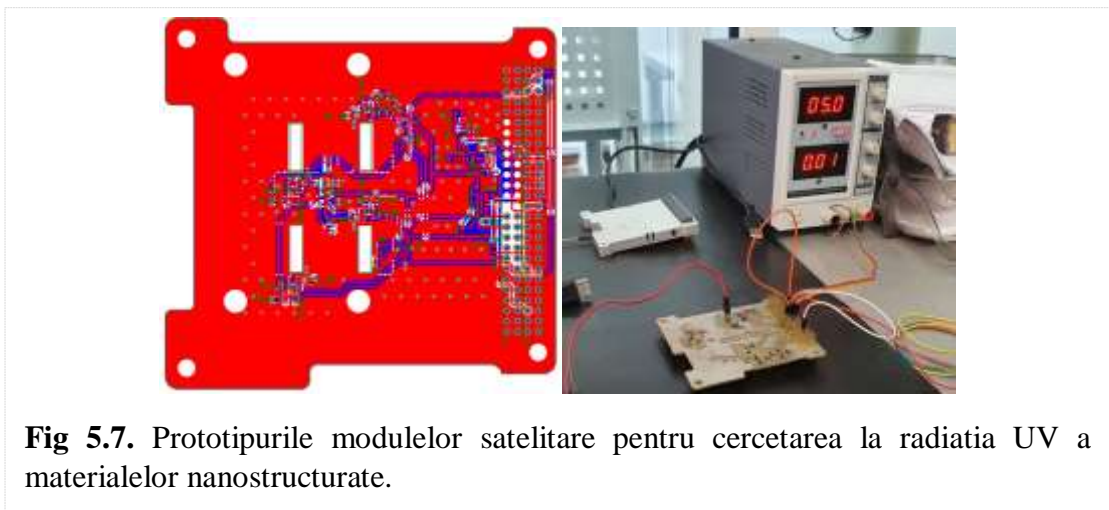


**Fig 5.5.** Caracteristica Volt-Amperică a probelor pentru temperaturile cercetate.

Ținând cont de caracteristicile Volt-Amperice obținute, s-au elaborat schemele electronice și confecționat PCB-urile prototipurilor modulelor satelitare pentru cercetarea la radiația UV a materialelor nanostructurate (fig. 5.7)

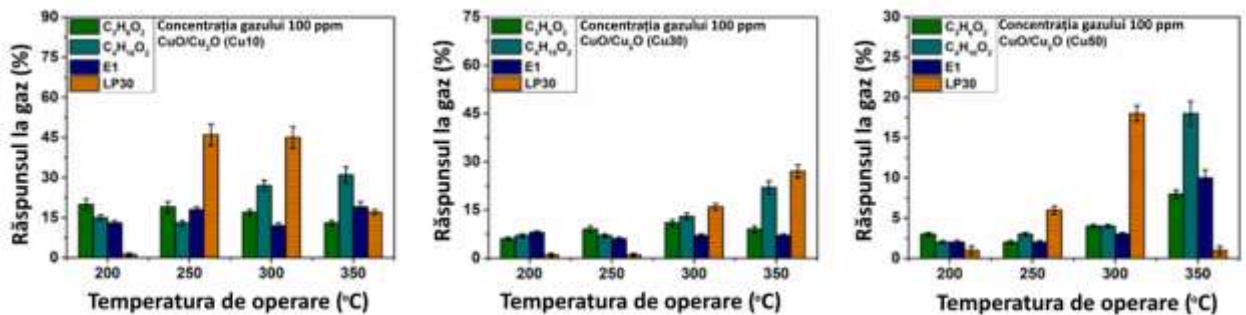


**Fig 5.6.** Răspunsul dinamic la UV cu lungimea de undă 365 nm și la hydrogen pentru proba B(50-60).



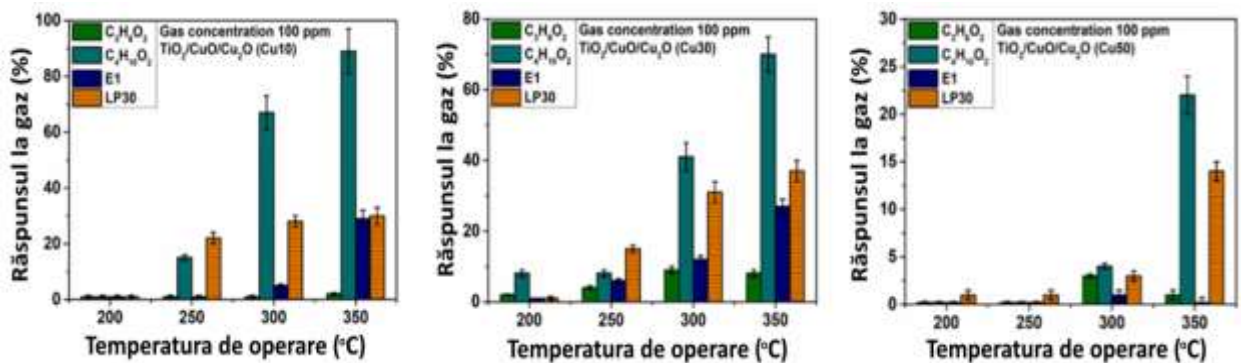
**Fig 5.7.** Prototipurile modulelor satelitare pentru cercetarea la radiația UV a materialelor nanostructurate.

Adițional la activitățile planificate pe anul curent au mai fost elaborați noi senzori pe baza structurilor de  $\text{CuO}/\text{Cu}_2\text{O}$  și  $\text{TiO}_2/\text{CuO}/\text{Cu}_2\text{O}$  cu diferite grosimi ale oxidului de cupru care pot detecta compuși din compuşii volatili din componența bateriilor electrice și anume  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$ , LP30 ( $\text{LiPF}_6$ ) și E1 ( $\text{LiNO}_3$ ). În urma testării la vaporii compușilor au fost obținute următoarele rezultate, prezentate în fig. 5.8:



**Fig. 5.8.** Răspunsul față de vaporii  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$ , LP30 și E1 a structurilor  $\text{CuO}/\text{Cu}_2\text{O}$  cu diferite grosimi ale oxidului de cupru (10 nm, 30 nm și 50 nm).

Analizând figura 5.8 putem afirma că structurile CuO/Cu<sub>2</sub>O sunt selective față de vaporii LP30 (LiPF<sub>6</sub>), unde observăm că răspunsul este ~45% la temperaturile de operare de 250 și 300 °C, iar răspunsul dat s-a folosit pentru senzorii de CuO/Cu<sub>2</sub>O cu grosimea de 10 nm.



**Fig. 5.9.** Răspunsul față de vaporii C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>, LP30 și E1 a structurilor TiO<sub>2</sub>/CuO/Cu<sub>2</sub>O cu diferite grosimi ale oxidului de cupru (10 nm, 30 nm și 50 nm).

În figura 5.9 este prezentat răspunsul față de vaporii C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>, LP30 și E1 a structurilor TiO<sub>2</sub>/CuO/Cu<sub>2</sub>O. Din figura dată se poate observa că prin depunerea stratului de TiO<sub>2</sub> a fost posibil de schimba și mări selectivitatea față de vaporii C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>, unde s-a obținut răspunsul de ~85 % la temperatura de operare de 350 °C.

Astfel au fost obținute noi senzori pe baza structurilor CuO/Cu<sub>2</sub>O și TiO<sub>2</sub>/CuO/Cu<sub>2</sub>O pentru detectarea compușilor volatili din componența bateriilor electrice. Utilizarea acestor senzori vor fi importanți pentru bateriile care vor alimenta nanosatelitul TUM-NanoSat-2U.

## 5.2 Asamblarea și testarea funcțională a prototipului nanosatelitului cu noi misiuni TUMnanoSAT – 2U.

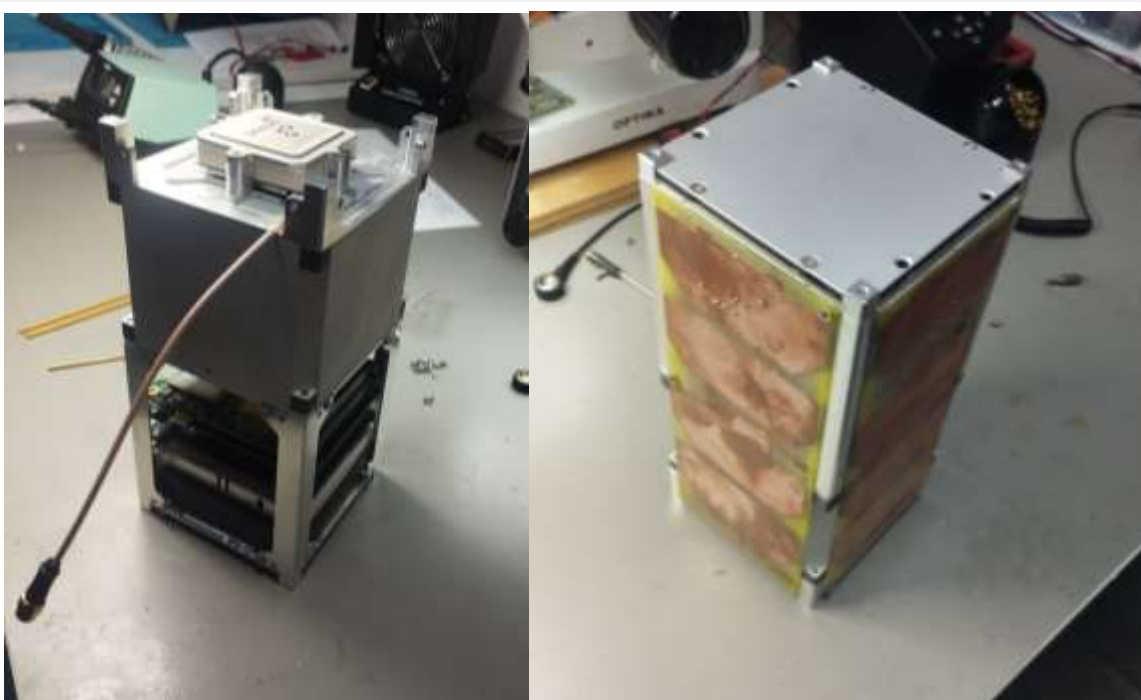
Procedurile de testare prezintă o etapă extrem de importantă, care confirmă dacă proiectul poate avansa spre etapa de lansare sau mai necesită să se efectueze modificări la satelit (Vezi: A basic guide to nanosatellites. California State Polytechnic University. <https://alen.space/basic-guide-nanosatellites/>). Documentele de referință pentru realizarea procedurilor de testări a nanosatelitului TUMnanoSAT-2U au fost luate ca bază procedurile recomandate de către JAXA, fiind cele mai riguroase ([https://aerospacebiz.jaxa.jp/wp-content/uploads/2016/07/jem\\_handbook\\_eng.pdf](https://aerospacebiz.jaxa.jp/wp-content/uploads/2016/07/jem_handbook_eng.pdf)).

La etapa curentă de testare a prototipului TUMnanoSAT-2U s-a realizat conform tuturor rigoriilor menționate în documentele de validare. Dat fiind faptul se efectuează testarea prototipului, nu a modului de zbor, am redus lista de teste reliaze în faza 3, dinter care sunt:

- ✓ Verificarea acumulatorilor – bateriile sunt elementele, care se încadrează în clasa de pericol cea mai înaltă, respectiv trebuie să se demonstreze buna funcționare a acestora, prin realizarea a testelor funcționale, testelor de vacuum, însă fărătestul de vibrație.
- ✓ Procedura de asamblare - această procedură este realizată ca o serie de pași descși cu lux de amănunte pentru prezentarea operațiunii de asamblare cu toate elementele ce urmează a fi folosite, astfel la perioada de revizie se poate de verificat dacă asamblarea satelitului a fost realizată corect.

- ✓ Testul de deschidere a antenei și de emisie RF – acest test este o cerință specifică pentru ISS, care menționează că după lansare, satelitul nu trebuie să emită timp de minim 30 de minute și nu trebuie să fie elemente care se deschid (schimbă dimensiunile satelitelui) – în cazul dat s-a realizat prin simulare pentru a păstra resursele mecanismului de desfășurare a antenelor.
- ✓ Testul de inhibiție – test necesar pentru confirmarea faptului de elementele de dezactivare ale satelitelui sunt realizate conform cerințelor.
- ✓ Inspecția marginilor ascuțite – deși acest test este specific pentru lansarea de pe ISS, ținând cont că satelitul poate fi manipulat de către un astronaut, pentru evitarea oricărui pericol de leziune, s-a perfectat această procedură pentru a satisface cerințele oricărui lansator.

Toate aceste proceduri s-au realizat preliminar în camera curată a Centrului Național Tehnologii Spațiale, apoi au fost repetate pe infrastructura Institutului Științe Spațiale și companiei RISE ale ROSA. Secvențe din procesul de realizare a testelor sunt prezentate în figurile 5.10 (a,b).



a)

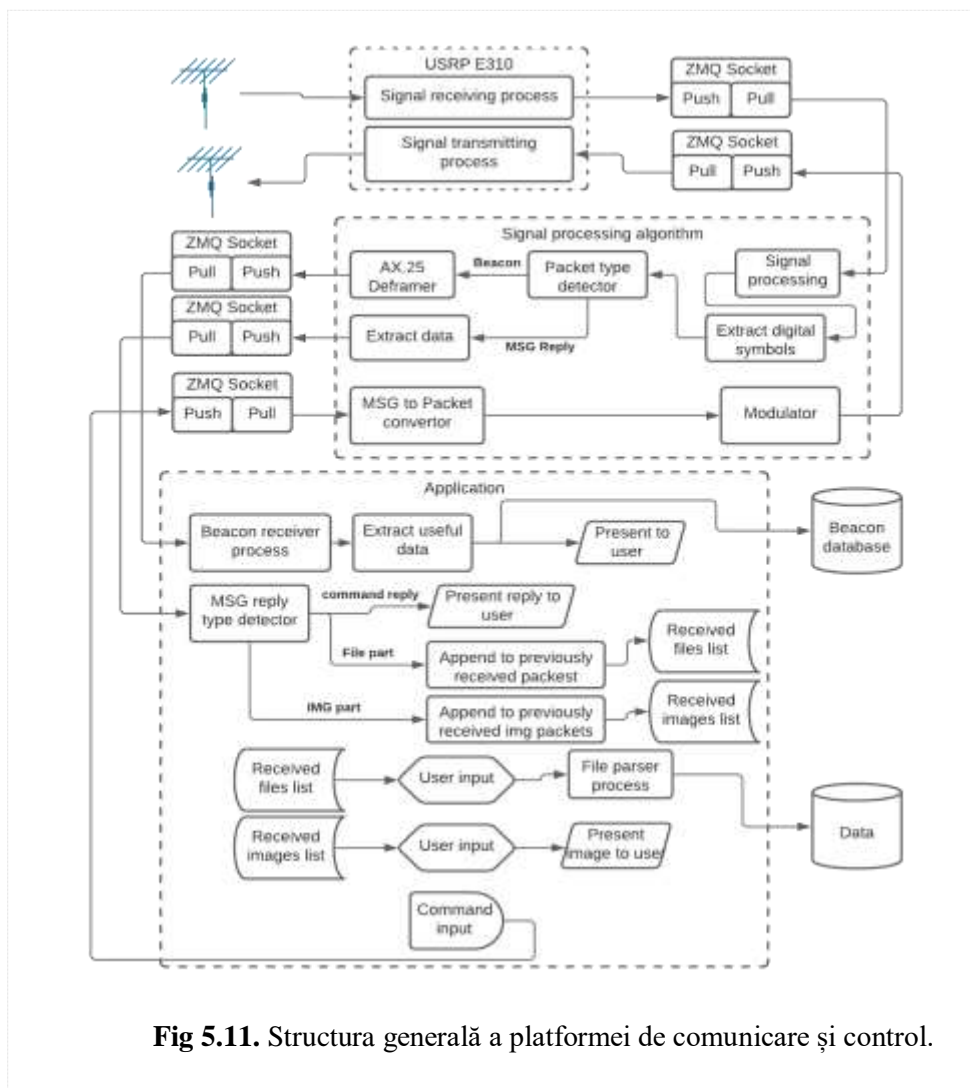
b)

**Fig 5.10.** Prototipul nanosatelitelui TUMnanSAT-2U:

- a) Ansamblul cu antenna GNSS (sus) , modulul ADCS MAI-200 (mijloc), stiva cu module cu sarcină utilă (jos);
- b) Ansamblul cu antenna de bază (sus) și PCB-urile panourilor solare (fără celulele soolare) (lateral).

### 5.3 Modernizarea stațiilor de terestre de comunicare cu nanosatelii cu noi misiuni .

Pentru a favoriza interacțiunea operatorului cu algoritmul complex de comunicare cu nanosatelitul educațional TUMnanoSAT a fost necesară crearea aplicației ce oferă o interfață grafică explicită, ușor de utilizat și care automatizează, pe cât este de posibil, procesul de comunicare. Drept soluție pentru această problemă a fost elaborată aplicația ”Centrul de



**Fig 5.11.** Structura generală a platformei de comunicare și control.

comandă și control pentru nanosatelii din seria ”TUMnanoSAT”, structura căreia este prezentată în figura 5.11.

Aplicația realizată are o funcționalitate extinsă. În primul rând aplicația permite transmiterea comenzilor spre nanosatelitul educațional TUMnanoSAT și recepționarea răspunsurilor de la acesta. Comenzile pot fi de configurare (comenzi care permit setarea parametrilor subsistemelor nanosatelitului), de resetare (comenzi care permit resetarea parametrilor la valorile implicite sau resetarea subsistemelor în parte), de solicitare a datelor (comenzi ce permit solicitarea de la nanosatelitul a datelor înregistrate de subsistemele acestuia), de solicitare a imaginilor (comenzi care permit solicitarea imaginilor efectuate pe o orbită specificată).



## **6. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului**

Proiectul current este deicat pentru a profita de avantajele tehnologiilor și aplicațiilor spațiale în teledetecția terestrială, geodezie, cadasru, meteorologie și diseminarea în alte domenii. Scopul major al acestuia este de a diminua lipsa personalului de știință, ingineri și tehnicieni din domeniul cercetării spațiale și dezvoltarea prin diseminarea experiențelor în domeniul spațial pentru a contribui la construirea de parteneriate pe termen lung cu diferite țări din Europa, să desfășoare activități de informare durabilă, care pot acționa ca catalizatori, motivând studenții și doctoranzii.

Acest proiect are un impact major în îmbunătățirea calității studiilor de inginerie bazate pe tehnologii spațiale moderne, atragerea tinerilor cercetători în dezvoltarea și consolidarea cercetării științifice în domeniul explorării spațiului și a integrării Republicii Moldova în comunitatea țărilor, care dezvoltă tehnologii spațiale (a se vedea: CNTS UTM pe site-ul UNOOSA:

[https://www.unoosa.org/documents/pdf/Access2Space4All/AccSpace4AllxSDGsInterview/AccSpace4All\\_x\\_SDGs\\_Interview\\_KiboCUBE\\_JAXAMoldova\\_1.pdf](https://www.unoosa.org/documents/pdf/Access2Space4All/AccSpace4AllxSDGsInterview/AccSpace4All_x_SDGs_Interview_KiboCUBE_JAXAMoldova_1.pdf) ).

Impactul social se demonstrează prin implicare cu o cotă de 40% în proiect a tinerilor cercetători, printre care sunt trei doctoranzi și doi absolvenți de master. Pe tematica proiectului în anul curent au fost realizate 1 teză de master (Marin Chiriac) și 2 teze de licență (Eugen Cupcinenko, Sorin Tîrnovan), precum sunt promovate în cursul ”Comunicații mobile și satelitare” la programele master ”Sisteme și Comunicații Electronice”, ”Mentenanța și Managementul Rețelelor de Telecomunicații”, ”Securitatea informației în sisteme și rețele de comunicații” de la Facultatea Electronică și Telecomunicații (44 studenți) și programul master ”Calculatoare și rețele informaționale” de la Facultatea Calculatoarea, Informatică și Microelectronică (18 studenți).

## **7. Colaborare la nivel național și internațional în cadrul implementării proiectului**

- ✓ În perioada anului curent am avut colaborare internațională cu diverse organizații, agenții, companii:
- ✓ **Agenția Aerospațială din Japonia (JAXA)**. Programul de cooperare ONU/Japonia privind desfășurarea CubeSat de la Stația Spațială Internațională (ISS) Modulul de experimente japoneze (Kibo) „KiboCUBE” este un program al Oficiului Națiunilor Unite pentru Afaceri Spațiale (UNOOSA) în colaborare cu Agenția de Explorare Aerospațială din Japonia (JAXA). Programul a început în 2015. KiboCUBE este colaborarea dedicată pentru utilizarea ISS Kibo pentru întreaga lume. KiboCUBE își propune să ofere instituțiilor de învățământ sau de cercetare din țările în curs de dezvoltare membre ale Națiunilor Unite oportunități de a desfășura, de la ISS Kibo, sateliți cubi (CubeSats) pe care îi dezvoltă și produc. Implementarea CubeSats de la ISS este mai ușoară decât implementarea directă de către un vehicul de lansare, datorită mediului cu vibrații mai scăzute în timpul lansării.

Colaborarea în continuare cu UNOOSA și JAXA contribuie la construirea capacității noastre naționale în inginerie, proiectare și construcție a obiectelor spațiale.

(<https://global.jaxa.jp/press/2019/06/20190610a.html> )

- ✓ **Biroul ONU pentru Afaceri Spațiale (UNOOSA)** - biroul Secretariatului ONU care promovează și facilitează cooperarea internațională pașnică în spațiul cosmic și ajută țările

în curs de dezvoltare să utilizeze știința și tehnologia spațială pentru o dezvoltare socioeconomică durabilă. Colaboram cu UNOOSA pentru a stabili cadrele legale și de reglementare pentru activitățile spațiale în cadrul proiectului. ([https://www.unoosa.org/documents/pdf/Access2Space4All/AccSpace4AllxSDGsInterview/AccSpace4All\\_x\\_SDGs\\_Interview\\_KiboCUBE\\_JAXAMoldova\\_1.pdf](https://www.unoosa.org/documents/pdf/Access2Space4All/AccSpace4AllxSDGsInterview/AccSpace4All_x_SDGs_Interview_KiboCUBE_JAXAMoldova_1.pdf))

TUMnanoSAT has contributed to capacity-building and the SDGs in many aspects, but the main aspect has been how it has really accelerated education. When we started to work on the Center of Space Technologies, a great focus was put on updating the curriculum to make sure the content taught at the university includes the knowledge that students will need to be able to join satellite projects. And this is a continuous endeavour. We wanted to ensure that the students not only studied the theoretical aspects but had an opportunity to apply what they learned in practical terms. This is where the TUMnanoSAT experience was of great help, as it gave us the opportunity to apply the knowledge and move our hands to develop the hardware and software, but also identify gaps and make our existing curriculum and facilities better. Our university does not have a dedicated aerospace engineering department, but we have different types of engineering such as electrical, mechanical, communications, and computer science. Satellite development is a multidisciplinary activity and faculty and students from all these disciplines came together to organize this curriculum and other courses, inspired by TUMnanoSAT. Furthermore, by working on this project, we identified equipment that would be useful for the development and update our laboratory by obtaining this equipment during the process. Thanks to this, we have some well-equipped facilities that can support capacity-building for future generations in Moldova. We believe this has links to SDG 4 Quality Education.

In Moldova, we have a relatively large discrepancy between the urban and rural areas in quality education. Therefore, we also had a goal to attract more female students and students from under-represented rural areas. We invested in our communications effort to high schools, especially in the rural areas to promote the activities of TUM at the Centre of Space Technologies. Various NGOs showed interest to us since we had female students and staff at the Centre pursuing their academic and professional careers that could be great role models to the female students in Moldova. This is connected to SDG 10: Reduced Inequalities.





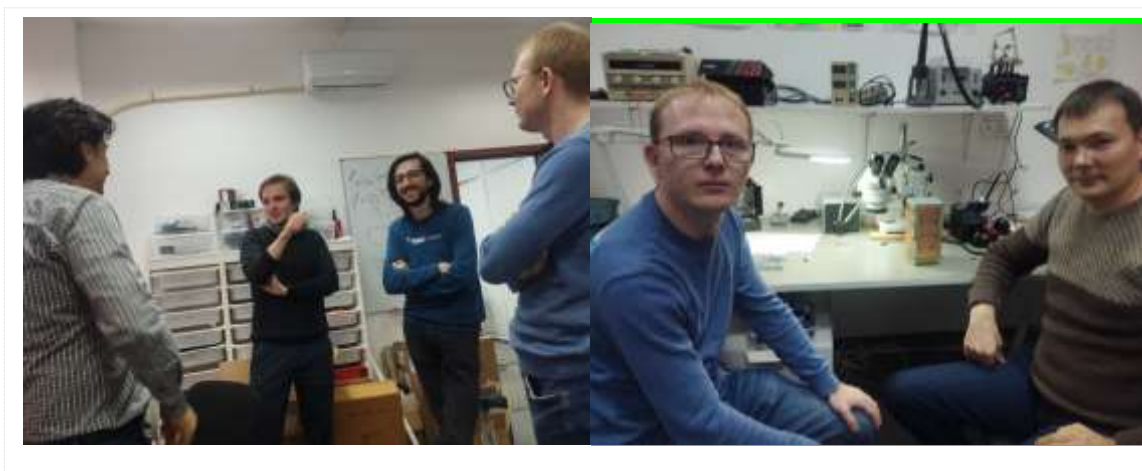

Workshops with female students ©TUM

Promotion event targeted towards young generation in Moldova ©TUM

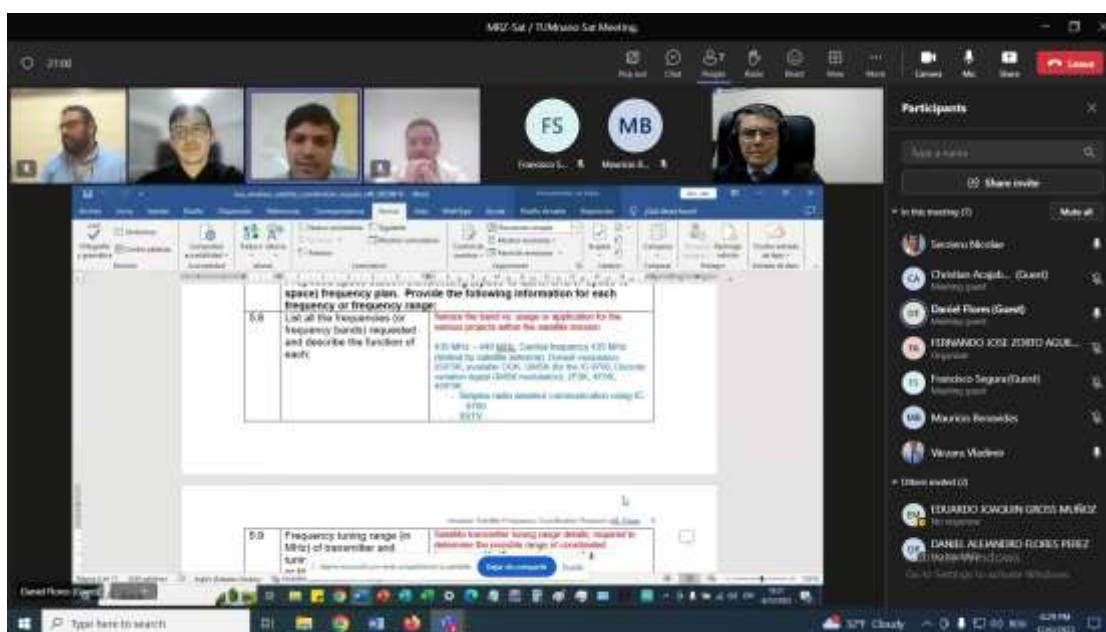
[www.unoosa.org](http://www.unoosa.org)

O altă colaborare constă în participarea la sesiunile din cadrul seriei de seminarii web privind ingineria sistemelor din cadrul inițiativei "Acces la spațiu pentru toți" pe tema "Proiectarea sistemelor de sateliți". Pista de dezvoltare a sateliților are ca scop dezvoltarea capacității de a proiecta, implementa, verifica, opera un satelit într-un mod responsabil și durabil. (<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/access2space4all/index.html>)

- ✓ **Romanian InSpace Engineering (RISE)** - cooperare în cadrul memorandumului de colaborare cu compania pe domenii de proiectele de cercetare și dezvoltare, know-how-ul de prototipare și testare la nivel start-up, consultanță, dezvoltare de elemente de design personalizat și software de automatizare. (<https://roinspace.com/space-consultancy/>)
- ✓ **Uniunea Internațională a Telecomunicațiilor (ITU)**, agenția specializată a Națiunilor Unite pentru tehnologiile informației și comunicațiilor, coordonarea prblemelor de radiocomunicație satelit-stații terestre. (<https://www.itu.int/en/ITU-R/Pages/default.aspx>)



- ✓ **Institutul Științe Spațiale (ISS)** al Agenției Spațiale din Romania (ROSA) – cooperare în cadrul memorandumului de colaborare pe probleme de elaborare și testare sisteme satelitare, testarea nanosateliților pe infrastructura ISS. (<https://www2.space-science.ro/>).
- ✓ **Universitatea Tehnică Națională din Ucraina** "Institutul Politehnic Igor Sikorsky din Kyiv", recent s-a încheiat memorandumul de înțelegere pe probleme de elaborare și testare sisteme satelitare, (<https://kpi.ua/en/iat> )
- ✓ **Universitatea Transilvania din Brașov** – cooperare pe probleme de elaborare și testare sisteme satelitare, (<https://iesc.unitbv.ro/ro/>)
- ✓ **Universitatea Națională Autonomă și Institutul de Cercetare în Științe Aplicate și Tehnologice din Honduras** – consultații și schimb de experiență pe probleme de elaborare și testare sisteme satelitare, testarea nanosateliților, coordonator și manager de proiect Fernando José Zorto Aguilera, doctorat în proiectare, fabricație și management de proiecte industriale (<https://ingenieria.unah.edu.hn/facultad/estructura-organizativa/jefes-y-coordinadores-de-departamento/> )



### Propuneri de proiecte științifice depuse în parteneriat în 2023:

Nr. d/o	Propuneri de proiecte științifice	
1.	<b>Titlul proiectului:</b>	<b>PowVerSA:</b> High-Power Versatile Deployable Solar Array in 1U CubeSat Form Factor
	Director de proiect:	Subham Kumar Gupta, Space Resources Laboratory Ltd.
	Denumirea programului /organizației/fondului internațional	The UK Space Agency International Bilateral Fund Concept Call <a href="http://www.ukspaceagency.gov.uk">www.ukspaceagency.gov.uk</a>
	Parteneriatul	Coordonator: The UK Space Agency International Bilateral Fund Concept Call <a href="http://www.ukspaceagency.gov.uk">www.ukspaceagency.gov.uk</a>

		<p>Parteneri:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Romanian InSpace Engineering SRL: ROONRC.J23/2589/2023, whose VAT ID is RO37460199, and whose registered office is at 407 Atomistilor, Floor 6, R5-C2&amp;3, RO-077125, Măgurele, Ilfov, Romania, Marius Trusculescu. <a href="mailto:marius.trusculescu@roinspace.com">marius.trusculescu@roinspace.com</a>, <a href="mailto:office@roinspace.com">office@roinspace.com</a></li> <li>✓ National Space Technologies Center of Technical University of Moldova, registered in Republic of Moldova as public institution under number 1007600001506 whose registered office is at MD-2004 168, Stefan cel Mare avenue, Chisinau, Rep. Moldova Secieru Nicolae, <a href="mailto:nicolae.secieru@cnts.utm.md">nicolae.secieru@cnts.utm.md</a></li> </ul>
	Termenul de realizare:	01.07.2023 -:- 31.12.2023
	Costul proiectului pentru UTM:	£ 10,000
<b>2.</b>	<b>Titlul proiectului:</b>	<b>AICoRS: Artificial Intelligence-enabled Hardware Cosmic Radiation Sensor for Space Applications</b>
	Director de proiect:	Prof. Mihai Ivanovici, Transilvania University of Brasov
	Denumirea programului /organizației/fondului internațional	PLANUL NAȚIONAL DE CERCETARE, DEZVOLTARE ȘI INOVARE 2022-2027, PNCDI IV 5.8 - Programul Cooperare europeană și internațională 5.8.3 - Subprogramul Bilateral/multilateral. Proiecte de mobilitate <a href="http://www.uefiscdi.gov.ro">www.uefiscdi.gov.ro</a>
	Parteneriatul	<p>Coordonator:</p> <p>The Research and Development Institute of Transilvania University of Brașov , Romania <a href="https://icdt.unitbv.ro/ro/">https://icdt.unitbv.ro/ro/</a></p> <p>Parteneri:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ National Space Technologies Center of Technical University of Moldova, registered in Republic of Moldova as public institution under number 1007600001506 whose registered office is at MD-2004 168, Stefan cel Mare avenue, Chisinau, Rep. Moldova Secieru Nicolae, <a href="mailto:nicolae.secieru@cnts.utm.md">nicolae.secieru@cnts.utm.md</a></li> </ul>
	Termenul de realizare:	2024 -:- 2025
	Costul proiectului pentru UTM:	45,000 Euro

## 8. Dificultățile în realizarea proiectului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.)

După cum s-a menționat scopul major al acestui proiect este dezvoltarea și diseminarea experiențelor în domeniul spațial. Totodată, finanțarea proiectului nu poate acoperi procurarea modulelor satelitare, care sunt propuse de diferiți furnizori, pe parcursul întregului proiect s-a

recurs la procurarea doar componentelor elementare și proiectarea modulelor satelitare în baza acestora. În această situație ne confruntăm cu dificultăți mari la procurarea acestor componente: selectarea lor din ofertele multor furnizori, perfectarea contractelor de procurare cu un număr mare de furnizori cu prețurile nu cele mai avantajoase, la fel și durata procurilor este mare, ceea ce complică realizarea planului proiectului.

#### 9. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații

Lista publicațiilor din anul 2023 în care se reflectă rezultatele obținute în proiect este perfectată conform cerințelor față de lista publicațiilor (a se vedea anexa 2).

#### 10. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice.

(comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor)

1. REIMERS A.; POSTICA V.; KUMAR M. YOGENDRA; BÎRNAZ A.; NIA A. S.; FENG X.; ADELUNG R., SCHÜTT F., **LUPAN O.**, "Multifunctional Devices Based on 3D Hybrid Networks of ZnO and 3D Carbon Nanomaterials," 2023 IEEE 13th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP), Bratislava, Slovakia, 2023, pp. NN01-1-NN01-4, [doi: 10.1109/NAP59739.2023.10310990](https://doi.org/10.1109/NAP59739.2023.10310990).

<https://ieeexplore.ieee.org/document/10310990/authors#authors> (**Factor de Impact: 0.40**)

2. LUPAN, C., **LUPAN, O.**, TERASA, M.-I., DREWES, J., POLONSKYI, O., FAUPEL, F., ADELUNG, R., HANSEN, S., VIANA, B., PAUORTE, TH. UV radiation and CH<sub>4</sub> gas detection with a single ZnO:Pd nanowire. În: Proceedings of SPIE, Vol. 12422, Oxide-based Materials and Devices XIV, art. 124220P, San Francisco, California, United States (March 16, 2023). <https://doi.org/10.1117/12.2651116> (**Factor de Impact: 0.37**)

3. **LITRA, D.**, LUPAN, C., TJARDTS, T., .SIEBERT, L., **LUPAN, O.** IFMBE Proceedings Morphological and Sensing Properties of the ZnO-Zn<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub> Ternary Phase Nanorod Arrays This ICNBME 2023: 6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering pp 41–512024, 91, pp. 41–51

4. **LITRA D., CHIRIAC M., LUPAN C.** "Proprietățile oxizilor nanostructurați cuo:sn pentru aplicații senzoriale". International Workshop of Scientific Students' Papers, 17th Edition ELSTUD, iunie 29 – iulie 1,(2023)

5. ZADOROJNEAC T., **LITRA D.**, CHADTE P., LUPAN C., "Proprietățile nanobaghetelor de zno:sn". Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, aprilie 5-7, (2023) , Vol. 1, pp. 265-268

6. **SECRIERU N.** "Activitatea Centrului Tehnologii Spațiale al UTM." Conferința "SMART Diaspora 2023" , Timișoara, 10 -:-12 Aprilie 2023

[https://assets-global.website-files.com/641d7b12606bf729cb75f481/642e7eda0c43435ac2a7c155\\_WK20\\_Spatiul-noul%20continent%20global.pdf](https://assets-global.website-files.com/641d7b12606bf729cb75f481/642e7eda0c43435ac2a7c155_WK20_Spatiul-noul%20continent%20global.pdf)

#### 10.1 Distincții și premii obținute la Saloane/Expoziții de inventică în 2023

Nr. d/o	Numele, prenumele	Denumirea lucrării	Distincția acordată
<b>Salonul Inovării și Cercetării, 9-10 noiembrie 2023, Galați, România</b>			
1	Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc,	Modelul de zbor al satelitului TUMnanoSAT	Medalia de aur

	Vladimir Vărzaru, Nicolae Secrieru		
<b>The 48th International Exhibition of INVENTIONS, Geneva, Elveția, 26-30 Aprilie 2023</b>			
1	Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru	Modelul de zbor al satelitului TUMnanoSAT flight model nanosatellite	Medalie de Argint. Diploma de merit
2	Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru	Modelul de zbor al satelitului TUMnanoSAT flight model nanosatellite	Premiu Special, Diploma de merit de la Universitatea Tehnică, Cluj- Napoca
<b>Competiția de Premii ale Asociației Generale a Inginerilor din România (AGIR)</b>			
1	Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru, Nicolae Secrieru	Satelitul TUMnanoSAT	Premiul AGIR 2022, din 14 septembrie 2023
<b>Expoziția Internațională Specializată "INFOINVENT-2023", decembrie, 2023, Chișinău</b>			
1	Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru, Nicolae Secrieru	Modelul de zbor al satelitului TUMnanoSAT	Diploma cu mențiunea "Produce inovativ de succes"
<b>Salonului Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii „ProInvent-2023” 25-27 octombrie, Cluj-Napoca, România.</b>			
1	NAGPAL, R., LUPAN, C., BÎRNAZ, A., SIEBERT, L., LUPAN, O.	Detectoare de ultraviolet pe baza unei structuri de $Al_2O_3/ZnO$	Medalia de aur, Diplomă de exelență
<b>15th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2023, Iasi, Romania, 13 May 2023.</b>			
1	LUPAN, C., BÎRNAZ, A., BUZDUGAN, A., LUPAN, O.	Method for decreasing the working temperature and increasing the sensitivity to n-butanol and hydrogen gas by gamma radiation field treatment of Pd functionalized ZnO:Eu sensors.	Medalie de bronz, Diplomă de exelență,

**11. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media (Opțional):**

- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

<b>Emisiunea TV / Radio</b>	<b>Tematica interviuării</b>	<b>Numele, prenumele interviuatului</b>
<b>IDSİ TV</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=jfxWyiedB9I">https://www.youtube.com/watch?v=jfxWyiedB9I</a>	Expoziție organizată la dată jubiliară în scopul promovării și valorificării producției științifice și didactice, 27 iul. 2023	Prof. Viorel Bostan
<b>TVR Moldova</b> <a href="https://tvrmdova.md/article/9440fb9a892ee8ec/portret-obiectiv-viorel-bostan-o-viziune-strategica-despre-educatie.html">https://tvrmdova.md/article/9440fb9a892ee8ec/portret-obiectiv-viorel-bostan-o-viziune-strategica-despre-educatie.html</a>	PORTRET OBIECTIV. Viorel Bostan, o viziune strategică despre educație	Prof. Viorel Bostan
<b>PRO TV</b> <a href="https://protv.md/actualitate/10-personalitati-din-diferite-domenii-s-au-ales-cu-premiul-national-toti-au-primit-diplome-si-premii-banesti-in-valoare-de-100-de-mii-de-lei-video---2672956.html">https://protv.md/actualitate/10-personalitati-din-diferite-domenii-s-au-ales-cu-premiul-national-toti-au-primit-diplome-si-premii-banesti-in-valoare-de-100-de-mii-de-lei-video---2672956.html</a>	10-personalitati din diferite domenii s-au ales cu premiul national	Ilco Valentin
<b>IDSİ TV</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xK_LFowJ0C8">https://www.youtube.com/watch?v=xK_LFowJ0C8</a>	Gala Laureatilor Premiilor AȘM. Festivalul Cercetării și Inovării, 10 noiembrie 2023.	Conf. univ. Nicolae Secrieru

- Articole de popularizare a științei

**12. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2023 de membrii echipei proiectului**

<b>Nr. d/o</b>	<b>Numele, prenumele titularului</b>	<b>Titlul tezei</b>	<b>Conducător științific (Numele, prenumele, gradul și titlul științific)</b>
1	Magariu Nicolae	Proprietățile fizico-chimice și modelele senzorilor în baza semiconductorilor oxidici nanometrici	Prof. Dr. Hab. Oleg Lupan
2	Melnic Vladimir	Modelarea matematică și simularea computațională a comportamentului dinamic pe orbită a satelitului „Republica Moldova” (în curs de susținere în 2023)	Prof. Dr. Hab. Viorel Bostan

### 13. Concluzii

Planul calendaristic pentru anul 2023 a fost realizat complet. Pe parcursul anului curent s-a reușit realizarea majorității activităților planificate în proiect și s-au obținut rezultate importante. Considerăm că realizarea proiectului va avea influență pozitivă asupra industriei și comunicațiilor în Republica Moldova, astfel implicând proiecte noi atât naționale, cât și internaționale pentru a deveni posibilă cooperarea cu echipe internaționale pentru o dezvoltare mai rapidă și atragere atât a investițiilor străine, cât și a studenților, masteranzilor și doctoranzilor în activitatea științifică.

Conducătorul de proiect  Viorel Bostan

Data:

LȘ





**Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023**

**”Elaborarea și lansarea seriei de nanosateți cu misiuni de cercetare de pe Stația Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea lor și promovarea tehnologiilor spațiale”**

**Cifrul proiectului 20.80009.5007.09**

**Română:**

Planul calendaristic pentru anul 2023 a fost realizat complet. Pe parcursul anului curent s-a reușit realizarea majorității activităților planificate în proiect și s-au obținut importante rezultate:

- arhitectura calculatorului de bord pentru nanosateții seriei TUMnanoSAT: în baza determinării cerințelor pentru computerul de bord pentru asigurarea misiunilor complexe ale nanosateților s-au elaborat trei arhitecturi, care au o performanță computațională înaltă, capabilă să îndeplinească sarcini complexe și să asigure un consum redus de energie, s-a confecționat modulul calculatorului de bord și respectivul software de sistem;

- s-au efectuat cercetările proprietăților nanosenzorilor, reprezentați prin probele de nanosenzori pe substrat de Alumină ( $Al_2O_3$ ), care urmează a fi testați în condiții de radiație spațială și s-au elaborat schemele electronice și confecționat PCB-urile prototipurilor modulelor satelitare pentru cercetarea la radiația UV a materialelor nanostructurate;

- au fost obținuți noi senzori pe baza structurilor  $CuO/Cu_2O$  și  $TiO_2/CuO/Cu_2O$  pentru detectarea compușilor volatili din componența bateriilor electrice. Utilizarea acestor senzori vor fi importanți pentru bateriile care vor alimenta nanosatelitul TUM-NanoSat-2U.

- structură nouă mecanică pentru seria de nanosateți în format 2U, capabilă să asigure mărirea sarcinii utile și dotarea nanosatelitului cu sistem dedicat de orientarea spațială precisă;

- asamblarea și testarea funcțională a prototipului nanosatelitului cu noi misiuni TUMnanoSAT – 2U, care confirmă că prototipul poate avansa spre etapa de lansare, dar mai necesită să se efectueze modificări la modulul subsistemului de alimentare și confecționarea panourilor solare ale nanosatelitului. Documentele de referință pentru realizarea procedurilor de testări a nanosatelitului TUMnanoSAT-2U au fost luate ca bază procedurile recomandate de către JAXA, fiind cele mai riguroase.

- stațiile terestre de comunicare cu sateliți modernizate cu aplicații, care permit transmiterea comenzilor spre sateliți și recepționarea răspunsurilor de la aceștea: telecomenzile de configurare, de resetare, de solicitare a datelor, de solicitare a imaginilor (comenzi care permit solicitarea imaginilor efectuate pe o orbită specificată).

- datele telemetrice ale ”TUMnanoSAT” obținute cu platforma de comunicare cu nanosateți de la stația terestră telemetrică: aceste date prezintă baliza telemetrică a TUMnanoSAT, decodificată și analizată pentru a determina starea generală a nanosatelitului; decodificarea datelor telemetrice se efectuează cu ajutorul aplicațiilor de pe platforma stației terestre, dezvoltată de Centrul Tehnologii Spațiale UTM.

Considerăm, că realizarea proiectului va avea influență pozitivă asupra industriei și comunicațiilor în R.Moldova, astfel implicând proiecte noi atât naționale, cât și internaționale pentru a deveni posibilă cooperarea cu echipe internaționale pentru o dezvoltare mai rapidă și atragere atât a investițiilor străine, cât și a studenților, masternazilor și doctoranzilor în activitatea științifică.

Rezultatele cercetărilor au fost publicate în 6 lucrări științifice și comunicate la 3 conferințe științifice naționale sau internaționale au fost obținute distincții la Saloane și Expoziții de Invenții (medalii de aur -3; medalii de argint – 2, diplome de merit -5), Premiul Asociației

**Engleză:**

The calendar plan for 2023 has been fully implemented. During the current year, most of the activities planned in the project and important results have been achieved:

- On-board computer architecture for TUMnanoSAT series nanosatellites: based on the determination of the requirements for the on-board computer for providing complex missions of the nanosatellites, three architectures were developed, which have high computational performance, capable of performing complex tasks and ensuring low power consumption, the on-board computer module and the respective system software were made;
- Research was carried out on the properties of the nanosensors, represented by samples of nanosensors on Alumina ( $Al_2O_3$ ) substrate, to be tested under space radiation conditions, and the electronic schematics and PCBs of the prototype satellite modules for UV radiation research of nanostructured materials were developed;
- New sensors based on  $CuO/Cu_2O$  and  $TiO_2/CuO/Cu_2O$  structures have been developed for the detection of volatile compounds in electric batteries. The use of these sensors will be important for the batteries that will power the TUM-NanoSat-2U nanosatellite.
- New mechanical structure for the 2U series of nanosatellites, capable of increasing the payload and equipping the nanosatellite with a dedicated precise spatial orientation system;
- Assembly and functional testing of the nanosatellite prototype with new TUMnanoSAT - 2U missions, confirming that the prototype can advance to the launch stage, but still requires modifications to the nanosatellite power subsystem module and solar panel fabrication. The reference documents for the TUMnanoSAT-2U nanosatellite test procedures were based on JAXA's recommended procedures, which are the most rigorous.
- Satellite communication ground stations upgraded with applications, allowing commands to be sent to satellites and responses to be received from them: configuration, reset, data request, image request (commands allowing image requests to be made in a specified orbit).
- Telemetry data of "TUMnanoSAT" obtained with the nanosatellite communication platform of the telemetry ground station: these data present the telemetry beacon of TUMnanoSAT, which is decoded and analysed to determine the general status of the nanosatellite; the decoding of telemetry data is performed using applications on the ground station platform, developed by the UTM Space Technology Centre.

It is considered that the project will have a positive influence on industry and communications in the Rep. of Moldova, thus involving new national and international projects to make it possible to cooperate with international teams for a faster development and attracting both foreign investment and students, masters and PhDs in scientific activity.

The research results were published in 6 scientific papers and communicated at 3 national and international scientific conferences, distinctions were obtained at Inventions Salons and Exhibitions (gold medals -3; silver medals - 2, diplomas of merit -5) and the Award of the General Association of Engineers of Romania (AGIR), the National Award of the Government of RM for research, scientific and technological development.

Conducătorul de proiect  / (Viorel Bostan)

Data: \_\_\_\_\_

LȘ

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice  
publicate în anul 2023 în cadrul proiectului din Programul de Stat  
”Elaborarea și lansarea seriei de nanosateliți cu misiuni de cercetare de pe Stația  
Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea lor și promovarea tehnologiilor  
spatiale” 20.80009.5007.09**

**1. Monografii** (recomandate spre editare de consiliul științific/senatul organizației din domeniile cercetării și inovării)

- 1.1. monografii internaționale
- 1.2. monografii naționale

**2. Capitle în monografiile naționale/internaționale**

**3. Editor culegere de articole, materiale ale conferințelor naționale/internaționale**

**4. Articole în reviste științifice**

4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)

- ✓ LUPAN, O., MAGARIU, N., SANTOS-CARBALLAL, D., ABABII, N., OFFERMANN, J., POOKER, P., HANSEN, S., SIEBERT, L., DE LEEUW, N.H., ADELUNG, R. Development of 2-in-1 Sensors for the Safety Assessment of Lithium-Ion Batteries via Early Detection of Vapors Produced by Electrolyte Solvents. In: ACS Appl. Mater. Interfaces 2023, 15, pp. 27340–27356, ISSN 1944-8244 <https://doi.org/10.1021/acsami.3c03564> (**Impact factor: 10.3**);
- ✓ BRINZA, M., SCHRÖDER, S., ABABII, N., GRONENBERG, M., STRUNSKUS, T., PAUPORTE, Th., ADELUNG, R., FAUPEL, F., LUPAN, O. Two-in-One Sensor Based on PV4D4-Coated TiO<sub>2</sub> Films for Food Spoilage Detection and as a Breath Marker for Several Diseases. În: Biosensors. 2023, 13, nr 5, pp. 538. <https://doi.org/10.3390/bios13050538> (**Factor de Impact: 5.743**)
- ✓ SCHRÖDER, S., ABABII, N., BRÎNZĂ, M., MAGARIU, N., ZIMOCH, L., BODDULURI, M. T., STRUNSKUS, T., ADELUNG, R., FAUPEL, F., LUPAN, O. Tuning the Selectivity of Metal Oxide Gas Sensors with Vapor Phase Deposited Ultrathin Polymer Thin Films. În: Polymers. 2023, 15, nr 3, pp. 524. <https://doi.org/10.3390/polym15030524> (**Factor de Impact: 4.967**)
- ✓ VIOREL BOSTAN, ION BOSTAN, VALENTIN ILCO, VLADIMIR MELNIC, ALEXEI MARTINIUC, VLADIMIR VĂRZARU, NICOLAE SECRIERU, MARIN GUȚU, OLEG LUPAN, VALERI VERJBIȚKI, NICOLAE MAGARIU, OLEG LUPAN, A review of the moldova technical university's experience in TUMnanoSAT nanosatellite development - In: International Journal of Satellite Communications, <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15420981#>, 12p. (**Factor de Impact: 1,34**) (articol trimis spre recenzare)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei

- ✓ MELNIC, V. Attitude control of the nanosatellite using a hybrid fuzzy algorithm by means of the reaction wheels. – In: Journal Of Engineering Science, 30(2), 104–116. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(2\).09](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(2).09)
- ✓ GUȚU MARIN; MELNIC VLADIMIR; ILCO VALENTIN; MARTÎNIUC ALEXEI; VĂRZARU VLADIMIR; SECRIERU NICOLAE; Structural analysis and

vibration testing of the TUMnanoSAT microsatellite – In: Journal of Engineering Science, 2023 (articol trimis spre recenzie).

4.4. în alte reviste naționale

## 5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

5.2. culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

## 6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

- ✓ REIMERS A.; POSTICA V.; KUMAR M. YOGENDRA; BÎRNAZ A.; NIA A. S.; FENG X.; ADELUNG R., SCHÜTT F., **LUPAN O.**, "Multifunctional Devices Based on 3D Hybrid Networks of ZnO and 3D Carbon Nanomaterials," 2023 IEEE 13th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP), Bratislava, Slovakia, 2023, pp. NN01-1-NN01-4, [doi: 10.1109/NAP59739.2023.10310990](https://doi.org/10.1109/NAP59739.2023.10310990). <https://ieeexplore.ieee.org/document/10310990/authors#authors> (**Factor de Impact: 0.40**)

- ✓ LUPAN, C., **LUPAN, O.**, TERASA, M.-I., DREWES, J., POLONSKYI, O., FAUPEL, F., ADELUNG, R., HANSEN, S., VIANA, B., PAUPORTE, TH. UV radiation and CH<sub>4</sub> gas detection with a single ZnO:Pd nanowire. În: Proceedings of SPIE, Vol. 12422, Oxide-based Materials and Devices XIV, art. 124220P, San Francisco, California, United States (March 16, 2023). <https://doi.org/10.1117/12.2651116> (**Factor de Impact: 0.37**)

- ✓ **LITRA D., CHIRIAC M., LUPAN C.** "Proprietățile oxizilor nanostructurați cuo:sn pentru aplicații senzoriale". International Workshop of Scientific Students' Papers, 17th Edition ELSTUD, iunie 29 – iulie 1,(2023)

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

- ✓ **LITRA, D., LUPAN, C., TJARDTS, T., SIEBERT, L., LUPAN, O.** IFMBE Proceedings Morphological and Sensing Properties of the ZnO-Zn<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub> Ternary Phase Nanorod Arrays This ICNBME 2023: 6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering pp 41–512024, 91, pp. 41–51

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

- ✓ ZADOROJNEAC T., **LITRA D., CHADTE P., LUPAN C.** "Proprietățile nanobaghetelor de zno:sn". Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, aprilie 5-7, (2023) , Vol. 1, pp. 265-268

## 7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

Notă: vor fi considerate teze și nu articole materialele care au un volum de până la 0,25 c.a.

## 8. Alte lucrări științifice (recomandate spre editare de o instituție acreditată în domeniu)

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

8.3. atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)

## 9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții

- ✓ **LUPAN, O., MAGARIU, N., TROFIM, V.** Procedeu de obținere a senzorului de n-butanol pe baza heterojoncțiunii ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Brevet de invenție MD 1666. Nr. depozit: s 2020 0049. Data depozit: 2020.05.13. Data eliberării: 2023.08.31.  
<http://www.db.agepi.md/Inventions/details/s%202020%200049>

## 10. Lucrări științifico-metodice și didactice

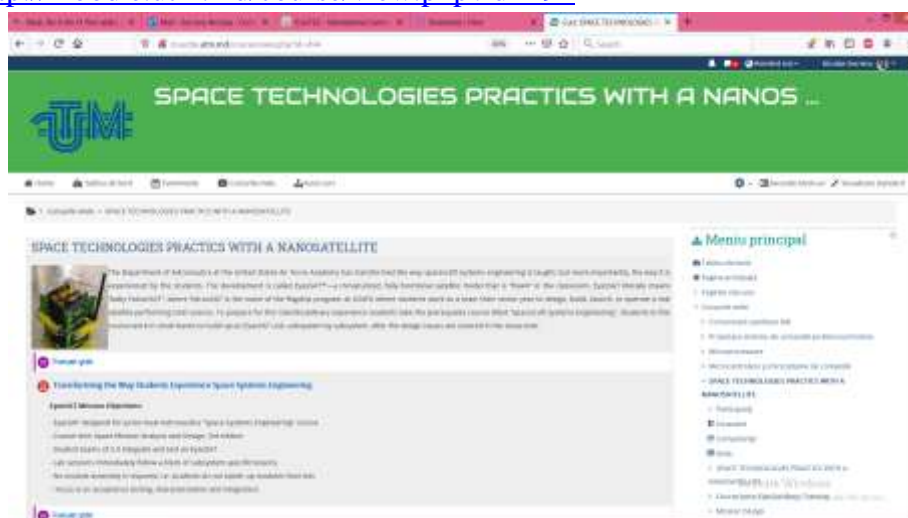
- 10.1. manuale pentru învățământul preuniversitar (aprobate de ministerul de resort)
- 10.2. manuale pentru învățământul universitar (aprobate de consiliul științific /senatul instituției)

### 10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice

- ✓ Nicolae Secrieru, ”**Comunicații mobile și prin satelit**” - curs online de prelegeri și proiectare de an pentru ciclul II, grupele master SCE, MMRT de la facultatea Electronică și Telecomunicații, CRI, Facultatea Calculatoare, Informatică, Microelectronică UTM – platform online Moodle UTM  
<http://moodle.utm.md/course/view.php?id=641>



- ✓ Nicolae Secrieru ”**Comunicații mobile și prin satelit**” - curs online pentru lucrari practice și lucrari de laborator pentru ciclul II, grupele master SCE, MMRT de la facultatea Electronică și Telecomunicații, CRI, Facultatea Calculatoare, Informatică, Microelectronică UTM – platform online Moodle UTM -  
<http://moodle.utm.md/course/view.php?id=494>



**Executarea devizului de cheltuieli,  
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2023**

Cifra proiectului: 20.80009.5007.09

<b>Cheltuieli, mii lei</b>				
Denumirea codurilor economice	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	907,4		907,4
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii (24%)	212100	217,8		217,8
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710			
Deplasări de serviciu peste hotare	222720			
Servicii editoriale	222910			
Servicii de cercetări științifice contractate	222930			
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	9,0		9,0
Cheltuieli curente neatribuite la alte categorii	281900			
Alte prestații sociale ale angajaților	273900			10,0
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110			
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	36,7		36,7
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
<b>TOTAL</b>		<b>1170,9</b>		<b>1180,9</b>

**Prorector U.T.M.**

*V. J.*

(semnătura)

**dr. hab. Vasile TRONCIU**

(numele, prenumele)

**Contabil (economist)**

*A. Solomon*

(semnătura)

**Victoria IOVU**

(numele, prenumele)

**Conducătorul de proiect**

*V. Bostan*

(semnătura)

**dr. hab. Viorel BOSTAN**

(numele, prenumele)

Data:

LS



## Componența echipei proiectului conform contractului de finanțare 2023

Cifra proiectului 20.80009.5007.09

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru 2023						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Bostan Viorel	1972	dr. hab.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
2.	Lupan Oleg	1971	dr. hab.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
3.	Secrieru Nicolae	1952	dr.	1,00	03.01.2023	31.12.2023
4.	Vaculenco Maxim	1974	dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
5.	Gușu Marin	1985	dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
6.	Cojuhari Irina	1983	dr.	0,25	03.01.2023	31.12.2023
7.	Nuca Dumitru	1992	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
8.	Verjbițki Valeriu	1951	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
9.	Ilco Valentin	1992	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
10.	Gladîș Vitalie	1981	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
11.	Melnic Vladimir	1990	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
12.	Levineț Nicolae	1991	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
13.	Martiniuc Alexei	1993	f-grad	1,00	03.01.2023	31.12.2023
14.	Magariu Nicolae	1992	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
15.	Cărbune Viorel	1985	dr.	0,25	03.01.2023	31.12.2023
16.	Vărzaru Vladimir	1997	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023

Ponderele tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	56,3
---	------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2023					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.					

Ponderele tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	56,3
--	------

Prorector U.T.M.



(semnătura)

dr. hab. Vasile TRONCIU

(numele, prenumele)

Contabil (economist)



(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect



(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Data:

LS



**EXTRAS din Procesul Verbal nr. 1  
al ședinței Consiliului Științific UTM  
din 10 ianuarie 2024**

*Prezenți: 15 membri ai Consiliului științific al UTM – dr. hab., prof. univ. Tronciu Vasile, dr., conf. univ. Siminiuc Rodica, dr. hab., prof. univ. Bostan Viorel; acad. Bostan Ion; dr. hab., prof. univ. Bugaian Larisa dr. hab., prof. univ. Stoicev Petru; dr. hab., prof. univ. Tatarov Pavel; dr. hab., prof. univ. Valeriu Dulgheru; dr. hab., prof. univ. Rusu Ion; dr. hab., prof. univ. Albu Svetlana; dr., prof. univ. Șontea Victor; dr., conf. univ. Zaprojan Sergiu, dr., conf. univ. Moraru Vasile, dr., conf. univ. Stratan Ion, doctorandă Railean Daniela.*

**S-A DISCUTAT:** audierea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2023 în cadrul proiectului Program de Stat: 20.80009.5007.09 "Elaborarea și lansarea seriei de nanosateliți cu misiuni de cercetare de pe Stația Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea lor și promovarea tehnologiilor spațiale", Conducător de proiect: *dr. hab. Viorel Bostan.*

**S-A DECIS:** aprobarea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2023 în cadrul proiectului Program de Stat: 20.80009.5007.09 "Elaborarea și lansarea seriei de nanosateliți cu misiuni de cercetare de pe Stația Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea lor și promovarea tehnologiilor spațiale".

V. J.

Președinte al CȘ UTM,  
Vasile TRONCIU, dr. hab., prof. univ.

Secretar al CȘ UTM,  
Rodica SIMINIUC, dr., conf. univ.