

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru

Cercetare și Dezvoltare

“ ”

2024

AVIZAT

Secția AȘM

“ ”

2024


**RAPORT ȘTIINȚIFIC FINAL**  
**pentru perioada 2020-2023**  
**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”

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

  
(semnătura)

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

  
(semnătura)

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

  
(semnătura)

Chișinău 2024



## CUPRINS:

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | Scopul proiectului .....  | 3  |
| 2.     | Obiectivele proiectului pentru anii 2020–2023 .....   | 3  |
| 3.     | Rezultate planificate conform proiectului depus.....  | 4  |
| 4.     | Rezultatele obținute în cadrul proiectului.....   | 5  |
| 4. 1   | Asamblarea modulelor satelitare de zbor pentru nanosateliți tip TUMnanoSAT-1U/2U.....   | 5  |
| 4. 1.1 | 4.1.1 Cercetarea arhitecturii și confecționarea calculatoarelor de bord.....  | 5  |
| 4. 1.2 | Dezvoltarea softului de sistem (RTOS + drivere + librări) pentru nanosateliți seriei TUMnanoSAT cu misiuni complexe. ....                   | 8  |
| 4. 1.3 | Analiza structurală a nanosatelitului TUMnanoSAT-1U/2U.....   | 9  |
| 4. 1.4 | Elaborarea și confecționarea prototipurilor modulelor satelitare pentru cercetarea la radiația spațială a materialelor nanostructurate..... | 11 |
| 4. 2   | Asamblarea și testarea funcțională a prototipului nanosatelitului cu noi misiuni TUMnanoSAT–2U. ....  | 13 |
| 4. 3   | Modernizarea stațiilor de terestre de comunicare cu nanosateliții cu noi misiuni.....   | 14 |
| 5.     | Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului.....                                 | 15 |
| 6.     | Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului .....   | 15 |
| 7.     | Colaborare la nivel național și internațional în cadrul implementării proiectului.....  | 15 |
| 8.     | Dificultățile în realizarea .....   | 21 |
| 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 |
| 11.    | Aprecieri și recunoașterea rezultatelor obținute .....  | 24 |
| 12.    | Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media.....   | 27 |
| 13.    | Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate de membrii echipei proiectului.....   | 31 |
| 14.    | Materializarea rezultatelor obținute în proiect (cu specificarea aplicării în practică).....  | 33 |
| 15.    | Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei.....  | 35 |
| 16.    | Recomandări, propuneri.....   | 38 |
| 17.    | Concluzii.....  | 38 |
|        | Anexa nr. 1. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023.....  | 39 |
|        | Anexa nr. 2. Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice publicate în cadrul proiectului.....                           | 41 |
|        | Anexa nr. 3. Volumul total al finanțării proiectului 2020-2023.....   | 47 |
|        | Anexa nr. 4. Anexa 4. Componenta echipei pe parcursul anilor 2020-2023.....   | 48 |
|        | Anexa nr. 5. Formular privind raportarea indicatorilor în cadrul proiectului.....   | 52 |
|        | Anexele nr. 6A – 6H.....  | 53 |
|        | Anexele nr. 7. Infrastructura Centrului Național de Tehnologii Spațiale UTM.....  | 70 |

## 1. Scopul proiectului

Promovarea tehnologiilor spațiale și punerea în aplicare programului de elaborare a nanosateliților, cercetarea/studiul problemelor de elaborare eficientă a sub-sistemelor de bord, inclusiv a controlului atitudinii nano-microsateliților, comunicațiilor satelitare cu stațiile terestre, care vor asigura baza tehnico-științifică multidisciplinară atât pentru cercetători, cât și pentru studenți, masteranzi și doctoranzi.

## 2. Obiectivele proiectului pentru anii 2020–2023

Colectivul de cercetare al Centrului Tehnologii Spațiale împreună cu alte departamente de la UTM: „Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice”, „Departamentul Bazele Proiectării Mașinilor”, „Informatică și Ingineria Sistemelor” au efectuat diverse lucrări de cercetare în acest domeniu, care au servit drept fundament pentru realizarea următoarelor obiective de bază și altor obiective concrete în cadrul acestui proiect:

### ✓ **Obiectivul I.** Elaborarea seriei de nanosateliți ”TUMnanoSAT”:

- Dezvoltarea modulelor satelitare cu performanțe sporite în scopul implementării în nanosateliți de tip CubeSat;
- Crearea platformei de dezvoltare a softului calculatoarelor de bord ale nanosateliților pentru realizarea eficientă a diverselor misiuni în condiții de radiație spațială;
- Elaborarea procedurilor și algoritmilor de comunicație eficientă și fiabilă a nanosateliților cu stațiile terestre în condițiile de perturbații iono- și troposferice;
- Elaborarea algoritmilor de control eficient al atitudinii nanosateliților pe baza componentelor inerțiale și câmpului magnetic al Terrei;
- Elaborarea algoritmilor de acumulare a energiei și distribuție eficientă în condiții de deficiență de resurse energetice;
- Crearea modelelor pentru simularea structurilor/carcaselor nanosateliților în scopul eficientizării lor;
- Crearea modelelor termice ale nanosateliților în scopul omogenizării distribuției temperaturii în condiții spațiale.

### ✓ **Obiectivul II.** Testarea complexă prelansare a nanosateliților ”TUMnanoSAT”:

- Stabilirea și realizarea procedurilor și algoritmilor de testare/verificare complexă de prelansare a nanosateliților în conformitate cu cerințele riguroase a Stației Spațiale Internaționale.
- Realizarea testelor în vederea aprecierii riscurilor unice și generale a unei misiuni de lansare.
- Realizarea panourilor de revizuire critică a proiectării nanosateliților.

### ✓ **Obiectivul III.** Transportarea și lansare a primului nanosatelit ”TUMnanoSAT”:

- Predarea nanosatelitului ”TUMnanoSAT” și realizarea procedurilor pentru conformarea la procesul de siguranță a lansării.
- Transportarea nanosatelitului pe Stația Spațială Internațională și lansarea în spațiu cu ajutorul modulului experimental japonez KiboCUBE.

- ✓ **Obiectivul IV.** Monitorizarea, postoperarea și prelucrarea datelor de la nanosateliții "TUMnanoSAT" precum și dezvoltarea în continuare a seriei de nanosatelți "TUMnanoSAT" cu formatul 1,5U, 2U, 3U cu misiuni de cercetare:
  - Modernizarea stațiilor terestre CNTS pentru comunicarea cu seria de nanosatelți "TUMnanoSAT" și asigurarea accesului prin teleghidare a altor stații terestre.
  - Procesarea datelor telemetrice, științifice și imaginilor capturate cu ajutorul nanosatelților
  - Sistematizarea rezultatelor de la nanosenzorii de radiație
  - Acumularea experienței și dezvoltarea și lansarea seriei de nanosatelți "TUMnanoSAT" cu noi misiuni educaționale și cercetare.

### **3. Rezultate planificate conform proiectului depus.**

#### I) Realizarea materialelor cu proprietăți avansate pentru exploatare în condiții speciale:

- ✓ Răspunsul nanosenzorilor din structuri specifice la condiții spațiale
- ✓ Metodica și platforme de dezvoltare a softului calculatoarelor de bord a unităților de comandă pentru realizarea eficientă a diverselor misiuni în condiții extreme, inclusiv radiație spațială.
- ✓ Metode, proceduri și algoritmi de comunicație eficientă și fiabilă a sistemelor electronice (drona, roboți, nanosatelți) în condițiile de perturbații iono- și troposferice.
- ✓ Algoritmi de control eficient al atitudinii dronelor, roboților, nanosatelților pe baza componentelor inerțiale și câmpului magnetic al Terrei.

#### II) Dezvoltarea de materiale, structuri performante, ieftine pentru utilizare în ramurile economiei:

- ✓ Abordări, algoritmilor de acumulare a energiei și distribuția eficientă în condiții de deficiență de resurse pentru control și monitorizarea stocării de energie din surse regenerabile în sisteme autonome, inclusiv rețele integrate tip Smart Grid.
- ✓ Modele, algoritmi, programe pentru simularea structurilor/carcaselor mecanice în scopul eficientizării lor.
- ✓ Metodica realizării procedurilor și algoritmilor de testare/verificare complexă a sistemelor cu securitate și fiabilitate avansată și documentației tehnice de elaborare, confecționare și verificare ale lor.

#### III) Elaborarea și producerea de dispozitive și instalații electronice și ingineresti pentru sistemul de sănătate, agricultură și industrie:

- ✓ Metodica de procesare a datelor telemetrice, științifice și imaginilor capturate cu nanosatelți în scopul aplicării lor în geodezie, cadastru, agricultură.
- ✓ Transferul experienței de proiectare a microsistemelor incorporate (embedded systems) companiilor private, care dezvoltă echipament electronic de comunicație și automatizări.

#### IV) Implementarea infrastructurii tehnice și de producție, cu racordarea lor la utilitățile publice:

- ✓ Stații terestre modernizate pentru comunicarea cu nanosatelți din seria "TUMnanoSAT" cu asigurarea accesului prin teleghidare a altor stații terestre.

- ✓ Cooperare internațională de cercetare/dezvoltare în baza experienței acumulate la dezvoltarea continuă a seriei de nanosateliți ”TUMnanoSAT” pentru noi misiuni educaționale și cercetare.

#### **4. Rezultatele obținute în cadrul proiectului.**

Pe parcursul anilor 2020-2023 s-a reușit realizarea majorității activităților planificate și s-au obținut importante rezultate, care sunt descrise în detaliu în monografia: 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-au efectuat cercetările arhitecturii calculatoarelor de bord (OBC) pentru nanosateliții seriei TUMnanoSAT pentru asigurarea misiunilor complexe ale nanosateliților și 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 modulele OBC și respectivul software de sistem și aplicativ pentru funcționare în timp real;

- s-au efectuat cercetările proprietăților nanosenzorilor pe baza structurilor CuO/Cu<sub>2</sub>O și TiO<sub>2</sub>/CuO/Cu<sub>2</sub>O și pe substrat de Alumină (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), care urmează a fi testați în condiții de radiație spațială și s-au elaborat schemele electronice și confecționat PCB-urile prototipurilor și modulelor satelitare cu sarcină utilă pentru cercetarea la radiația spațială a materialelor nanostructurate;

- structuri mecanice pentru seria de nanosateliți TUMnanoSAT în format 1U/2U, capabile să asigure mărirea sarcinii utile și dotarea nanosatelitului cu sisteme dedicate de orientarea spațială precisă;

- s-au elaborat o gamă de proceduri și algoritmi și software respectiv pentru comunicație eficientă și fiabilă a nanosateliților cu stațiile terestre în condițiile de perturbații iono- și troposferice, care permit transmiterea telecomenzilor (de configurare, resetare, solicitare a datelor, a imaginilor; datele telemetrice ale ”TUMnanoSAT”) și recepționarea răspunsurilor de la sateliți: telecomenzi se recepționează cu platforma de comunicare pe stația terestră telemetrică dezvoltată de Centrul Tehnologii Spațiale UTM, cu ajutorul aplicațiilor se decodifică și analizează pentru determinarea stării nanosatelitului.

- s-a lansat cu succes primul nanosatelit TUMnanoSAT-1U;

s-a asamblat și testat funcțional prototipul nanosatelitului TUMnanoSAT– 2U cu rezultate, care confirmă că prototipul va avansa spre etapa de lansare, necesitând să unele modificări la modulul subsistemului de alimentare și confecționarea panourilor solare ale nanosatelitului. Documentele pentru realizarea procedurilor de testări a nanosatelitului TUMnanoSAT-2U au fost luate ca bază procedurile recomandate de către JAXA, fiind cele mai riguroase.

În continuare detaliem rezultatele, care nu sunt reflectate în monografia susnumită.

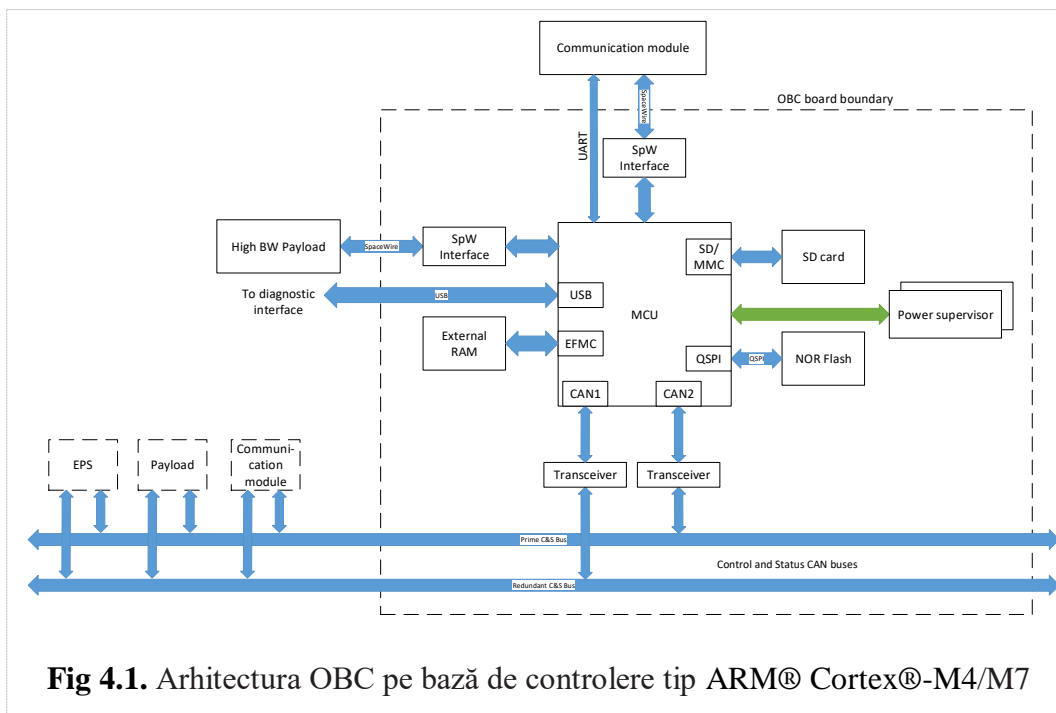
#### **4.1 Asamblarea modulelor satelitare de zbor pentru nanosateliți tip TUMnanoSAT-1U/2U.**

##### **4.1.1 Cercetarea arhitecturii și confecționarea calculatoarelor de bord.**

În bază de analiză a performanțelor arhitecturale am preconizat să determinăm, care este mai eficientă pentru realizarea misiunilor concrete ale nanosateliților. Inițial am analizat o arhitectură similară OBC TUMnaoSAT-1U, caracteristică pentru mai mulți nanosateliți. Avantajul acestea 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 satelitului și a transmite comenzi către ele (vezi fig. 4.1). Pentru diagnostică, monitorizare în timp real și accesul la datele din unitatea de stocare a satelitului, OBC este prevăzut cu o interfață USB device prin care satelitul poate fi ușor conectat la un PC.

A fost propusă și alte variante de arhitectură OBC cu un MCU. Pentru a face posibil schimbul de date de viteză înaltă între oricare două subsisteme ale satelitului, 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 conține o matrice de interconectare, logica de arbitrare 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

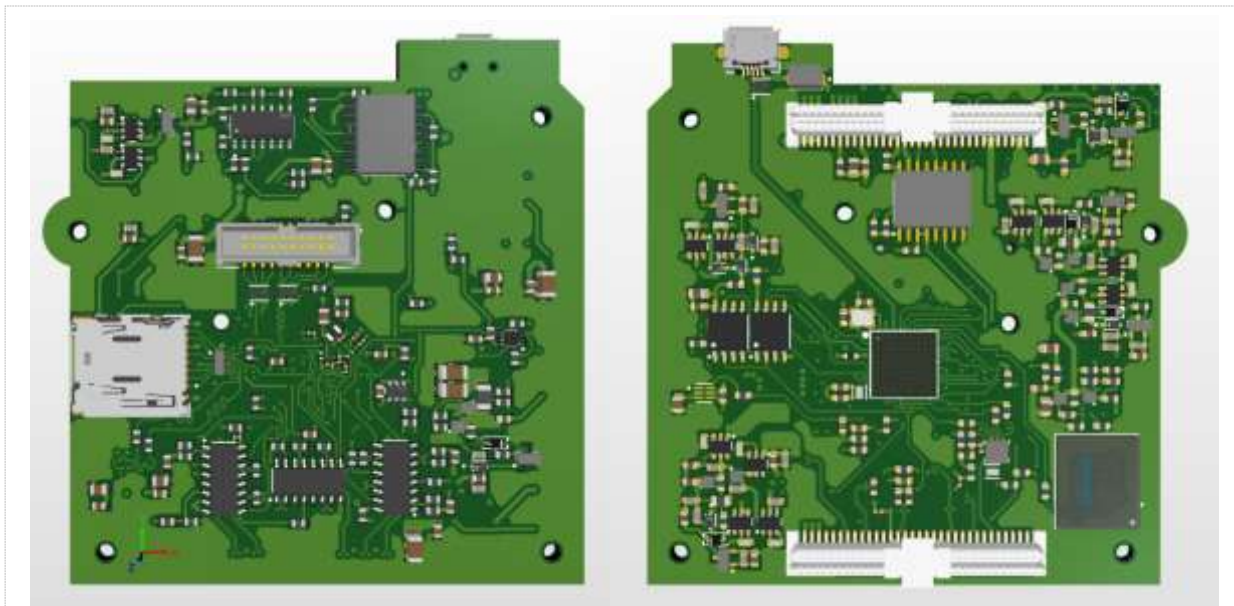


**Fig 4.1.** Arhitectura OBC pe bază de controlere tip ARM® Cortex®-M4/M7

nanosateliților. – Chișinău: Bons Office, 2022, 265 p. <http://repository.utm.md/handle/5014/22038>). E important, că router-ul face posibilă izolarea fizică a magistrelor 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 supervizor 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 supervizorul 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



**Fig 4.2.** PCB-ul și modulul real al OBC în format PC-104 pe bază de controlere tip ARM Coretx M4 STM32F446.

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 microcontrolerile 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  $\mu$ A/MHz pe STM32F410 până la 260  $\mu$ A/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). S-a realizat schema electrică principală al OBC-ului și respectiv s-au proiectat și fabricat PCB-ul (fig. 4.2).

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

Datorită experienței acumulate în elaborarea microsatelitului "SATUM" și prototipurilor de nanosatelii în cadrul proiectelor precedente, elaborarea software pentru nanosatelitul 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 concurent 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 timp real pentru zeci de procese cu diverse sarcini și diferite priorități.

S-a propus că nanosatelitul 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 trebuie implementate pe perifericele 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 satelitului 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. 1 din anexa nr. 6A) :

- ✓ Nivelul de jos, care interacționează nemijlocit cu parte hard a microcontrolerului, 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 nanosatelitului 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 nanosatelitului. (Pentru mai multe detalii, vezi anexa nr. 6A).

#### 4.1.3. Analiza structurală a nanosatelitului TUMnanoSAT-1U/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

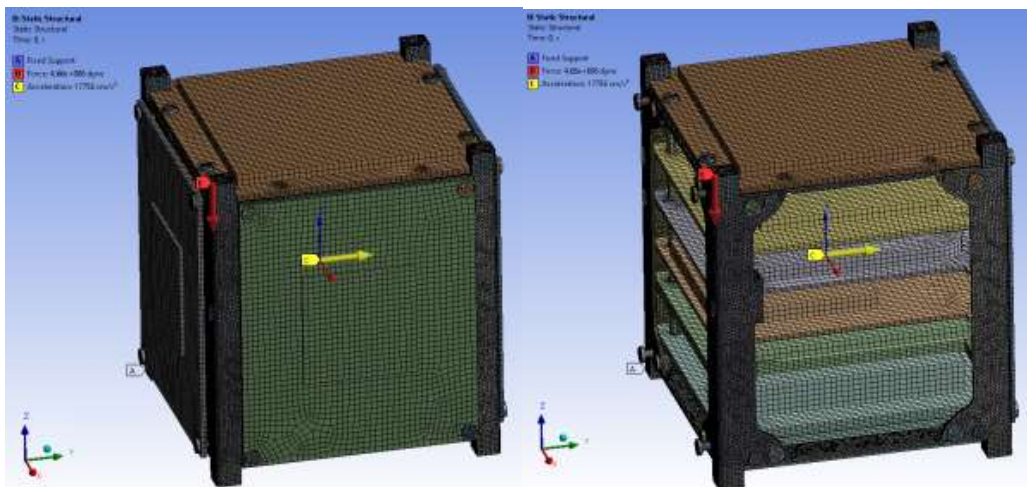


Figura 4.3. Modelul satelitului TUMnanoSAT-1U discretizat în elemente finite

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. Geometria sateliților TUMnanoSAT-1U/2U a fost elaborată în aplicația SolidWorks. Ulterior, geometria a fost importată în ANSYS Mechanical pentru discretizarea în elemente finite și impunerea condițiilor la limită. Toate elementele componente au fost modelate cu geometrii simplificate și impuse masele echivalente pentru a obține centrul de greutate aproximativ în centrul geometric.

Pentru efectuarea analizei cu elemente finite a satelitelui 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 satelitelui 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 .

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.

Elaborarea noii structuri mecanice prototip a nanosatelitelui UTM în format 2U a fost necesară din următoarele considerente: mărirea sarcinii utile și dotarea nanosatelitelui cu un sistem de orientarea 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 nanosateliților 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 nanosatelitelui 2U. Modulul structurii mecanice a nanosatelitelui 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 nanosatelitelui 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 4 din anexa nr. 6F este prezentată o vedere generală a ansamblului nanosatelitelui în format 2U.

Înainte de efectuarea testelor virtuale ale satelitelui 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. 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.

#### **4.1.4 Elaborarea și confecționarea prototipurilor modulelor satelitare pentru cercetarea la radiatia spațială a materialelor nanostructurate.**

S-au efectuat cercetările proprietăților nanosenzorilor, reprezentați prin probele de nanosenzori pe substrat de Alumină ( $Al_2O_3$ ) - 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 4.6, 4.7 și figurile 4.4, 4.5)

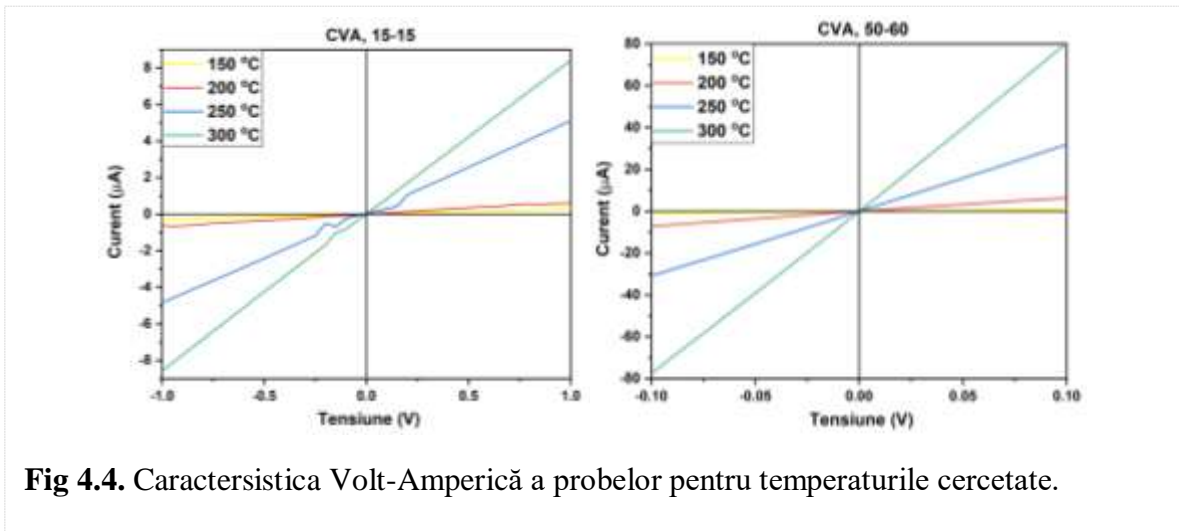
Tabelul 4.1 Rezistența probei B(50-60) la aplicarea hidrogenului cu concentrația 100ppm (0,1V).

**Tabelul 4.1.** Rezistența probei A(15-15) la aplicarea hidrogenului cu concentrația 100ppm (0,5V)

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

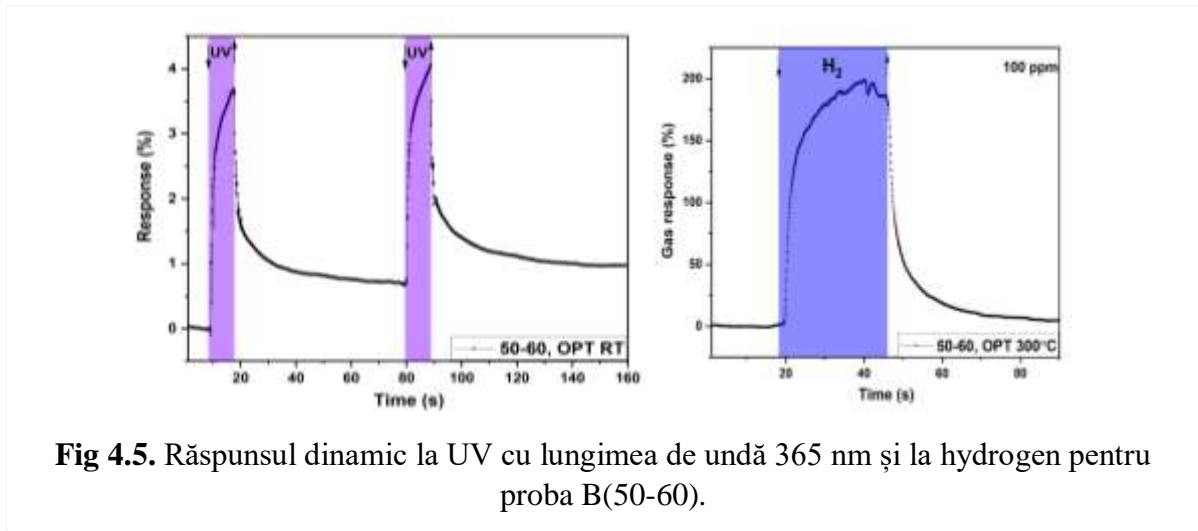
**Tabelul 4.2.** Rezistența probei B(50-60) la aplicarea hidrogenului cu concentrația 100ppm (0,5V)

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



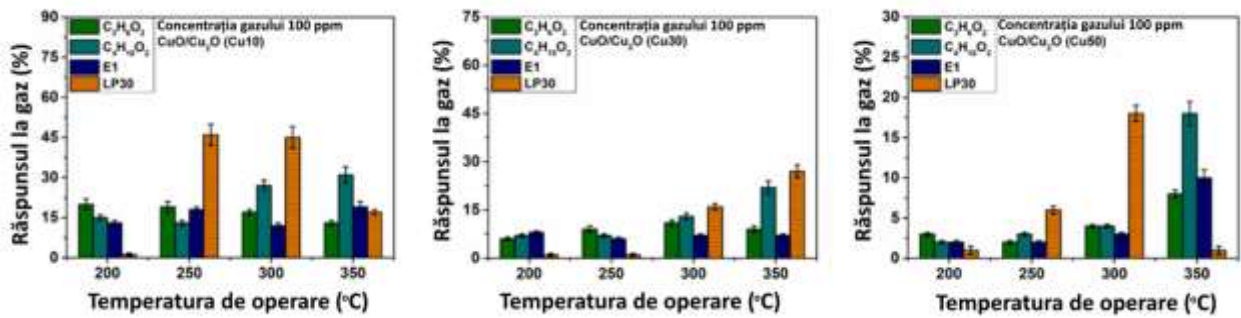
**Fig 4.4.** Caracteristica Volt-Amperică a probelor pentru temperaturile cercetate.

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. 4.6)



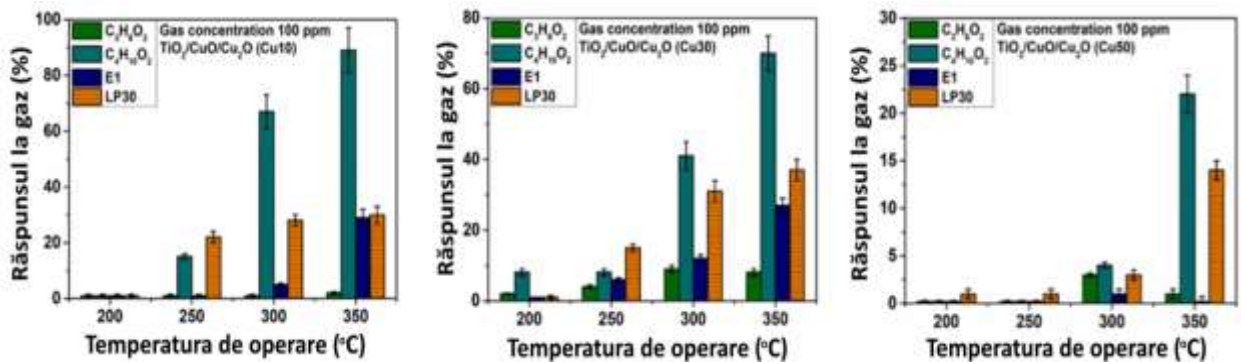
**Fig 4.5.** Răspunsul dinamic la UV cu lungimea de undă 365 nm și la hydrogen pentru proba B(50-60).

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 compușii 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. 4.6:



**Fig. 4.6.** 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 CuO/Cu<sub>2</sub>O cu diferite grosimi ale oxidului de cupru (10 nm, 30 nm și 50 nm).

Analizând figura 4.6 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. În figura 4.7 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 obținuți 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 nanosateliul TUMnanoSat-2U.



**Fig. 4.7.** 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).

## 4.2 Asamblarea și testarea funcțională a prototipului nanosateliului 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 nanosateliului

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 rigorilor menționate în documentele de validare. Dat fiind faptul se efectuează testarea prototipului, nu a modului de zbor, am redus lista de teste realizate în faza 3, dintre care sunt:

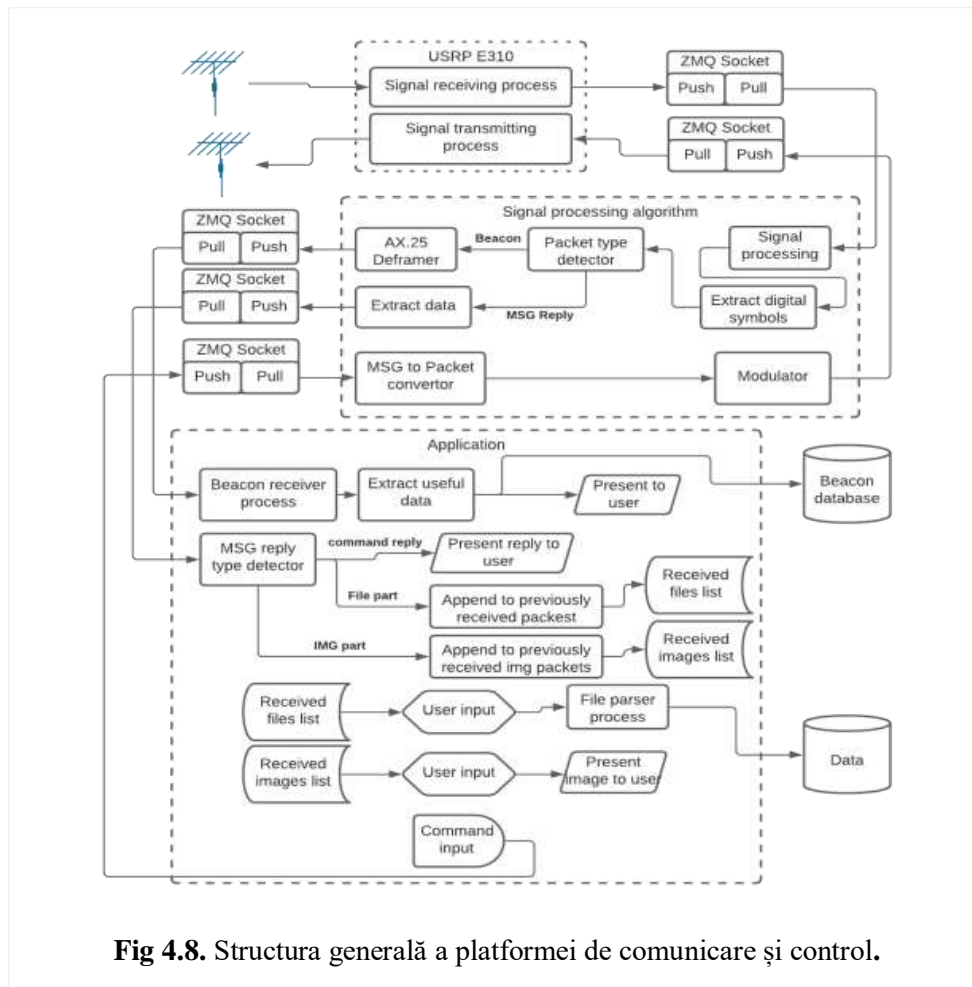
- ✓ Verificarea acumulatorilor – bateriile sunt elementele, care se încadrează în clasa de pericol cea mai înaltă, respectiv trebuie să se demonstreze buna funcționare a acestora, prin realizarea a testelor funcționale, testelor de vacuum, însă fără testul de vibrație.
- ✓ Procedura de asamblare - această procedură este realizată ca o serie de pași deschiși 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 satelitelui 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 desfăcere 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 evitare 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 2 (a, b) din anexa 6H.

### **4.3 Modernizarea stațiilor de terestre de comunicare cu nanosateți 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 comandă și control pentru nanosatelitii din seria ”TUMnanoSAT”, structura căreia este prezentată în figura 4.8.

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 nanosatelitelui), 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



**Fig 4.8.** Structura generală a platformei de comunicare și control.

nanosatelit a datelor înregistrate de subsistemele acestuia), de solicitare a imaginilor (comenzi care permit solicitarea imaginilor efectuate pe o orbită specificată).

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

Proiectul curent este dedicat pentru a profita de avantajele tehnologiilor și aplicațiilor spațiale în teledetecția terestră, geodezie, cadastru, 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 56% în proiect a tinerilor cercetători, printre care sunt 3 doctoranzi și 5 absolvenți de master. Pe tematica proiectului în anul curent au fost realizate 7 teze de master și 7 teze de licență, 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 (103 studenți) și programul master ”Calculatoare și rețele informaționale” de la Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică (18 studenți).

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 39 lucrări științifice și comunicate la 32 conferințe științifice naționale sau internaționale au fost obținute distincții la Saloane și Expoziții de Invenții (medalii de aur -10; medalii de argint – 3, de bronz -1; diplome de merit -14), Premiul Asociației Generale a Inginerilor din România (AGIR), Premiul Național, Premiul Național a Guvernului RM pentru activități de cercetare, dezvoltare științifică și tehnologică.

## **6. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului**

Proiectul este realizat în cadrul Centrului Tehnologii Spațiale UTM, care deține echipament și o infrastructură dezvoltată. Detalii despre echipamentul în dotare, inclusiv cel procurat în anii 2020-2023 este prezentat în anexa nr. 7

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

În proiect sunt antrenați colaboratori din următoarele departamente UTM:

- ✓ Centrul Tehnologii Spațiale (**6 pers.**);
- ✓ Departamentul Bazele Proiectării Mașinilor de la Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi (**4 pers.**);



- ✓ Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori (conducător: dr.hab., prof. univ. O.LUPAN) (3 pers.) și Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor (2 pers.) de la Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică
- ✓ Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie De la Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru (2 pers.)

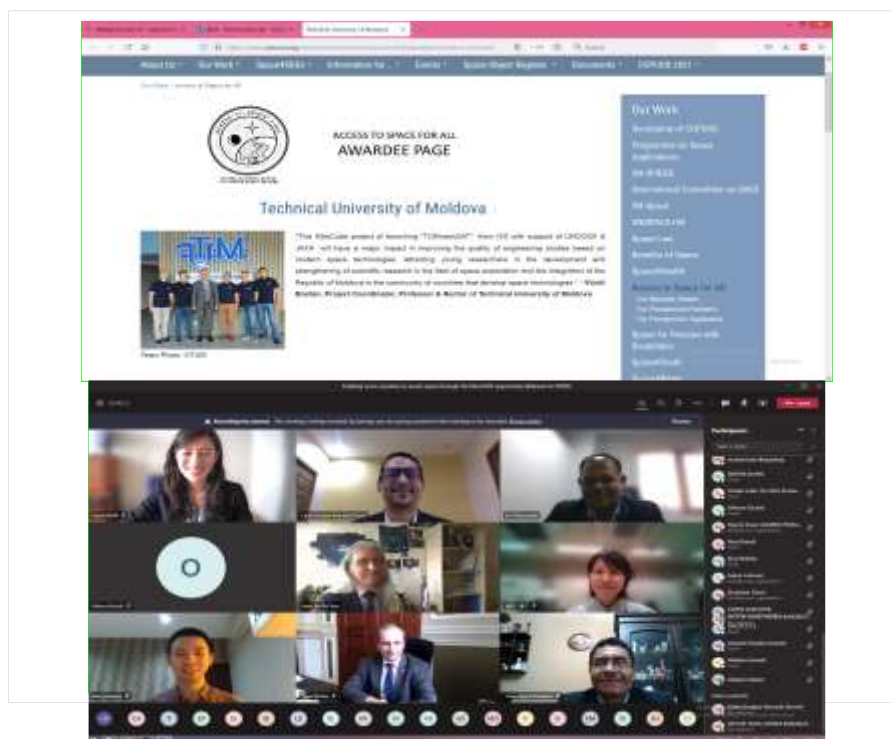
Colaborare la nivel național este cu „Serviciul Național de Management al Frecvențelor Radio” (SNMFR) pe probleme de frecvențe radio, comunicații satelitare, analiză și verificare compatibilitate electromagnetică (<http://www.snfr.md/index.php?l=ro>)



### Colaborare la nivel internațional în cadrul realizării proiectului.

În cadrul proiectului avem colaborare internațională cu diverse organizații, agenții, companii:

- ✓ **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))

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>)

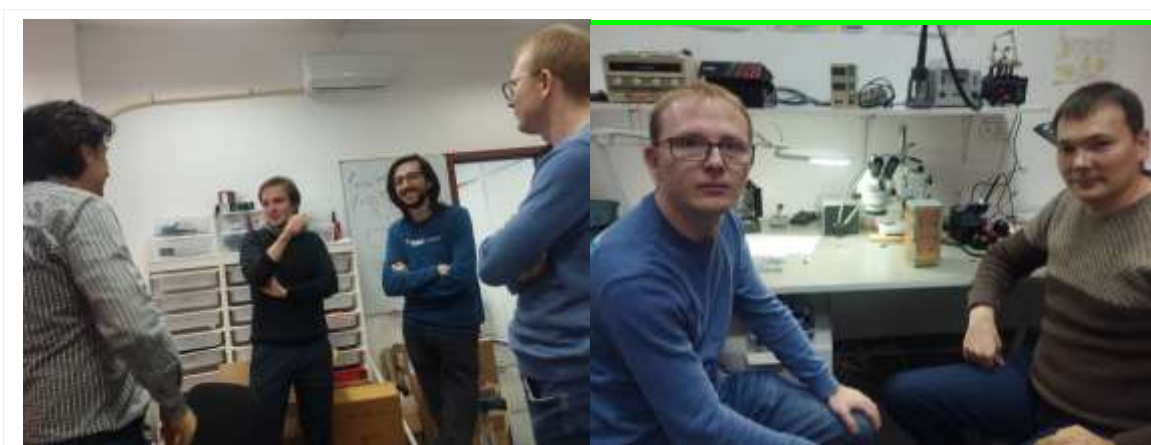
- ✓ **Agencia Aerospacială din Japonia (JAXA).** Programul de cooperare ONU/Japonia privind desfășurarea CubeSat de la Stația Spațială Internațională (ISS) Modulul de experimente japoneze (Kibo) „KiboCUBE” este un program al Oficiului Națiunilor Unite pentru Afaceri Spațiale (UNOOSA) în colaborare cu Agenția de Explorare Aerospacială 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,

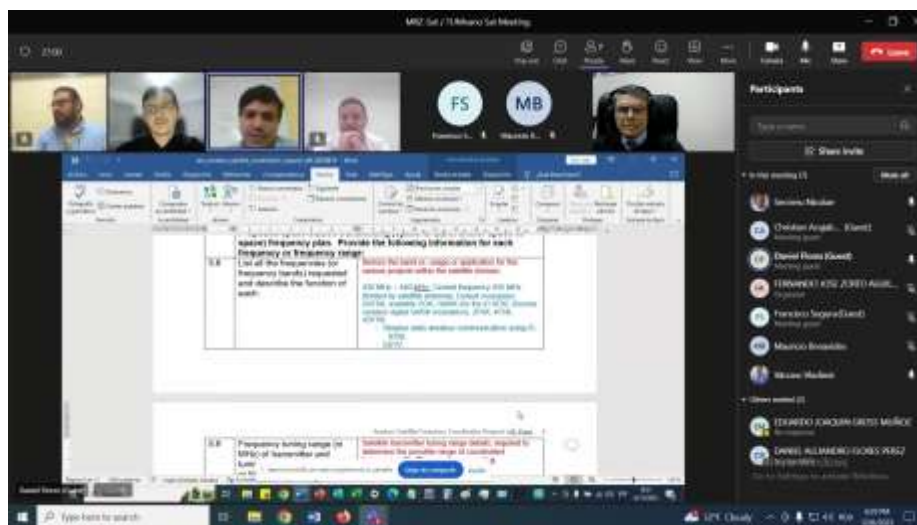
datorită mediului cu vibrații mai scăzute în timpul lansării. Cu aceste cerințe de interfață comparativ mai puțin solicitante, UNOOSA și JAXA consideră că KiboCUBE va scădea pragul activităților spațiale și va contribui la construirea capacității naționale în inginerie, proiectare și construcție a navelor spațiale. Centrul Tehnologii Spațiale a fost desemnat câștigător la runda a 4-a a programului KiboCUBE. (<https://global.jaxa.jp/press/2019/06/20190610a.html> )

- ✓ **Uniunea Internațională a Telecomunicațiilor (ITU)**, agenția specializată a Națiunilor Unite pentru tehnologiile informației și comunicațiilor, coordonarea problemelor de radiocomunicație satelit-stații terestre. (<https://www.itu.int/en/ITU-R/Pages/default.aspx> )
- ✓ **Institutul Științe Spațiale (ISS)** al Agenției Spațiale din România (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/>).
- ✓ **Romanian InSpace Engineering (RISE)** - cooperare în cadrul memorandumului de colaborare cu compania pe domenii de proiecte 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/> )



- ✓ **Institutul de Cercetare și Dezvoltare al Universității Transilvania din Brașov** – cooperare pe probleme de elaborare și testare sisteme satelitare, (<https://iesc.unitbv.ro/ro/>)
- ✓ **Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației** - consultații și schimb de experiență pe probleme de comunicații satelitare, coordonator și manager, Prof.Dr.Ing. Bozomitu Radu-Gabriel (<https://etti.tuiasi.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>)
- ✓ **Space Resources Laboratory Ltd.** – consultații și schimb de experiență pe probleme de elaborare și testare sisteme satelitare, testarea nanosateliților, coordonator și manager de proiecte Subham Kumar Gupta, (1 Medway Ct, University Way, Cranfield University, Cranfield, MK43 0FQ, UK, <https://www.spaceresourceslab.com/> );

- ✓ **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 anii 2020 - 2023:

| Nr. d/o | Propuneri de proiecte științifice                          |   |
|---------|--|---|
| 1.      | <b>Titlul proiectului:</b>                                 | <b>Fm-Netcars -Warning System for Safe Driving and Vulnerable Road Users Implemented on the Fm Radio Broadcasting Infrastructure</b>  |
|         | Director de proiect:                                       | Prof.Dr.Ing. Bozomitu Radu-Gabriel  |
|         | Denumirea programului /organizației/fondului internațional | [SEP-210814983] — [HORIZON-CL5-2022-D6-01]  |
|         | Parteneriatul  | CO (Coordinator) - Universitatea Tehnica Gheorghe Asachi din Iasi (TUIASI) Romania;<br>P1 (Partner) - Institut National Des Sciences Appliquees De Lyon (Insa Lyon) France;<br>P2 (Partner) - Universitatea Tehnica A Moldovei (TUM) Rep. Moldova;<br>P3 (Partner) - University of Buea (UNIV. BUEA) Cameroon |
|         | Termenul de realizare:                                     | 01.01.2022 – 31.12.2024   |
|         | Costul proiectului pentru UTM:                             | 200.000 Euro  |
| 2.      | <b>Titlul proiectului:</b>                                 | <b>PowVerSA:<br/>High-Power Versatile Deployable Solar Array in 1U</b>  |

|           |  |   |
|-----------|--|---|
|           |  | 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<br><a href="http://www.ukspaceagency.gov.uk">www.ukspaceagency.gov.uk</a>   |
|           | Parteneriatul  | Coordonator:<br>The UK Space Agency International Bilateral Fund Concept Call<br><a href="http://www.ukspaceagency.gov.uk">www.ukspaceagency.gov.uk</a><br>Parteneri:<br>✓ Romanian InSpace Engineering SRL:<br>ROONRC.J23/2589/2023, whose VAT ID is RO37460199, and whose registered office is at 407 Atomistilor, Floor 6, R5-C2&3, RO-077125, Măgurele, Ilfov,Romania, Marius Trusculescu.<br><a href="mailto:marius.trusculescu@roinspace.com">marius.trusculescu@roinspace.com</a> , <a href="mailto:office@roinspace.com">office@roinspace.com</a><br>✓ 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<br>Secieru Nicolae, <a href="mailto:nicolae.secieru@cnts.utm.md">nicolae.secieru@cnts.utm.md</a> |
|           | Termenul de realizare:                                     | 01.07.2023 -:- 31.12.2023   |
|           | Costul proiectului pentru UTM:                             | £ 10,000  |
| <b>3.</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<br>5.8 - Programul Cooperare europeană și internațională<br>5.8.3 - Subprogramul Bilateral/multilateral. Proiecte de mobilitate. <a href="http://www.uefiscdi.gov.ro">www.uefiscdi.gov.ro</a>   |
|           | Parteneriatul  | Coordonator:<br>The Research and Development Institute of Transilvania University of Braşov , Romania<br><a href="https://icdt.unitbv.ro/ro/">https://icdt.unitbv.ro/ro/</a><br>Parteneri:<br>✓ 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<br>Secrieru Nicolae, <a href="mailto:nicolae.secrieru@cnts.utm.md">nicolae.secrieru@cnts.utm.md</a> |
| Termenul de realizare:         | 2024 -:- 2025   |
| Costul proiectului pentru UTM: | 45,000 Euro   |

## 8. Dificultățile în realizarea proiectului

Dificultăți semnificative nu au fost, cu excepția:

- ✓ finanțarea proiectului nu poate acoperi procurarea modulelor satelitare, care sunt propuse de diferiți furnizori, prin urmare, pe parcursul întregului proiect s-a recurs la procurarea doar componentelor elementare și proiectarea modulelor satelitare în baza acestora. În această situație ne-am 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 procurărilor este mare, legată de pandemia COVID-19 și de războiul Rusiei în Ucraina, ceea ce a complicat realizarea planului proiectului.
- ✓ Amânarea repetată a transportării nanosatelitului la Stația Spațială Internațională cu ajutorul Cargo Dragon2 și lansatorul Falcon 9 al companiei SpaceX a dus la întârzierea plasării nanosatelitului pe orbită cu 3,5 luni (de la 30 martie la 15 iulie) , ceea ce a dus la revizuirea planului activităților în proiect.

## 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 nr. 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. Nicolae SECRIERU, conf. univ., dr. : "TUMnanoSAT Nanosatellite and KiboCUBE Program" - "The 13th International Conference on Communications", 18-20 June, 2020, Politehnica University, Bucharest. (*prezentare online, sesiune*)  
<https://www.comms.ro/index.html#schedule>
2. Vasile CHIRIAC, conf. univ., dr. "TUMnanoSAT Nanosatellite and KiboCUBE Program" - The Council of European Geodetic Surveyors General Assembly, 17-19 September, 2020, Athens, Greece. (*prezentare la sesiune*) - [https://www.clge.eu/wp-content/uploads/2020/02/Chiriac\\_TUMnanSAT\\_presentation.pdf](https://www.clge.eu/wp-content/uploads/2020/02/Chiriac_TUMnanSAT_presentation.pdf)
3. Oleg Lupan, profesor, dr. hab: "Au-NPs/ZnO single nanowire nanosensors for health care applications". - In: EHB, Iași, România (October, 2020) 2020 International Conference on e-Health and Bioengineering (EHB) IEEE. (*prezentare online, sesiune*)  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjFx4akhp3tAhXBJKQKHUu7CDwQFjABegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ehbconferen.ro%2FPortals%2F0%2FEHB2020\\_Detailed%2520Program.pdf&usg=AOvVaw1md11KTilr5NuCBQ9grBSi](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjFx4akhp3tAhXBJKQKHUu7CDwQFjABegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ehbconferen.ro%2FPortals%2F0%2FEHB2020_Detailed%2520Program.pdf&usg=AOvVaw1md11KTilr5NuCBQ9grBSi)
4. Oleg Lupan, professor, dr. Hab: "Semiconducting Oxide - Based Micro- and Nano-sensors

- for Environmental and Biomedical Monitoring” - ”Conference Fee for IEEE International Conference on Nanomaterials: Applications and Properties - NAP 2020” (*prezentare online, sesiune*) - [https://nap.sumdu.edu.ua/index.php/nap/nap2020/pages/view/scientific\\_program](https://nap.sumdu.edu.ua/index.php/nap/nap2020/pages/view/scientific_program)
5. Vladimir Melnic, doctorand: ”Experimental Identification of the Mathematical Model of the DC Motor based on the Genetic Algorithm” – In: Proceedings of the Workshop on Intelligent Information Systems WIIS2020, December 04-05, 2020, Chisinau, Republic of Moldova. (*prezentare online, sesiune*)
  6. Ilco Valentin, cercet. șt.: ”Cercetarea modurilor de acumulare și consum energetic al nanosatelitului «TUMnanoSAT»” – ”Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor”, 17 martie, 2020, Chisinau, Moldova, 2020. (*prezentare online, sesiune*)
  7. Varzaru Vlad, cercet. șt.: ”Realizarea comunicației nanosatelitului ”TUMnanoSAT” cu stațiile terestre în baza tehnologiei ”Software Defined Radio” ” –”Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor”, 17 martie, 2020, Chisinau, Moldova, 2020, (*prezentare online, sesiune*)
  8. SECRIERU, Nicolae, conf. univ., dr. : The Experience of Preparing to Launch the TUMnanoSAT nanosatellite, At: the 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing , 21-22 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova, (*online presentation*).
  9. ILCO, Valentin, cercet. șt., Mission Monitor and Control Platform for TUMnanoSAT Ground Segment, At: the 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing ,21-22 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova, (*online presentation*).
  10. MELNIC, Vladimir, doctorand: Synthesis the PID Control Algorithm for Speed Control of the DC Motor based on the Genetic Algorithm, At: the 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing, 21-22 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova, (*online presentation*).
  11. LUPAN, Oleg, profesor, dr. hab: Electrical Characterization of Individual Boron Nitride Nanowall Structures, At: the 5 th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, November 3-5, 2021, Chisinau, Republic of Moldova, (*online presentation*)
  12. SECRIERU, Nicolae, conf. univ., dr. : TUMnanoSAT, 1U KiboCUBE Nanosatellite developed at the Technical University of Moldova - At: Conference on Small Satellites, Education section, SSC21-P2-38, August, 5-7, 2021, Utah University, Utah, USA, (*online presentation*)  
(<https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4898&context=smallsat>)
  13. SECRIERU, Nicolae, conf. univ., dr. : The Experience in TUMnanoSAT Launch Preparation, The 4<sup>th</sup> International Conferences on Science and Technology Engineering Sciences and Technology ICONST EST 2021, September, 8-10, Budva, Montenegro, (*online presentation*)  
[http://iconst.org/Page/GetPdf?filename=iconst\\_poster\\_presentation\\_program2021.pdf](http://iconst.org/Page/GetPdf?filename=iconst_poster_presentation_program2021.pdf)
  14. LUPAN, Oleg, profesor, dr. hab: Semiconducting Oxide - Based Micro- and Nano-sensors for Environmental and Biomedical Monitoring - At: The 11th International Conference on

- “Nanomaterials: Applications & Properties” (NAP-2021) Odesa, Ukraine, Sept 5-11, 2021. (*online presentation*)
15. Oleg Lupan, doctor hab., profesor. – At: 2022 IEEE 12<sup>th</sup> International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (IEEE NAP-2022) , Krakow, Polonia, 11-16 Septembrie, 2022. Nano-Heterostructured Materials - Based Sensors for Safety and Biomedical Applications, (*prezentare, ședință plenară*) - <https://ieeenap.org/book-of-abstract/> .
  16. Secieru Nicolae, conf. univ, cercetător științific coord. - At: *Conference on Small Satellites, Education section, SSC22-P2-08, August, 6-8, 2022*, Utah University, Utah, USA. (<https://smallsat.org/conference/posters#weekdaypostersession2>). Promoting Satellite Communications: Training Students in the Design of Nano-Satellite Communications, (*online presentation*).
  17. Secieru Nicolae, conf. univ, cercetător științific coord. - At: *ICONST EST 2022*, September, 8-10, Budva, Montenegro, Blending training of students and promotion of space technologies by designing satellite communications, (*online presentation*) ([http://iconst.org/Page/GetPdf?filename=iconst\\_poster\\_presentation\\_program2022.pdf](http://iconst.org/Page/GetPdf?filename=iconst_poster_presentation_program2022.pdf))..
  18. Oleg Lupan, doctor hab., profesor. – At: International Conference on Electronics, Communications and Computing, ECCO 2022, Chișinău 20-21 octombrie 2022, Nanosensors and sensors based on heterostructured materials for safety and biomedical applications, (*prezentare, ședință plenară*) - <https://ecco.utm.md/> .
  19. Secieru Nicolae, conf. univ, cercetător științific coord. - At: - The 13th International Conference on Electronics, Communications and Computing, 20-21 October, 2022, Chisinau, Republic of Moldova. The evaluation of the on-board computer architecture for TUMnanoSAT series of nanosatellites for carrying out missions, (*prezentare la sesiune*) <https://ecco.utm.md/ecco22-track1/>
  20. Irina Cojuhari, conf. universitar, dr. - The 13th International Conference on Electronics, Communications and Computing, 20-21 October, 2022, Chisinau, Republic of Moldova. The PID Tuning Procedure for Performance Optimization of the Underdamped Second-Order Processes, (*prezentare la sesiune*) - <https://ecco.utm.md/ecco22-track3/>
  21. Vladimir Melnic, cercetător științific. - The 13th International Conference on Electronics, Communications and Computing, 20-21 October, 2022, Chisinau, Republic of Moldova. Tuning the Fuzzy Controller for Speed Control of the DC Motor, (*prezentare la sesiune*) - <https://ecco.utm.md/ecco22-track3/>.
  22. Valeriu VERJBITKI, cercetător științific. The 13th International Conference on Electronics, Communications and Computing, 20-21 October, 2022, Chisinau, Republic of Moldova. The method of measuring the parameters of nanostructured sensors. (*prezentare la sesiune*) <https://ecco.utm.md/ecco22-track1/>
  23. Cristian Lupan, doctorand, The 13th International Conference on Electronics, Communications and Computing, 20-21 October, 2022, Chisinau, Republic of Moldova. The Reliability to Gamma Radiation of Gas Sensors Based on Nanostructured ZnO:Eu. (*prezentare la sesiune*) <https://ecco.utm.md/ecco22-track1/> .
  24. Cristian Lupan, doctorand. In: Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și



- doctoranzilor. Vol.1, 29-31 martie 2022, Chişinău. Chişinău, Republica Moldova: Tehnica-UTM, 2022, Cercetarea nanostructurilor oxizilor mieşti de Zn-Cu pentru senzori. (*prezentare la sesiune*).
25. Dumitru Nuca, doctorand. Conferinţa tehnico-ştiinţifică a studenţilor, masteranzilor şi doctoranzilor, 29-31 martie 2022. Contribuţii cu privire la realizarea modelului cvasigeoidului pentru teritoriul Republicii Moldova” (*prezentare la sesiune*)
  26. LUPAN O., profesor, dr. hab: "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). (*prezentare online la sesiune*) <https://ieeexplore.ieee.org/document/10310990/authors#authors> (Factor de Impact: 0.40)
  27. LUPAN, O., profesor, dr. hab: 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). (*prezentare online la sesiune*) <https://doi.org/10.1117/12.2651116> (Factor de Impact: 0.37)
  28. LUPAN, O. profesor, dr. hab: 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 (*prezentare la sesiune*)
  29. CHIRIAC M., masterand: "Proprietăţile oxizilor nanostructuraţi cuo:sn pentru aplicaţii senzoriale". International Workshop of Scientific Students' Papers, 17th Edition ELSTUD, iunie 29 – iulie 1,(2023) (*prezentare la sesiune*)
  30. LITRA D., masterand: "Proprietăţile nanobaghetelor de zno:sn". Conferinţa tehnico-ştiinţifică a studenţilor, masteranzilor şi doctoranzilor, aprilie 5-7, (2023) , Vol. 1, pp. 265-268 (*prezentare la sesiune*)
  31. SECRIERU N. conf. univ., dr. : Conferinţa "SMART Diaspora 2023" , Timişoara, 10 -:-12 Aprilie 2023, "Activitatea Centrului Tehnologii Spaţiale al UTM." (*prezentare la sesiune*) [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)
  32. Viorel Bostan, profesor, dr. hab. : Innovative Manufacturing Engineering&Energy International Conference, October,12 -14, 2023, Nanosatellite Development, Challenges and Experience within Technical University of Moldova. (*prezentare la sesiunea plenară*) [https://imane.utm.md/wp-content/uploads/2023/10/PROGRAM\\_FINAL\\_IManEE23\\_06.10.23.pdf](https://imane.utm.md/wp-content/uploads/2023/10/PROGRAM_FINAL_IManEE23_06.10.23.pdf)

**11. Aprecierea şi recunoaşterea rezultatelor obţinute în proiect (premii, medalii, titluri, alte aprecieri).**

| Nr. d/o   | Numele, prenumele | Denumirea lucrării | Distincţia acordată |
|---|-------------------|--------------------|---------------------|
| Salonul Internaţional al Cercetării Ştiinţifice, Inovării Şi Inventicii Pro Invent 2020 - Ediţia Xviii, Cluj-Napoca ( <a href="https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2020.pdf">https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2020.pdf</a> ) |                   |                    |                     |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Vladimir MELNIC, Valentin ILCO, Alexei MARTÎNIUC, Nicolae SECRIERU, Viorel BOSTAN, Ion BOSTAN | Platformă pentru cercetarea atitudinii microsateleților în condiții orbitale.                   | Medalia de aur.<br>Diplomă de excelență |
| 2 | Ababii Nicolai, Postica Vasile, Trofim Viorel, Lupan Oleg                                     | Procedeu de obținere a rețelei de nanofire CuO-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                   | Medalia de aur,<br>Diplomă de excelență |
| 3 | Postica Vasile, Pauporté Thierry (FR), Trofim Viorel, Ababii Nicolai, Lupan Oleg              | Procedeu de funcționalizare a suprafeței nanofirelor din ZnO cu nanoparticule din metale nobile | Medalia de aur,<br>Diplomă de excelență |

**International Exhibition of Inventions INVENTICA 2021 din 23.06.2021 – 25.06.2021**  
(<https://ini.tuiasi.ro/exhibition/wp-content/uploads/sites/5/2021/06/Volum%20INVENTICA%202021.pdf> )

|   |  |   |                                       |
|---|--|---|---------------------------------------|
| 1 | Valentin ILCO, Vladimir MELNIC, Alexei MARTINIUC, Vladimir VĂRZARU, Ion BOSTAN, Viorel BOSTAN, Nicolae SECRIERU. | "TUMnanoSAT, 1U CubeSat nanosatellite developed at the Technical University of Moldova" | Diploma de merit și medalie de argint |
| 2 | Vladimir VĂRZARU, Valentin ILCO, Alexei MARTINIUC, Vladimir MELNIC, Ion Bostan, Viorel BOSTAN, Nicolae SECRIERU. | "Center for communication and monitoring of educational satellites"                     | Diploma de merit și medalie de argint |

**Expoziția "14th European Exhibition of Creativity And Innovation EuroINVENT 2022 din 26.05.2022 – 28.05.2022** (<https://www.euroinvent.org/Report Euroinvent 2022.pdf> )

|   |  |   |                                    |
|---|--|---|------------------------------------|
| 1 | Viorel Bostan, Valentin Ilco, Alexei Martîniuc, Vladimir Vărzaru, Oleg Lupan, Valeriu Verjbițchi, Nicolae Magariu, Vladimir Melnic | TUMnanoSAT's satellite modules for research of the nanosensors properties in space radiation conditions | Diplomă de merit și medalie de aur |
| 2 | Viorel Bostan, Ion Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martîniuc, Vladimir Vărzaru, Nicolae Secrieru                    | TUMnanoSAT flight model nanosatellite   | Diplomă de merit și medalie de aur |
| 3 | Viorel BOSTAN, Ion   | Structural analysis of the  | Diplomă de merit                   |


|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | BOSTAN, Nicolae SECRIERU, Marin GUȚU, Vladimir MELNIC, Valentin ILCO, Alexei MARTÎNIUC.             | TUMnanoSAT<br>microsatellite  | și medalie de aur  |
| 4  | ABABII, N., MAGARIU, N., LUPAN, O.  | Sensing performance of CuO/Cu <sub>2</sub> O/ZnO:Fe heterostructure coated with ultrathin hydrophobic polymer for battery application | Diplomă de merit și medalie de aur   |
| <b>Salonul Inovării și Cercetării, 9-10 noiembrie 2023, Galați, România</b><br>( <a href="https://utm.md/blog/2023/12/09/utm-la-salonul-inovarii-si-cercetarii-ugal-invent-editia-2023/">https://utm.md/blog/2023/12/09/utm-la-salonul-inovarii-si-cercetarii-ugal-invent-editia-2023/</a> )   |   |   |  |
| 1  | Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru, Nicolae Secrieru | Modelul de zbor al satelitului TUMnanoSAT   | Medalia de aur   |
| <b>The 48th International Exhibition of INVENTIONS, Geneva, Elveția, 26-30 Aprilie 2023</b><br>( <a href="https://inventions-geneva.ch/wp-content/uploads/2023/09/2023-PALMARES-EN.pdf">https://inventions-geneva.ch/wp-content/uploads/2023/09/2023-PALMARES-EN.pdf</a> )   |   |   |  |
| 1  | Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru                   | Modelul de zbor al satelitului TUMnanoSAT flight model nanosatellite  | Medalie de Argint.<br>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,<br>Diploma de merit de la Universitatea Tehnică, Cluj-Napoca |
| <b>Competiția de Premii ale Asociației Generale a Inginerilor din România (AGIR)</b><br>( <a href="https://www.agir.ro/stiri/laurea%C8%9Aii-premiilor-agir-pentru-anul-2022-913.html">https://www.agir.ro/stiri/laurea%C8%9Aii-premiilor-agir-pentru-anul-2022-913.html</a> )  |   |   |  |
| 1  | Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru, Nicolae Secrieru | Satelitul TUMnanoSAT  | Premiul AGIR 2022,<br>din 14 septembrie 2023                                 |
| <b>Expoziția Internațională Specializată "INFOINVENT-2023", decembrie, 2023, Chișinău</b><br>( <a href="https://ancd.gov.md/ro/content/expozi%C8%9Bia-interna%C8%9Bional%C4%83-specializat%C4%83-eis-foinvent-2023">https://ancd.gov.md/ro/content/expozi%C8%9Bia-interna%C8%9Bional%C4%83-specializat%C4%83-eis-foinvent-2023</a> ) |   |   |  |
| 1  | Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru,                  | Modelul de zbor al satelitului TUMnanoSAT   | Diploma cu mențiunea "Produs inovativ de succes"                             |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|   | Nicolae Secieru  |   |  |
| <b>Salonului Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii „ProInvent-2023” 25-27 octombrie, Cluj-Napoca, România. (<a href="https://proinvent.utcluj.ro/salon.html">https://proinvent.utcluj.ro/salon.html</a> )</b>               |  |   |  |
| 1   | NAGPAL, R., LUPAN, C., BÎRNAZ, A., SIEBERT, L., LUPAN, O.  | Detector de ultraviolet pe baza unei structuri de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /ZnO   | Medalia de aur, Diplomă de excelență   |
| <b>15th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2023, Iasi, Romania, 13 May 2023. (<a href="https://www.euroinvent.org/program/">https://www.euroinvent.org/program/</a> )</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 excelență,  |
| <b>Premiul Național a Guvernului RM ediția anului 2023 (<a href="https://gov.md/ro/content/guvernul-aprobat-lista-laureatilor-premiului-national-2023">https://gov.md/ro/content/guvernul-aprobat-lista-laureatilor-premiului-national-2023</a> )</b> |  |   |  |
| 1   | Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru, Nicolae Secieru | Dezvoltarea și lansarea nanosatelitului ”TUMnanoSAT” cu misiuni de cercetare de la Stația Spațială Internațională, monitorizarea, post-operarea și promovarea tehnologiilor spațiale. | Premiul Național a Guvernului RM pentru activități de cercetare, dezvoltare științifică și tehnologică |

## 12. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media:

- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

| Emisiunea TV / Radio   | Tematica interviuării  | Numele, prenumele interviuării |
|--|--|--------------------------------|
| ”Copii din Moldova au dialogat direct cu astronautii din Cosmos” - - <a href="https://utm.md/blog/2021/03/05/vis-implinit-copii-din-moldova-au-dialogat-direct-cu-astronautii-din-cosmos/">https://utm.md/blog/2021/03/05/vis-implinit-copii-din-moldova-au-dialogat-direct-cu-astronautii-din-cosmos/</a> <a href="https://www.facebook.com/UTMoldova/posts/4196057433760852">https://www.facebook.com/UTMoldova/posts/4196057433760852</a> | Douăzeci de liceeni cu vârste cuprinse între 10 și 18 ani, reprezentând un consorțiu de instituții de învățământ, școli rurale și biblioteci din diferite localități ale Republicii Moldova – Molovata, Sălcuța, Băcioi, Sângerei, Gura Bâcului, Ștefănești, | Conf. univ. Nicolae Secieru    |

|  |   |   |
|--|---|---|
|   | <p>Cociulia, Cirești, Cobani și-au văzut împlinit un mare vis, cel de a afla răspunsuri la întrebările ce-i frământă direct de la sursă – de la astronauții de la Stația Spațială Internațională grație unui proiect de mare anvergură realizat de Centrul Național de Tehnologii Spațiale (CNTS) din cadrul Universității Tehnice a Moldovei (UTM), Corpul Păcii din SUA în RM (USPCVC) și Serviciul Radioamatorilor de pe Stația Spațială Internațională (ARISS).</p> |   |
| <p><b>”Primul satelit artificial, fabricat de cercetători de la UTM, va fi gata curând”</b><br/> <a href="http://tvr Moldova.md/actualitate/primul-satelit-artificial-fabricat-de-cercetatori-de-la-utm-va-fi-gata-curand/">http://tvr Moldova.md/actualitate/primul-satelit-artificial-fabricat-de-cercetatori-de-la-utm-va-fi-gata-curand/</a></p> | <p>Cercetătorii de la Universitatea Tehnică din Chișinău spun că lucrările sunt pe sfârșite și speră că satelitul va ajunge pe orbită până la sfârșitul acestui an. E vorba de un satelit de cercetare, care va transmite informații din spațiu. A fost fabricat în colaborare cu Agenția Spațială din Japonia care susține gratis proiecte spațiale în toată lumea.</p>  | <p>Prof. Viorel Bostan, conf. N.Secieru, cerc.șt. Valentin Ilco</p> |
| <p><b>”Satelit moldovenesc in cosmos”</b> - -<br/> <a href="https://primul.md/gagarin-in-memoria-moldovenilor">https://primul.md/gagarin-in-memoria-moldovenilor</a></p>   | <p>În Republica Moldova a fost construit un nou satelit, care, urmează să fie trimis pe orbită de pe stația spațială internațională. Este vorba despre un nano-satelit care va transmite pe Pământ imagini și date despre funcționarea senzorilor de ultimă generație. Cheltuielile au fost asumate de Agenția Aerospațială a Japoniei, iar lansarea satelitului este planificată în acest an.</p>  | <p>Conf. N.Secieru, cerc.șt. Valentin Ilco</p>                      |
| <p><b>Conferința de presă :</b></p>  | <p>Conferința de presă dedicată expedierii nanosatelitului TUMnanoSAT la Centrul Tsukuba al „Agenției Aero-Spațiale Japoneze” – JAXA</p>  | <p>Acad. Ion Bostan, prof. Viorel Bostan, conf. Nicolae Secieru</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>Centrul Tehnologii Spațiale UTM, 20.02.2022, (transmisă de toate posturile TV din RM).</p>    |   |   |
| <p>Emisiunea dedicată plasării pe orbită a primului nanosatelit al Republicii Moldova. 12.08.2022 , (transmisă de toate posturile TV din RM).</p>   | <p>Manifestația dedicată plasării pe orbită terestră de către astronauții de la Stația Spațială Internațională a primului nanosatelit al Republicii Moldova</p> | <p>Viorel Bostan, Natalia Gavrilița, prim-ministru RM, Yoshihiro Katayama, ambasadorul Japoniei în RM, echipa CNTS.</p> |
| <p>Emisiunea ”Acasă” din 15.08.22 - <a href="https://www.youtube.com/watch?v=yuXPSCoExBE">https://www.youtube.com/watch?v=yuXPSCoExBE</a></p>    | <p>Plasarea pe orbită terestră a primului nanosatelit al Republicii Moldova.</p>  | <p>Viorel Bostan, Oleg Lupan, Vladimir Melnic</p>   |
| <p>Emisiunea ”Bună Dimineața” din 4.10.22 <a href="https://trm.md/ro/buna-dimineata/buna-dimineata-din-04-octombrie-2022">https://trm.md/ro/buna-dimineata/buna-dimineata-din-04-octombrie-2022</a></p>  | <p>TUMnanoSAT și rolul tehnologiilor spațiale</p>   | <p>Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc:</p>   |

|   |  |                             |
|---|--|-----------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>IDSI TV</b></p> <p style="text-align: center;"><a href="https://www.youtube.com/watch?v=jfxWyie_dB9I">https://www.youtube.com/watch?v=jfxWyie_dB9I</a></p>  | Expoziție organizată la dată jubiliară în scopul promovării și valorificării producției științifice și didactice, 27 iul. 2023 | Prof. Viorel Bostan         |
| <p style="text-align: center;"><b>TVR Moldova</b></p> <p style="text-align: center;"><a href="https://tvr Moldova.md/article/9440fb9a892ee8ec/portret-obiectiv-viorel-bostan-o-viziune-strategica-despre-educatie.html">https://tvr Moldova.md/article/9440fb9a892ee8ec/portret-obiectiv-viorel-bostan-o-viziune-strategica-despre-educatie.html</a></p>  | PORTRET OBIECTIV. Viorel Bostan, o viziune strategică despre educație  | Prof. Viorel Bostan         |
| <p style="text-align: center;"><b>PRO TV</b></p> <p style="text-align: center;"><a href="https://pro tv.md/actualitate/10-personalitati-din-diferite-domenii-s-au-ales-cu-premiul-national-toti-au-primit-diplome-si-premiu-banesti-in-valoarea-de-100-de-mii-de-lei-video---2672956.html">https://pro tv.md/actualitate/10-personalitati-din-diferite-domenii-s-au-ales-cu-premiul-national-toti-au-primit-diplome-si-premiu-banesti-in-valoarea-de-100-de-mii-de-lei-video---2672956.html</a></p> | 10-personalitati din diferite domenii s-au ales cu premiul national  | Ilco Valentin               |
| <p style="text-align: center;"><b>IDSI TV</b></p> <p style="text-align: center;"><a href="https://www.youtube.com/watch?v=xK_LFowJ0C8">https://www.youtube.com/watch?v=xK_LFowJ0C8</a></p>  | Gala Laureatilor Premiilor AȘM. Festivalul Cercetării și Inovării, 10 noiembrie 2023.  | Conf. univ. Nicolae Secieru |

➤ **Articole și manifestații de popularizare a științei**

1. **Camera de Comerț și Industrie a eliberat, în premieră, Carnetul ATA pentru nanosatelitul Centrului Tehnologii Spațiale al Universității Tehnice a Moldovei (CNTS a UTM).** Carnetul ATA, ca document vamal care facilitează exportul temporar de bunuri, a fost solicitat de Universitatea Tehnică în legătură cu necesitatea testării funcționale a nanosatelitului pentru lansarea în spațiu. În baza Carnetului perfectat și eliberat de CCI, nanosatelitul TUMnanoSAT și accesoriile necesare sunt transportate în România, unde sunt suspuse operațiunilor de testare de către Institutul de Științe Spațiale din România, iar ulterior reintroduse în RM. - <https://utm.md/blog/2021/05/14/primul-satelit-al-republicii-moldova-fabricat-in-cadrul-cnts-utm-a-primit-carnetul-ata/>
2. **”Satelitul moldovenesc care va zbura în spațiu cu rachetă SpaceX”** . Pe masa unui mic laborator din cadrul Universității Tehnice din Moldova se află un container de culoare neagră. Un tânăr cu mască și mănuși medicale deschide partea laterală și foarte atent scoate un cub. Acesta are muchia de 10 centimetri și fațete laterale negre și lucitoare care, la prima vedere, seamănă cu ecranele televizoarelor de ultima generație. Pe partea de sus a cubului este inscripționat „TUMnanoSAT”. Este primul nanosatelit făcut în Republica Moldova, elaborat timp de aproape trei ani de o echipă de cercetători de la Centrul Național de Tehnologii Spațiale. Pe racheta Falcon 9 a companiei lui Elon Musk, satelitul va fi transportat în spațiu și lansat pe orbită de la Stația Spațială Internațională. - <https://reportaje.moldova.org/satelitul-moldovenesc-care-va-zbura-in-spatiu-cu-racheta-spacex/>
3. **Expoziția „Creația deschide Universul” (ediția a X-a) și „Noaptea Cercetătorilor Europeni”** (ediția a VIII-a) din 24 septembrie 2021. Evenimentul a inclus 15 workshopuri, activități interactive, ateliere, masterclass-uri, lecții publice, un fashion-show, dar și

excursii captivante în spațiile UTM - a inclus peste 100 de lucrări cu cele mai originale idei și inovații descoperite în cadrul proiectelor de licență și de master și tezelor de doctorat ale discipolilor UTM. Centrul Tehnologii Spațiale a participat cu mostre de subsisteme satelitare și prezentări de testare a subsistemelor satelitare. (<https://utm.md/blog/2021/09/27/expozitia-creatia-deschide-universul-noaptea-cercetatorilor-europeni-la-utm/>)

4. **Conferința Științifică Internațională „Tehnologii moderne: actualitate și perspective”**, desfășurată în cadrul Săptămânii Științei, organizate de Academia de Științe a Moldovei și dedicate celei de-a 30-a aniversări de la proclamarea independenței Republicii Moldova, împlinirii a 60 de ani de la fondarea AȘM și a 75 de ani de la crearea primelor instituții științifice de tip academic, rectorul Universității Tehnice a Moldovei, prof. univ. dr. hab. Viorel BOSTAN, a prezentat rezultatele obținute de către cercetătorii UTM în cadrul proiectelor de cercetare, inclusiv elaborarea nanosatelitului ”TUMnanoSAT”. <https://utm.md/blog/2021/06/10/rectorul-utm-prof-univ-dr-hab-viorel-bostan-la-saptamana-stiintei-la-asm/>
5. **Expoziția „Creația deschide Universul” (ediția a XI-a) și „Noaptea Cercetătorilor Europeni” (ediția a VIII-a) din 30 septembrie 2022.** În cadrul evenimentului Noaptea Cercetătorilor Europeni, cu susținerea proiectului [Scientix](#), a fost organizată expoziția-concurs „Creația Deschide Universul”. Cele 19 lucrări originale, bazate pe idei și soluții inovative descoperite în cadrul proiectelor STE(A)M, au fost prezentate de elevi, studenți și tineri profesori. Centrul Tehnologii Spațiale a participat cu mostre de subsisteme satelitare și prezentări de testare a subsistemelor satelitare. <https://utm.md/blog/2022/10/01/expozitia-concurs-creatia-deschide-universul-admirata-de-peste-2000-de-vizitatori/>

**13. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate pe parcursul anilor 2020-2023 de membrii echipei proiectului.**

| Nr. d/o               | Numele, prenumele titularului | Titlul tezei   | Conducător științific        |
|-----------------------|-------------------------------|--|------------------------------|
| <b>Teze de doctor</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 |
| <b>Teze master</b>    |                               |  |                              |



|                     |                             |   |  |
|---------------------|-----------------------------|---|--|
| 1                   | Andronic Alexandru          | Cercetarea componentelor subsistemului de control atitudine a nanosatelitului "TUMnanoSAT" și verificarea lor pe standul de simulare a câmpului geomagnetic | coordonator conf. univ. Nicolae Secieru. |
| 2                   | Baranețchi Anatol           | Elaborarea modulului de cercetare a nanosenzorilor de radiație și softului de achiziție date pentru realizarea misiunilor nanosatelitului "TUMnanoSAT"      | coordonator conf. univ. Nicolae Secieru. |
| 3                   | Vărzaru Vlad, gr. SCE-201M  | Dezvoltarea platformei de comunicare și control pentru nanosatelitul educațional TUMnanoSAT"  | coordonator conf. univ. Nicolae Secieru. |
| 4                   | Zarișneac Petru, gr. IM-191 | Analiza structurală a satelitului TUMnanoSat  | coordonator dr., conf. univ. Guțu Marin. |
| 5                   | Marin Chiriac, gr. SCE-211M | Elaborarea și cercetarea algoritmilor de comandă cu sistemul inerțial de control atitudine pentru nanosateți.   | coordonator conf. univ. Nicolae Secieru. |
| <b>Teze licență</b> |                             |   |  |
| 1                   | Vărzaru Vlad                | Elaborarea algoritmilor și programelor de comunicație pentru stațiile terestre în baza tehnologiei "software defined radio" cu nanosatelitul „TUMnanoSAT"   | coordonator conf. univ. Nicolae Secieru. |
| 2                   | Gușanu Maxim                | Elaborarea modulului software de control a sistemului de alimentare cu energie electrică a nanosatelitului „TUMnanoSAT"                                     | coordonator conf. univ. Nicolae Secieru. |
| 3                   | Lupan Cristian              | Elaborarea senzorilor în baza peliculelor columnare de Pd/ZnO:Eu.   | Coordonator prof. Lupan Oleg.            |

#### **14. Materializarea rezultatelor obținute în proiect (cu specificarea aplicării în practică)**

Pe parcursul realizării proiectului au fost materializate următoarele rezultate ale cercetărilor în formă de produse, echipament, algoritmi și software, diverse documente :

1. S-au elaborat modulele cu sarcină utilă în conformitate cu misiunile concrete ale nanosateliților: cu camera de captare imagini și cu nanosenzori de radiație spațială, cu senzorică de determinare orientare sateliți s-a realizat prototiparea și s-a verificat fiecare modul, (vezi detalii: anexa nr. 6A și monografia: 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>).
2. S-au analizat diverse variante de arhitecturi ale calculatorului de bord (OBC) pentru nanosateliți și s-a realizat modulul OBC, platforma de dezvoltare a softului calculatoarelor de bord ale nanosateliților pentru crearea eficientă a diverselor misiuni în condiții de radiație spațială și propriu-zis software OBC pentru funcționare în timp real (vezi anexa nr. 6B și monografia: 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>).
3. S-au elaborat o gamă de proceduri și algoritmi și software respectiv pentru comunicație eficientă și fiabilă a nanosateliților cu stațiile terestre în condițiile de perturbații iono- și troposferice (vezi anexa nr. 6C și monografia: 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>).
4. S-au elaborat și simulat algoritmi de control eficient al atitudinii nanosateliților pe baza componentelor câmpului magnetic al Terrei (vezi anexa nr. 6D și monografia: 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. S-au elaborat algoritmi de acumulare a energiei electrice și distribuție eficientă în condiții de deficiență de resurse și s-au verificat prin simulare și experimentare (vezi anexa nr. 6E și monografia: 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>).
6. S-a realizat modele 3D a nanosateliților TUMnanoSAT, care generează toată documentația de asamblu. S-au creat modelele pentru analiză structurală a TUMnanoSAT și s-a perfectat raportul de pericol al defecțiunii structurii TUMnanoSAT pentru a și verifica TUMnanoSAT în ceea ce privește riscul de rupere specific al structurilor (vezi anexa nr. 6F și monografia: 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>).
7. S-a perfectat formularul de descriere cu caracteristicile bateriei din modulul de putere (EPS) și s-a realizat planul de testare pentru confirmare fiabilității acumulatorilor de tip Li-Ion pentru

perfectarea raportului de pericol de scurgere/rupere a bateriei TUMnanoSAT referitor la pericol de avarie specific al bateriei (vezi anexa nr. 6G și monografia: 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>).

8. S-a pregătit și aprobat raportul de evaluare a siguranței zborului pentru fazele 0/I/II pentru conformitatea cu cerințele de siguranță Stația Spațială Internațională) ISS și verificarea TUMnanoSAT-1U pentru panoul de revizuire a siguranței 0/I/II și evaluarea controlului fracturii pentru TUMnanoSAT pentru faza 0/I/II cu rezultatul verificării cu privire la fiecare cerință a verificării structurii JMX-2012694 și a planului de control al fracturii pentru satelitul selectat de către Agenția Aerospațială din Japonia (JAXA) pentru lansarea de pe J-SSOD pentru fazele 0/I/II SFCB.



Ultima inspecție TUMnanoSAT și încorporarea în capsula de lansare JSSOD la centrul Tsukuba al JAXA, 4 martie 2022.

9. S-a asamblat modelul de zbor al nanosateliților TUMnanoSAT-1U și prototipul TUMnanoSAT-2U, s-a coordonat planul de realizare a raportului standard de pericol în baza rezultatelor controlului și verificării cu privire la pericolele generale și formularul de verificare și evaluare a pericolului de lichide, gaze sau pulbere a materialelor utilizate în nanosateliții TUMnanoSAT (vezi anexa 6H).

10. S-a realizat lansarea TUMnanoSAT-1U pe 12 iulie cu lansatorul Falcon 9 a companiei SpaceX de la centrul Cape Canaveral Space Force Station, Florida, USA și plasarea TUMnanoSAT pe



orbită LEO de la Stația Spațială Internațională pe 12 august 2022.  
<https://utm.md/blog/2022/07/15/satelitul-tumnanosat-construit-de-universitatea-tehnica-a-moldovei-a-fost-lansat-in-spatiu/>  
<https://utm.md/blog/2022/08/10/12-august-2022-lansarea-pe-orbita-a-nanosatelitului-tumnanosat-elaborat-construit-si-dezvoltat-de-utm/>

#### 15. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei

➤ **Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor**

**Viorel Bostan, dr. hab. Profesor:**

Președinte al Consiliul științific specializat D 232.02-21-44 la Universitatea Tehnică a Moldovei, abilitat cu dreptul de a organiza susținerea tezei de doctor în informatică a dlui Danilescu Marcel (Romania) cu tema „Controlul accesului și acțiunilor în sistemele informaționale”, specialitatea 232.02. Tehnologii, produse și sisteme informaționale, conducător științific BESLIU Victor, doctor în științe tehnice, profesor universitar.

Nicolae Secrieru, cercet. șt. superior, conf. universitar, dr.:

membru al Comisiei de doctorat, numită prin Hotărârea Consiliului Studiilor Universitare de Doctorat (CSUD) nr. 20 din 05.03.2021, la susținerea în ședință publică pe 14 iulie 2021 a tezei de doctorat a candidatului Pandele Constantin – Alexandru ”Precise point positioning global navigation satellite services receiver for space”, Școla Doctorală de Inginerie Aerospațială de la Universitatea Politehnică din București, membru al comisiei de susținere a tezelor de licență și de master (în decembrie 2020-:- 2022).

Cojuhari Irina, conf. universitar, dr. :

Membru Consiliului Științific Specializat ad-hoc D 221.01-51 la UTM, din data de 16 septembrie 2021, unde a fost susținută teza de doctor în științe inginerești dlui CAZAC Vadim, tema „Elaborarea sistemelor electromecanice pentru industria firelor metalice”, specialitatea 222.01. Dispozitive și echipamente electrotehnice, conducător științific NUCA Ilie, conf. univ., dr.

Marin Guțu, conf. universitar, dr. :

membru al comisiei de susținere a tezelor de licență și de master (2021-:- 2023).

| Nr. d/o | Nume, prenume | Evenimentul (conferință, consiliu de susținere etc.)  | Perioada      | Calitatea (membru, președinte ș.a.) |
|---------|---------------|---|---------------|-------------------------------------|
| 1       | Bostan Viorel | Ședința Seminarului Științific de Profil, specialitatea 122.03 “Modelare, metode matematice, produse program” | 04 mai 2023   | Membru al seminarului               |
| 2       | Bostan Viorel | Ședința Seminarului Științific de Profil, specialitatea 122.03 “Modelare, metode                              | 29 iunie 2023 | Membru al seminarului               |

|    |                 |   |                    |                           |
|----|-----------------|---|--------------------|---------------------------|
|    |                 | matematice, produse program” din cadrul Universității Tehnice a Moldovei  |                    |                           |
| 3  | Bostan Viorel   | Ședința Seminarului Științific de Profil, specialitatea 122.03 “Modelare, metode matematice, produse program”   | 6 octombrie, 2023  | Membru al seminarului     |
| 4  | Bostan Viorel   | Ședința prealabilă a CSS D 122.03-23-85 la Universitatea Tehnică din Moldova privind:<br>-raportarea candidatului despre înlăturarea obiecțiilor/sugestiilor din Nota informativă;<br>-autorizarea publicării Rezumatului;<br>-stabilirea datei susținerii publice a tezei. | 24 noiembrie, 2023 | Președinte al consiliului |
| 5  | Bostan Viorel   | Ședința Seminarului Științific al Școlii Doctorale pe domeniul „Inginerie Mecanică” din cadrul Universității Tehnice a Moldovei   | 20 decembrie 2023  | Președinte al seminarului |
| 6  | Bostan Ion      | Ședința Seminarului Științific al Școlii Doctorale pe domeniul „Inginerie Mecanică” din cadrul Universității Tehnice a Moldovei   | 20 decembrie 2023  | Membru al seminarului     |
| 7  | Secieru Nicolae | Ședința Seminarului Științific de Profil, specialitatea 122.03 “Modelare, metode matematice, produse program”   | 04 mai 2023        | Membru al seminarului     |
| 8  | Secieru Nicolae | Ședința Seminarului Științific de Profil, specialitatea 231.02. "Ingineria și tehnologia comunicațiilor electronice" din cadrul Universității Tehnice a Moldovei  | 12 mai 2023        | Membru al seminarului     |
| 9  | Secieru Nicolae | Ședința Seminarului Științific de Profil, specialitatea 122.03 “Modelare, metode matematice, produse program” din cadrul Universității Tehnice a Moldovei   | 29 iunie 2023      | Membru al seminarului     |
| 10 | Secieru Nicolae | Ședința Seminarului Științific de Profil, specialitatea 122.03 “Modelare, metode matematice, produse program”   | 6 octombrie, 2023  | Membru al seminarului     |
| 11 | Secieru Nicolae | Ședința prealabilă a CSSD 122.03-23-85 la Universitatea Tehnică din Moldova privind:<br>-raportarea candidatului despre înlăturarea obiecțiilor/sugestiilor din Nota informativă;<br>-autorizarea publicării Rezumatului;<br>-stabilirea datei susținerii publice a tezei.  | 24 noiembrie, 2023 | Membru al consiliului     |

➤ **Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale**

**Viorel Bostan, dr. hab. Profesor:**

Membru al Consiliilor de susținere a tezelor de doctor și doctor habilitat (2016-prezent).

Redactor șef al revistei tehnico-științifice „Journal of Engineering Sciences (JES)” (2018-

prezent). Expert național al Republicii Moldova în domeniul „Spațiu” al programului Horizon 2020, UE.

**Oleg Lupan, dr. hab., profesor:**

**Honorable Editor**, <https://biomedgrid.com/honorable-editors.php>, al revistei **American Journal of Biomedical Science & Research** cu factor de impact ISI 1.042, ISSN: 2642-1747 din SUA.

**Editorial Board Member** și la alte 10 reviste naționale și internaționale, după cum urmează:

Journal of Engineering Science / Editorial Board UTM

**ISSN 2587-3474 / E-ISSN 2587-3482**

<https://jes.utm.md/editorial-board/>

Materials Science in Semiconductor Processing, Impact Factor: 3.085 Elsevier / Editorial Board

<https://www.journals.elsevier.com/materials-science-in-semiconductor-processing/editorial-board/professor-oleg-lupan>

Journal of Electronics Cooling and Thermal Control, Impact Factor: 0.52 Scientific research / Editorial Board

<https://www.scirp.org/journal/editorialboard.aspx?journalid=691>

Journal of Industrial Electronics and Applications / Editorial Board Member

[https://www.scitechnol.com/editor-profile/Oleg\\_Lupan\\_PhD/](https://www.scitechnol.com/editor-profile/Oleg_Lupan_PhD/)

Nanomaterials and Nanotechnology / Editorial Board / Associate Editors

<https://journals.sagepub.com/editorial-board/nax>

Journal of Nanotechnology / Editorial Board

<https://www.hindawi.com/journals/jnt/editors/>

Journal of Sensors / Editorial Board / Academic Editors

<https://www.hindawi.com/journals/js/editors/>

Applied Sciences, Impact Factor: 2.474 MDPI / Editorial Board Member

<https://www.mdpi.com/journal/applsci/editors#editorialboard>

Journal of Nano- and Electronic Physics / Editorial Board

<https://jnep.sumdu.edu.ua/en/component/main/editors>

16. **Recomandări, propuneri.**

17. **Concluzii**

În perioada anilor 2020-2023 s-a reușit realizarea majorității activităților planificate în proiect și s-au obținut rezultate importante. Considerăm că realizarea proiectului va avea în viitorul apropiat o 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



(semnătura)

**dr. hab. Viorel BOSTAN**

(numele, prenumele)

Data: 10.06.24



**Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023**  
**„Elaborarea și lansarea seriei de nanosateliți cu misiuni de cercetare de pe Stația Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea lor și promovarea tehnologiilor spațiale”**

(denumirea proiectului)

**Cifra proiectului 20.80009.5007.09**

**Română:**

Pe parcursul anilor 2020-2023 s-a reușit realizarea majorității activităților planificate în proiect și s-au obținut importante rezultate:

- s-au efectuat cercetările arhitecturii calculatoarelor de bord (OBC) pentru nanosateliții seriei TUMnanoSAT pentru asigurarea misiunilor complexe ale nanosateliților și 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 modulele OBC și respectivul software de sistem și aplicativ pentru funcționare în timp real;

- s-au efectuat cercetările proprietăților nanosenzorilor pe baza structurilor CuO/Cu<sub>2</sub>O și TiO<sub>2</sub>/CuO/Cu<sub>2</sub>O și pe substrat de Alumină (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), care urmează a fi testați în condiții de radiație spațială și s-au elaborat schemele electronice și confecționat PCB-urile prototipurilor și modulelor satelitare cu sarcină utilă pentru cercetarea la radiația spațială a materialelor nanostructurate;

- structuri mecanice pentru seria de nanosateliți TUMnanoSAT în format 1U/2U, capabile să asigure mărirea sarcinii utile și dotarea nanosatelitului cu sisteme dedicate de orientarea spațială precisă;

- s-au elaborat o gamă de proceduri și algoritmi și software respectiv pentru comunicație eficientă și fiabilă a nanosateliților cu stațiile terestre în condițiile de perturbații iono- și troposferice, care permit transmiterea telecomenzilor (de configurare, resetare, solicitare a datelor, a imaginilor; datele telemetrice ale ”TUMnanoSAT”) și recepționarea răspunsurilor de la sateliți: telecomenzi se recepționează cu platforma de comunicare pe stația terestră telemetrică dezvoltată de Centrul Tehnologii Spațiale UTM, cu ajutorul aplicațiilor se decodifică și analizează pentru determinarea stării nanosatelitului.

- s-a lansat cu succes primul nanosatelit TUMnanoSAT-1U;

- s-a asamblat și testat funcțional prototipul nanosatelitului TUMnanoSAT-2U cu rezultate, care confirmă că prototipul va avansa spre etapa de lansare, necesitând să unele modificări la modulul subsistemului de alimentare și confecționarea panourilor solare ale nanosatelitului. Documentele pentru realizarea procedurilor de testări a nanosatelitului TUMnanoSAT-2U au fost luate ca bază procedurile recomandate de către JAXA, fiind cele mai riguroase.

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 37 lucrări științifice și 32 comunicări la conferințe științifice naționale sau internaționale au fost obținute distincții la



Saloane și Expoziții de Invenții (medalii de aur -10; medalii de argint – 3, diplome de merit -14), Premiul Asociației Generale a Inginerilor din România (AGIR), Premiul național Premiul Național a Guvernului RM pentru activități de cercetare, dezvoltare științifică și tehnologică.

**Engleză:**

During the years 2020-2023, most of the activities planned in the project have been achieved and important results have been obtained:

- the research of the On-Board Computer Architecture (OBC) for TUMnanoSAT series nanosatellites for providing complex missions of the nanosatellites has been carried out and three architectures have been developed, which have high computational performance, capable of performing complex tasks and ensuring low power consumption, the OBC modules and the respective system and application software for real-time operation have been manufactured;
- research was carried out on the properties of nanosensors based on CuO/Cu<sub>2</sub>O and TiO<sub>2</sub>/CuO/Cu<sub>2</sub>O structures and on Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) substrate, to be tested under space radiation conditions, and electronic schematics were developed and PCBs of prototypes and payload satellite modules for space radiation research of nanostructured materials were fabricated;
- mechanical structures for the TUMnanoSAT series of nanosatellites in 1U/2U format, capable of providing payload augmentation and equipping the nanosatellite with dedicated precise space orientation systems;
- a range of procedures and algorithms and software respectively for efficient and reliable communication of nanosatellites with ground stations under conditions of ion- and tropospheric disturbances have been developed, allowing transmission of telecommands (configuration, reset, data request, images; "TUMnanoSAT" telemetry data) and reception of responses from satellites: Telecommands are received with the communication platform on the telemetry ground station developed by the UTM Space Technologies Centre, with the help of applications they are decoded and analysed to determine the state of the nanosatellite.
- the first TUMnanoSAT-1U nanosatellite was successfully launched;
- TUMnanoSAT-2U nanosatellite prototype has been assembled and functionally tested with results, which confirm that the prototype will advance to the launch stage, requiring some modifications to the power subsystem module and making the nanosatellite solar panels. The documentation for the test procedures of the TUMnanoSAT-2U nanosatellite was based on the procedures recommended by JAXA as the most rigorous.

It is considered that the implementation of the project will have a positive influence on industry and communications in Moldova, thus involving new national and international projects to make possible cooperation with international teams for a faster development and attracting both foreign investment and students, masters and doctoral students in scientific activity. Research results have been published in 37 scientific papers and 32 communications at national or international scientific conferences, distinctions have been obtained at Inventions Salons and Exhibitions (gold medals - 10; silver medals - 3, diplomas of merit - 14), 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 activities.

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice  
publicate pentru anii 2020-2023 în cadrul proiectului din Programul de Stat**

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

**Cifra proiectului 20.80009.5007.09**

*(denumirea proiectului)*

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

**1.2. monografii naționale**

1. BOSTAN, Viorel; BOSTAN, Ion; ILCO, Valentin; MELNIC, Vladimir; MARTÎNIUC, Alexei; VĂRZARU, Vladimir; SECRIERU, Nicolae; GUȚU, Marin; VERJBIȚKI, Valeriu; MAGARIU, Nicolae; LUPAN, Oleg. Programul KiboCUBE: Provocările și experiența Universității Tehnice a Moldovei privind dezvoltarea nanosateliților. Chișinău: 2022. 259 p. ISBN 978-9975-166-65-2

**2. Capitle în monografii 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)**

1. Cristian Lupan, Abhishek Kumar Mishra, Niklas Wolff, Jonas Drewes, Helge Krüger, Alexander Vahl, **Oleg Lupan**, Thierry Pauporté, Bruno Viana, Lorenz Kienle, Rainer Adelung, Nora H de Leeuw, and Sandra Hansen, Nanosensors Based on a Single ZnO:Eu Nanowire for Hydrogen Gas Sensing for Battery Application ACS Appl. Mater. Interfaces 2022, 14, 36, 41196–41207, (**factor de impact 10,3**). - <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsami.2c10975>
2. **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**);
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**)
4. SCHRÖDER, S., ABABII, N., BRÎNZĂ, M., **MAGARIU, N., ZIMOCHE, 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**)

5. 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**

1. Viorel Bostan, Ion Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru, Nicolae Secrieru, Marin Guțu, Oleg Lupan, Valeri Verjbițki, Nicolae Magariu. O privire asupra experienței de la Universitatea Tehnică din Moldova în dezvoltarea nanosatelitului TUMnanoSAT. – In: Fizica și Tehnologii Moderne, V. 20, nr. 3-4 (69-70), 2022. ISSN 1810-6498
2. 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)
3. 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 în curs de editare*).

#### **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)**

1. BOSTAN V., SECRIERU N., MELNIC V., ILCO V., MARTÎNIUC A., VĂRZARU V., TUMnanoSAT Nanosatellite And KiboCUBE Program - "The 13th International Conference on Communications", 18-20 iunie, 2020, Universitaty Politehnica, Bucharest. Disponibil: <https://ieeexplore.ieee.org>
2. LUPAN C., KHALEDIALIDUSTI R., MISHRA A.K, POSTICA V., TERASA M., MAGARIU N., PAUPOURÉ Th., VIANA B., DREWES J., VAHL A., FAUPEL F., ADELUNG R. Pd-Functionalized ZnO:Eu Columnar Films for Room Temperature Hydrogen Gas Sensing: A Combined Experimental and Computational Approach. ACS Applied Materials & Interfaces 2020, 12, 22, 24951–24964. (Factor de Impact 8.5) Disponibil: <https://doi.org/10.1021/acsami.0c02103>

3. POSTICA V., HEATHER C., RAINER A., THIERRY P., LEE Ch., LUPAN O., Au-NPs/ZnO single nanowire nanosensors for health care applications. - In: EHB, România (October, 2020) 2020 International Conference on e-Health and Bioengineering (EHB) IEEE. Disponibil: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjFx4akhp3tAhXBjKQKHUu7CDwQFjABegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ehbconference.ro%2FPortals%2F0%2FEHB2020\\_Detailed%2520Program.pdf&usg=AOvVaw1md11KTilr5NuCBQ9grBSi](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjFx4akhp3tAhXBjKQKHUu7CDwQFjABegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ehbconference.ro%2FPortals%2F0%2FEHB2020_Detailed%2520Program.pdf&usg=AOvVaw1md11KTilr5NuCBQ9grBSi)
4. LUPAN O., Semiconducting Oxide - Based Micro- and Nano-sensors for Environmental and Biomedical Monitoring. - In: NAP, Ucraina (November, 2020) 2020 IEEE International Conference on Nanomaterials: Applications and Properties - NAP 2020. Disponibil: [https://nap.sumdu.edu.ua/index.php/nap/nap2020/pages/view/scientific\\_program](https://nap.sumdu.edu.ua/index.php/nap/nap2020/pages/view/scientific_program)
5. SECRIERU, Nicolae, TUMnanoSAT, 1U KiboCUBE Nanosatellite developed at the Technical University of Moldova - At: Conference on Small Satellites, Education section, SSC21-P2-38, August, 5-7, 2021, Utah University, Utah, USA, (<https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4898&context=smallsat>)
6. SECRIERU, Nicolae, The Experience in TUMnanoSAT Launch Preparation, The 4th International Conferences on Science and Technology Engineering Sciences and Technology ICONST EST 2021, September, 8-10, Budva, Montenegro [http://iconst.org/Page/GetPdf?filename=iconst\\_poster\\_presentation\\_program2021.pdf](http://iconst.org/Page/GetPdf?filename=iconst_poster_presentation_program2021.pdf)
7. LUPAN, Oleg, Semiconducting Oxide - Based Micro- and Nano-sensors for Environmental and Biomedical Monitoring - At: The 11th International Conference on “Nanomaterials: Applications & Properties” (NAP-2021) Odesa, Ukraine, Sept 5-11, 2021
8. Oleg Lupan, Nicolae Magariu, Helge Krüger, Alexandr Sereacov, Nicolai Ababii, Serghei Railean, Lukas Zimoch, Rainer Adelung, Sandra Hansen Nano-Heterostructured Materials - Based Sensors for Safety and Biomedical Applications 2022 IEEE 12th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (IEEE NAP-2022) , Krakow, Polonia, 11-16 Septembrie, 2022. - <https://ieeenap.org/book-of-abstract/>
9. Viorel Bostan, Valentin Ilco, Vladimir Melnic, Alexei Martiniuc, Vladimir Vărzaru, Nicolae Secieru. Blending Training of Students and Promotion of Space Technologies by Designing Satellite Communications. - In: ICONST EST 2022, International Conferences on Science and Technology Engineering Science and Technology, September 7-9, 2022 in Budva, MONTENEGRO: ABSTRACTS & PROCEEDINGS BOOK, pp. 72-81. - [www.iconst.org/Page/GetPdf?filename=iconst\\_est\\_2022\\_book.pdf](http://www.iconst.org/Page/GetPdf?filename=iconst_est_2022_book.pdf)
10. 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**)
11. LUPAN, C., **LUPAN, O.**, TERASA, M.-I., DREWES, J., POLONSKYI, O., FAUPEL, F., ADELUNG, R., HANSEN, S., VIANA, B., PAUORTE, TH. UV radiation and CH4 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)

## 6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

12. GUȘANU M., MARTINIUC A., ILCO V., Cercetarea modurilor de acumulare și consum energetic al nanosatelitului «TUMnanoSAT» - În: Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, Chisinau, Moldova, 2020
13. VARZARU V., ILCO V., Realizarea comunicației nanosatelitului "TUMnanoSAT" cu stațiile terestre în baza tehnologiei "Software Defined Radio" - În: Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, Chisinau, Moldova, 2020
14. LUPAN C., POSTICA V., MAGARIU N. Proprietățile senzoriale ale peliculelor columnare de ZnO dopate cu Eu. În: Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, Chisinau, Moldova, 2020, p 379-382.
15. MELNIC V., COJUHARI I., Experimental Identification of the Mathematical Model of the DC Motor based on the Genetic Algorithm – In: Proceedings of the Workshop on Intelligent Information Systems WIIS2020, December 04-05, 2020, Chisinau, Republic of Moldova.
16. LUPAN C. Efectul tipului tratamentului termic asupra proprietăților peliculelor columnare de ZnO:Eu<sup>3+</sup>. - În: Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, Chisinau, Moldova, 2020.
17. SECRIERU, Nicolae, The Experience of Preparing to Launch the TUMnanoSAT nanosatellite, At: the 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing , 21-22 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova.
18. ILCO, Valentin, Mission Monitor and Control Platform for TUMnanoSAT Ground Segment, At: the 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing , 21-22 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova.
19. MELNIC, Vladimir, Synthesis the PID Control Algorithm for Speed Control of the DC Motor based on the Genetic Algorithm, At: the 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing, 21-22 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova
20. LUPAN, Oleg, Electrical Characterization of Individual Boron Nitride Nanowall Structures, At: the 5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, November 3-5, 2021, Chisinau, Republic of Moldova.
21. Oleg Lupan, Nanosensors and sensors based on heterostructured materials for safety and biomedical applications. - The 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing IC ECCO-2022 - <https://doi.org/10.52326/ic-ecco.2022/>.
22. Valeri Verjbițchi, Alexei Martiniuc, The method of measuring the parameters of nanostructured sensors - The 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing IC ECCO-2022 - <https://doi.org/10.52326/ic-ecco.2022/>.
23. Viorel BOSTAN, Alexei MARTINIUC, Nicolae SECRIERU, Vladimir VĂRZARU, Vladimir MELNIC, Valentin ILCO. The evaluation of the on-board computer architecture for TUMnanoSAT series of nanosatellites for carrying out missions. - - The 12th

International Conference on Electronics, Communications and Computing IC ECCO-2022 - <https://doi.org/10.52326/ic-ecco.2022/>.

24. Irina Cojuhari, Vladimir Melnic. The PID Tuning Procedure for Performance Optimization of the Underdamped Second-Order Processes. - - The 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing IC ECCO-2022 - <https://doi.org/10.52326/ic-ecco.2022/>
  25. Irina Cojuhari, Vladimir Melnic. Tuning the Fuzzy Controller for Speed Control of the DC Motor. - The 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing IC ECCO-2022 - <https://doi.org/10.52326/ic-ecco.2022/>.
  26. **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)
  27. **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
28. **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
- 6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională
  - 6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

## **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**

1. **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>



## Volumul total al finanțării proiectului 2020-2023

Cifra proiectului: 20.80009.5007.09

| Anul  | Finanțarea planificată<br>(mii lei) | Finanțarea Executată<br>(mii lei) | Cofinanțare<br>(mii lei) |
|-------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 2020  | 1006,5                              | 1006,5                            | 456,6                    |
| 2021  | 1006,5                              | 1006,5                            | 374,4                    |
| 2022  | 1006,5                              | 1006,5                            | 352,7                    |
| 2023  | 1170,9                              | 1180,9                            | 371,2                    |
| Total | 4190,4                              | 4200,4                            | 1554,9                   |

Conducătorul de proiect

  
 (semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)





## Componența echipei pe parcursul anilor 2020-2023

Cifrul proiectului 20.80009.5007.09

## Componența echipei proiectului conform contractului de finanțare 2020

| Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru a. 2020 |   |               |                   |                                     |                |                 |
|--|---|---------------|-------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------|
| 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                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 2.   | Lupan Oleg  | 1971          | dr. hab.          | 0,50                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 3.   | Secrieru Nicolae                                  | 1952          | dr.               | 1,00                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 4.   | Vaculenco Maxim                                   | 1974          | dr.               | 0,50                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 5.   | Guțu Marin  | 1985          | dr.               | 0,50                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 6.   | Cojuhari Irina                                    | 1986          | dr.               | 0,25                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 7.   | Chiriac Vaile                                     | 1955          | dr.               | 0,50                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 8.   | Nicolaev Pavel                                    | 1985          | dr.               | 0,25                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 9.   | Nuca Dumitru                                      | 1986          | f-grad            | 0,25                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 10.  | Verjbițki Valeriu                                 | 1951          | f-grad            | 0,25                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 11.  | Candraman Sergiu                                  | 1986          | f-grad            | 0,25                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 12.  | Margarint Andrei                                  | 1992          | f-grad            | 0,25                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 13.  | Ilco Valentin                                     | 1993          | f-grad            | 1,00                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 14.  | Gladîș Vitalie                                    | 1985          | f-grad            | 0,25                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 15.  | Melnic Vladimir                                   | 1990          | f-grad            | 0,50                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 16.  | Levineț Nicolae                                   | 1990          | f-grad            | 0,25                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 17.  | Martiniuc Alexei                                  | 1993          | f-grad            | 1,00                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |
| 18.  | Magariu Nicolae                                   | 1992          | f-grad            | 0,25                                | 03.01.2020     | 31.12.2020      |

|  |             |
|--|-------------|
| Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare | <b>66,6</b> |
|--|-------------|

| Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2020 |               |               |                   |                                     |                |
|---|---------------|---------------|-------------------|-------------------------------------|----------------|
| Nr  | Nume, prenume | Anul nașterii | Titlul științific | Norma de muncă conform contractului | Data angajării |
| 1.  |               |               |                   |                                     |                |

|   |             |
|---|-------------|
| Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării | <b>66,6</b> |
|---|-------------|

**Componența echipei proiectului conform contractului de finanțare 2021**

| <b>Echipea proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru a. 2021</b> |  |                      |                          |  |                       |                        |
|--|--|----------------------|--------------------------|--|-----------------------|------------------------|
| <b>Nr</b>  | <b>Nume, prenume (conform contractului de finanțare)</b> | <b>Anul nașterii</b> | <b>Titlul științific</b> | <b>Norma de muncă conform contractului</b> | <b>Data angajării</b> | <b>Data eliberării</b> |
| 1.   | Bostan Viorel  | 1972                 | dr. hab.                 | 0,50                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 2.   | Lupan Oleg   | 1971                 | dr. hab.                 | 0,50                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 3.   | Secrieru Nicolae   | 1952                 | dr.                      | 1,00                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 4.   | Vaculenco Maxim  | 1974                 | dr.                      | 0,50                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 5.   | Guțu Marin   | 1985                 | dr.                      | 0,50                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 6.   | Cojuhari Irina   | 1986                 | dr.                      | 0,25                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 7.   | Chiriac Vaile  | 1955                 | dr.                      | 0,50                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 8.   | Nuca Dumitru   | 1986                 | f-grad                   | 0,50                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 9.   | Verjbițki Valeriu  | 1951                 | f-grad                   | 0,50                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 10.  | Ilco Valentin  | 1993                 | f-grad                   | 1,00                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 11.  | Gladîș Vitalie   | 1985                 | f-grad                   | 0,25                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 12.  | Melnic Vladimir  | 1990                 | f-grad                   | 0,50                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 13.  | Levineț Nicolae  | 1990                 | f-grad                   | 0,50                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 14.  | Martiniuc Alexei   | 1993                 | f-grad                   | 1,00                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |
| 15.  | Magariu Nicolae  | 1992                 | f-grad                   | 0,50                                       | 04.01.2021            | 31.12.2021             |

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare</b> | <b>46,7</b> |
|---|-------------|

| <b>Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2021</b> |                      |                      |                          |  |                       |
|--|----------------------|----------------------|--------------------------|--|-----------------------|
| <b>Nr</b>  | <b>Nume, prenume</b> | <b>Anul nașterii</b> | <b>Titlul științific</b> | <b>Norma de muncă conform contractului</b> | <b>Data angajării</b> |
|  |                      |                      |                          |  |                       |

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării</b> | <b>46,7</b> |
|--|-------------|

**Componența echipei proiectului conform contractului de finanțare 2022**

| <b>Echipei proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru a. 2022</b> |  |                      |                          |  |                       |                        |
|--|--|----------------------|--------------------------|--|-----------------------|------------------------|
| <b>Nr</b>  | <b>Nume, prenume (conform contractului de finanțare)</b> | <b>Anul nașterii</b> | <b>Titlul științific</b> | <b>Norma de muncă conform contractului</b> | <b>Data angajării</b> | <b>Data eliberării</b> |
| 1.   | Bostan Viorel  | 1972                 | dr. hab.                 | 0,50                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 2.   | Lupan Oleg   | 1971                 | dr. hab.                 | 0,50                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 3.   | Secieru Nicolae  | 1952                 | dr.                      | 1,00                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 4.   | Vaculenco Maxim  | 1974                 | dr.                      | 0,25                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 5.   | Guțu Marin   | 1985                 | dr.                      | 0,50                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 6.   | Cojuhari Irina   | 1983                 | dr.                      | 0,25                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 7.   | Nuca Dumitru   | 1992                 | f-grad                   | 0,50                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 8.   | Verjbițki Valeriu  | 1951                 | f-grad                   | 0,50                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 9.   | Ilco Valentin  | 1992                 | f-grad                   | 1,00                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 10.  | Gladîș Vitalie   | 1981                 | f-grad                   | 0,25                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 11.  | Melnic Vladimir  | 1990                 | f-grad                   | 0,50                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 12.  | Levineț Nicolae  | 1991                 | f-grad                   | 0,25                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 13.  | Martiniuc Alexei   | 1993                 | f-grad                   | 1,00                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 14.  | Magariu Nicolae  | 1992                 | f-grad                   | 0,50                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |
| 15.  | Vărzaru Vladimir   | 1997                 | f-grad                   | 1,00                                       | 03.01.2022            | 31.12.2022             |

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Pondereea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare</b> | <b>60,0</b> |
|--|-------------|

| <b>Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2022</b> |                      |                      |                          |  |                       |
|--|----------------------|----------------------|--------------------------|--|-----------------------|
| <b>Nr</b>  | <b>Nume, prenume</b> | <b>Anul nașterii</b> | <b>Titlul științific</b> | <b>Norma de muncă conform contractului</b> | <b>Data angajării</b> |
|  |                      |                      |                          |  |                       |

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Pondereea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării</b> | <b>60,0</b> |
|---|-------------|

**Componenta echipei proiectului conform contractului de finanțare 2023**

**Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnare) pentru a.2023**

| Nr  | Nume, prenume<br>(conform contractului<br>de finanțare) | Anul<br>nașterii | Titlul<br>științific | Norma de<br>muncă conform<br>contractului | Data<br>angajării | Data<br>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.  | Secieru Nicolae   | 1952             | dr.                  | 1,00                                      | 03.01.2023        | 31.12.2023         |
| 4.  | Vacufenco Maxim   | 1974             | dr.                  | 0,50                                      | 03.01.2023        | 31.12.2023         |
| 5.  | Guța 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.  | Verjbiški Valeriu                                       | 1951             | f-grad               | 0,50                                      | 03.01.2023        | 31.12.2023         |
| 9.  | Ilico Valentin  | 1992             | f-grad               | 0,50                                      | 03.01.2023        | 31.12.2023         |
| 10. | Glađiș 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. | Vârzaru Vladimir  | 1997             | f-grad               | 0,50                                      | 03.01.2023        | 31.12.2023         |

Pondereea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare

**56,3**

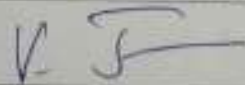
**Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2023**

| Nr | Nume,<br>prenume | Anul nașterii | Titlul științific | Norma de muncă<br>conform<br>contractului | Data<br>angajării |
|----|------------------|---------------|-------------------|---|-------------------|
|    |                  |               |                   |   |                   |

Pondereea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării

**56,3**

Prorector U.T.M.

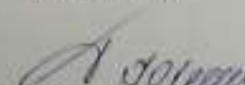


(semnătura)

**dr. hab. Vasile TRONCIU**

(numele, prenumele)

Contabil (economist)

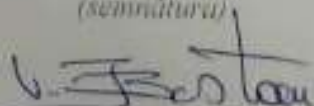


(semnătura)

**Victoria IOVU**

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect



(semnătura)

**dr. hab. Viorel BOSTAN**

(numele, prenumele)

Data:

10.01.24

LS



Formular privind raportarea indicatorilor în cadrul proiectului Programe de Stat  
pentru perioada 2020 – 2023, Cifrul proiectului 20.80009.5007.09

| Indicator 1   | Rezultat |      |      |      | Indicator 2   | Rezultat |      |      |      | Indicator 3   | Rezultat |      |      |      |
|---|----------|------|------|------|---|----------|------|------|------|---|----------|------|------|------|
|   | 2020     | 2021 | 2022 | 2023 |   | 2020     | 2021 | 2022 | 2023 |   | 2020     | 2021 | 2022 | 2023 |
| Nr. de cereri de brevete înregistrate în cadrul proiectului de cercetare finanțat |          |      | 1    |      | Nr. de brevete obținute în cadrul proiectului de cercetare finanțat |          |      |      | 1    | Procentul lucrărilor științifice aplicate în practică, din totalul lucrărilor publicate în cadrul proiectului de cercetare finanțat | 90       | 90   | 90   | 60   |
| <b>Total</b>  |          |      | 1    |      |   |          |      |      | 1    |   | 90       | 90   | 90   | 60   |

Conducător de proiect V. Bostan dr. hab. Viorel BOSTAN

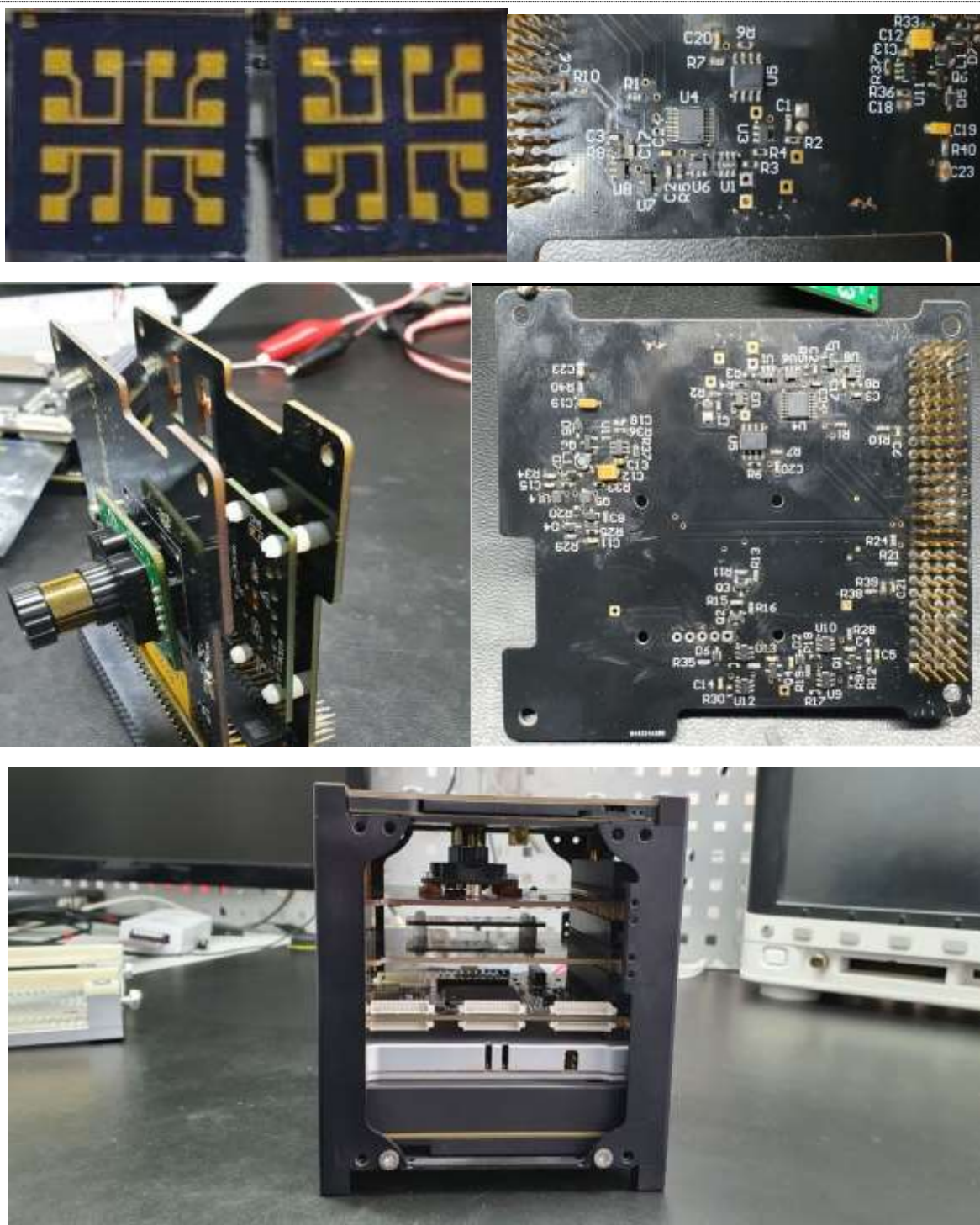
(Nume, prenume, Semnătura)

Data 10.01.24

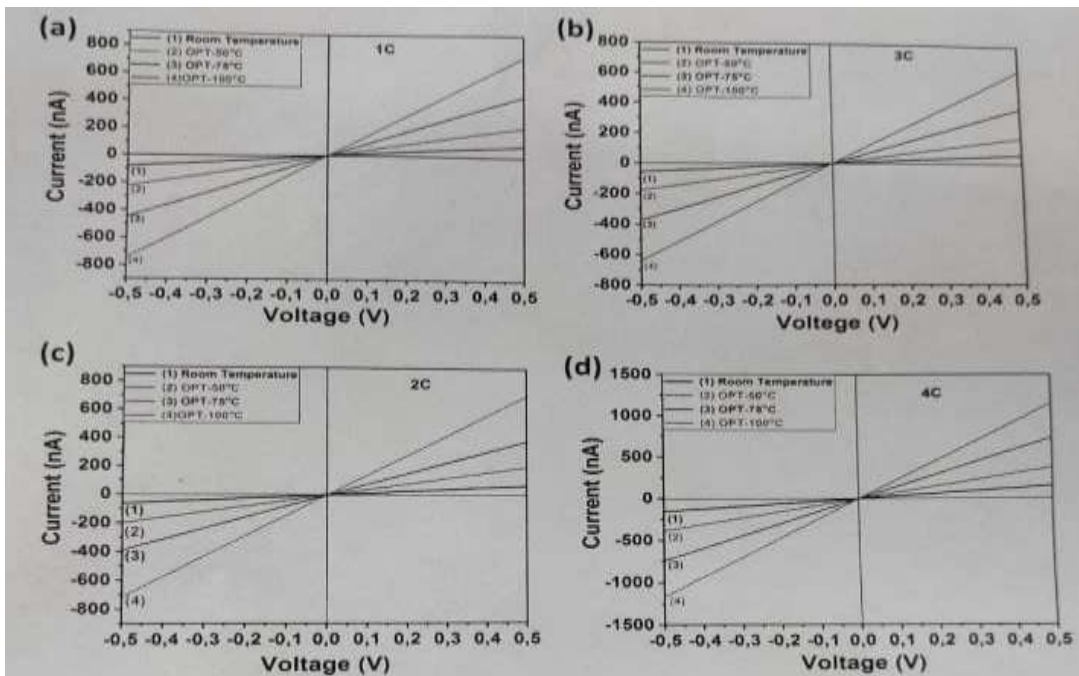
LS



Proiectarea, prototiparea și fabricarea modulelor satelitare cu sarcină utilă  
a nanosatelitelor TUMnanoSAT-1U/2U.



**Fig. 1** Modulele cu sarcină utilă: cu senzoria de determinare orientare sateliți, cu camera de captare imagini și cu nanozenzori de radiație spațială în mod separat și în asamblu.

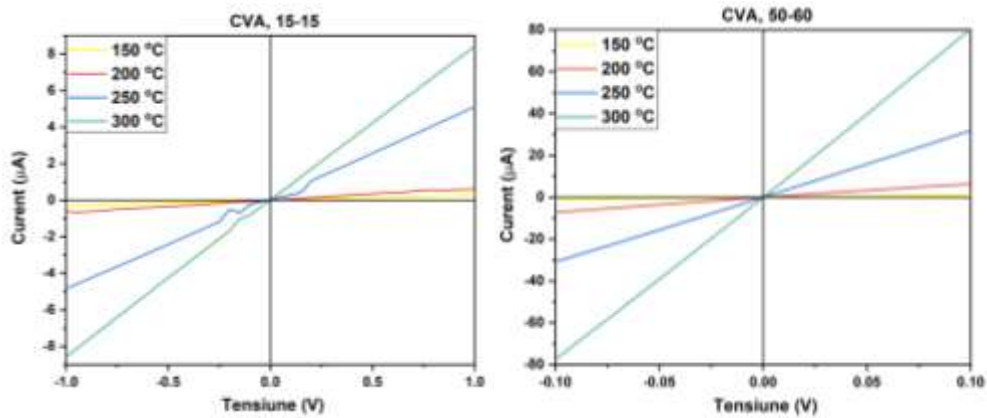


a)

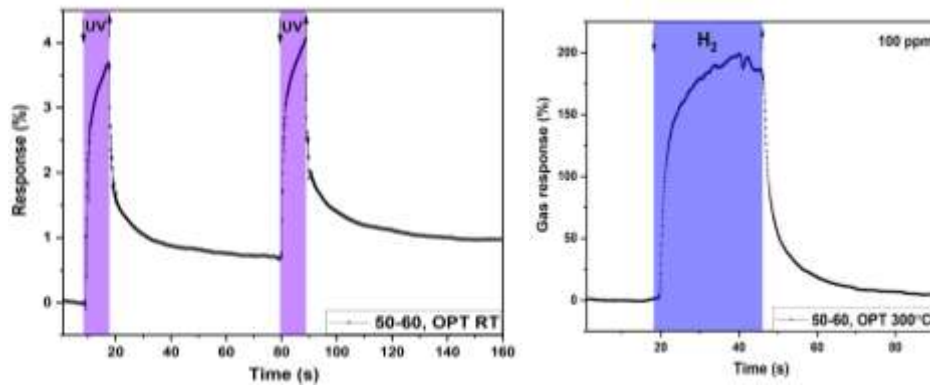


b)

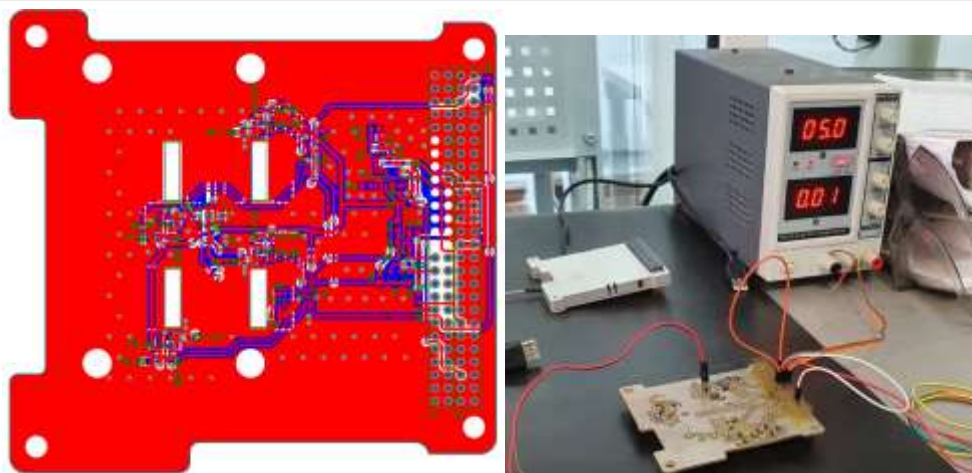
**Fig. 2.** a) Caracteristicile nonosenzorilor pe suport de ceramică;  
 b) modulul de sarcină utilă cu senzori pe suport de ceramică.



**Fig. 3.** Caracteristica Volt-Amperică a probelor nanosenzorilor pentru temperaturile cercetate.



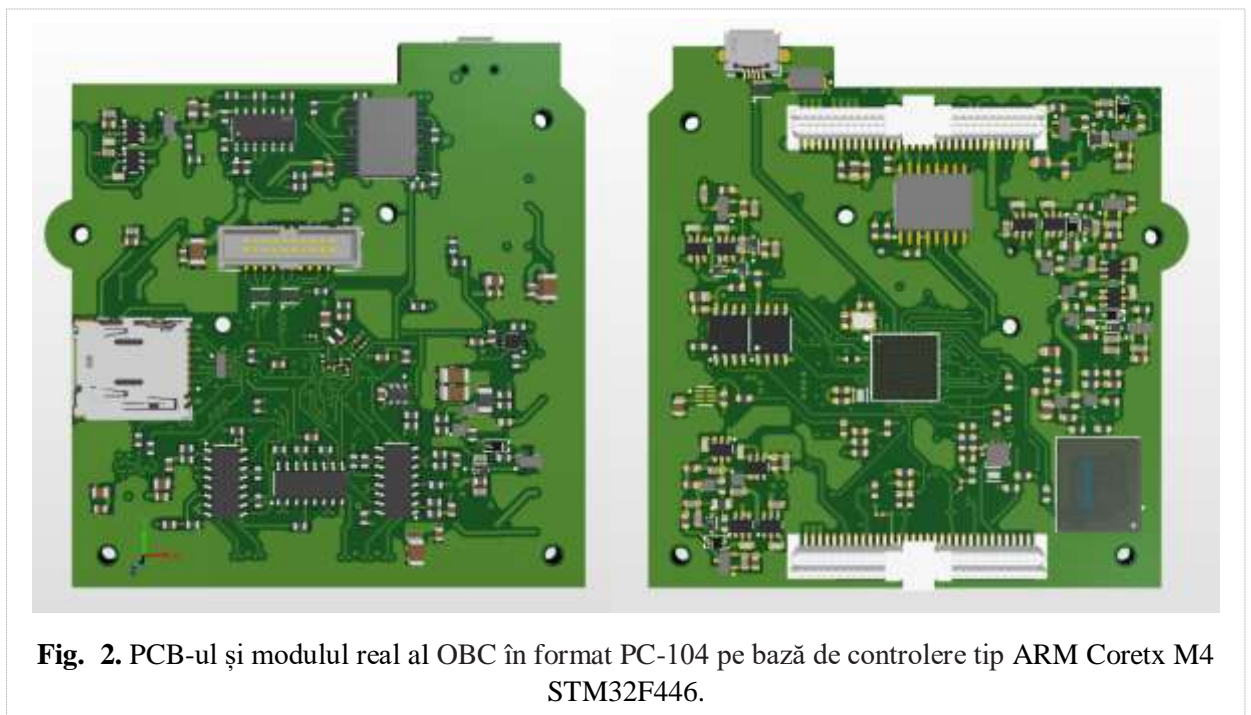
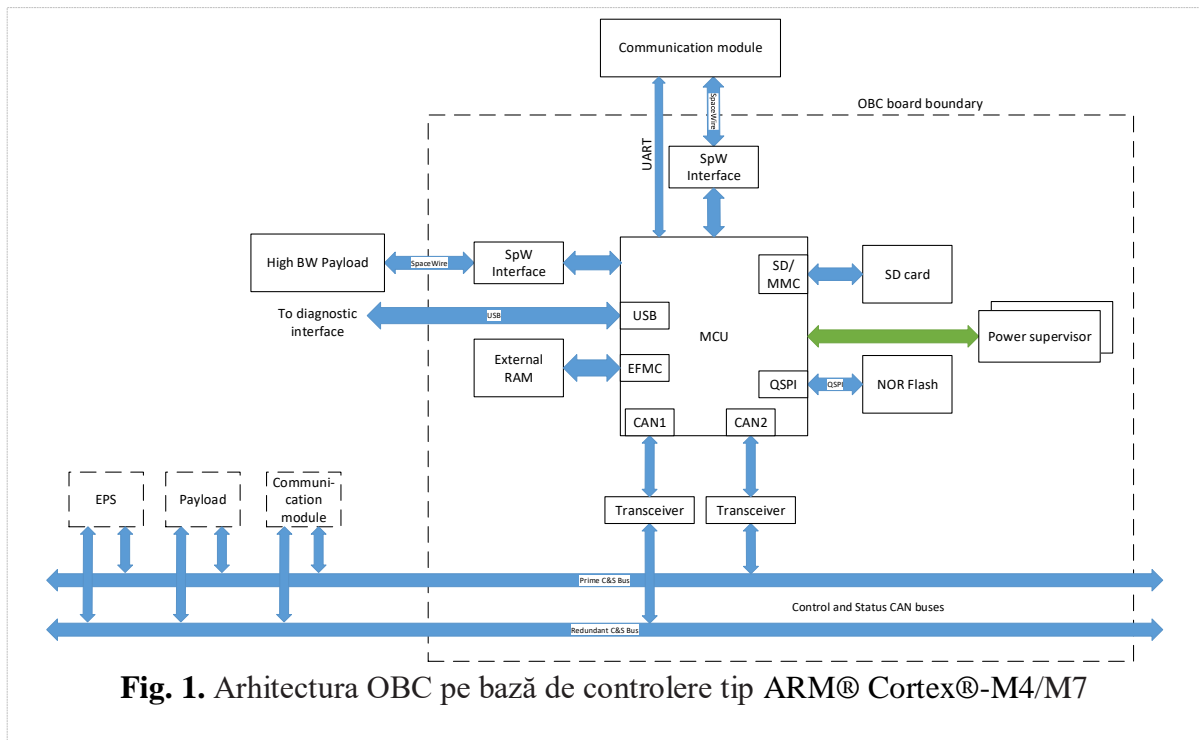
**Fig. 4.** Răspunsul dinamic la UV cu lungimea de undă 365 nm și la hydrogen pentru nanosenzori proba tip B(50-60).

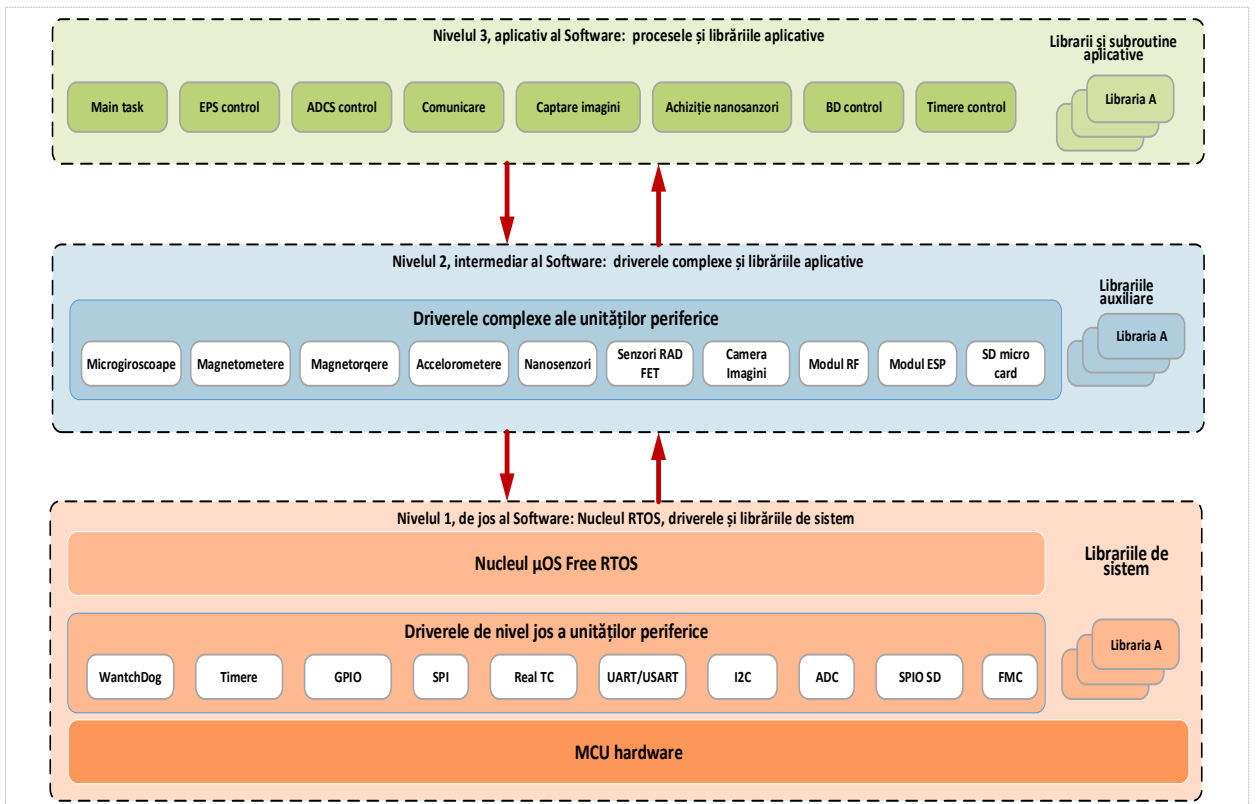


**Fig 5.** Prototipurile modulelor satelitare pentru cercetarea la radiatia UV a materialelor nanostructurate.

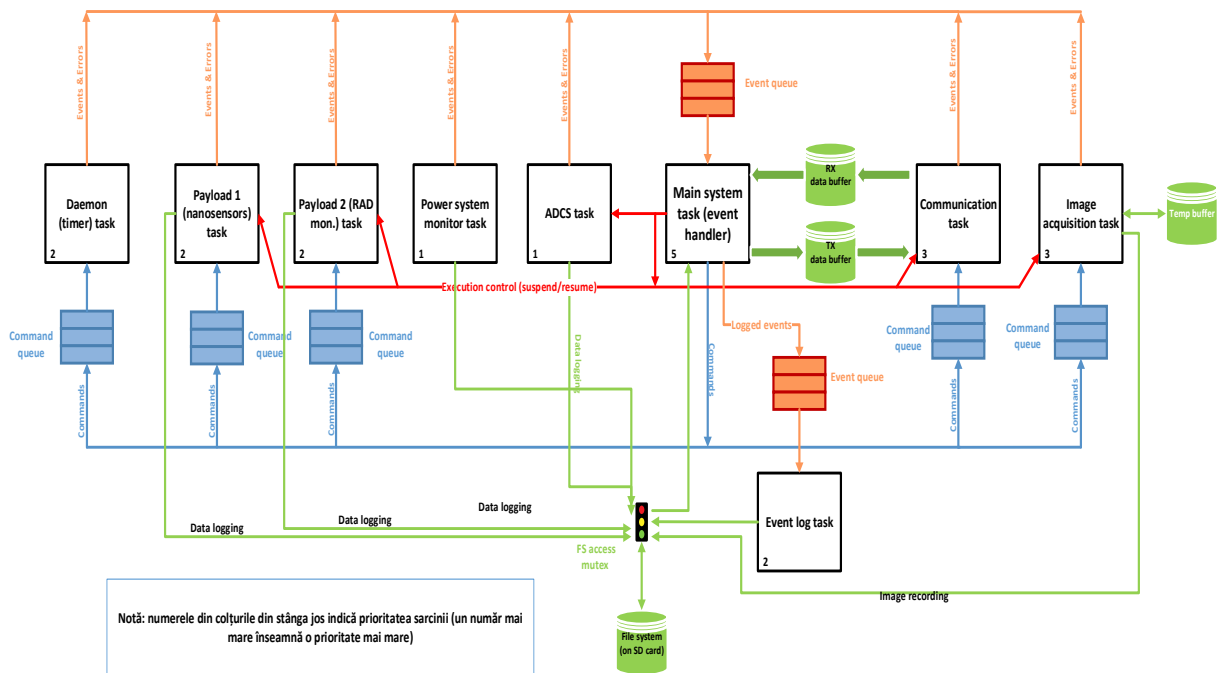


Arhitectura OBC și a softului nanosatelitului TUMnanoSAT-1U/2U





**Fig. 3.** Structura ierarhică a software OBC TUMnnoSAT-2U.



**Fig. 4** Diagrama proceselor și interacțiunea lor în OBC TUMnnoSAT-1U/-2U.



**Fig. 5** Realizarea procedurilor de verificare cu platforma de dezvoltare a softului nanosatelitului.

Procedurile de comunicație a nanosatelitului TUMnanoSAT

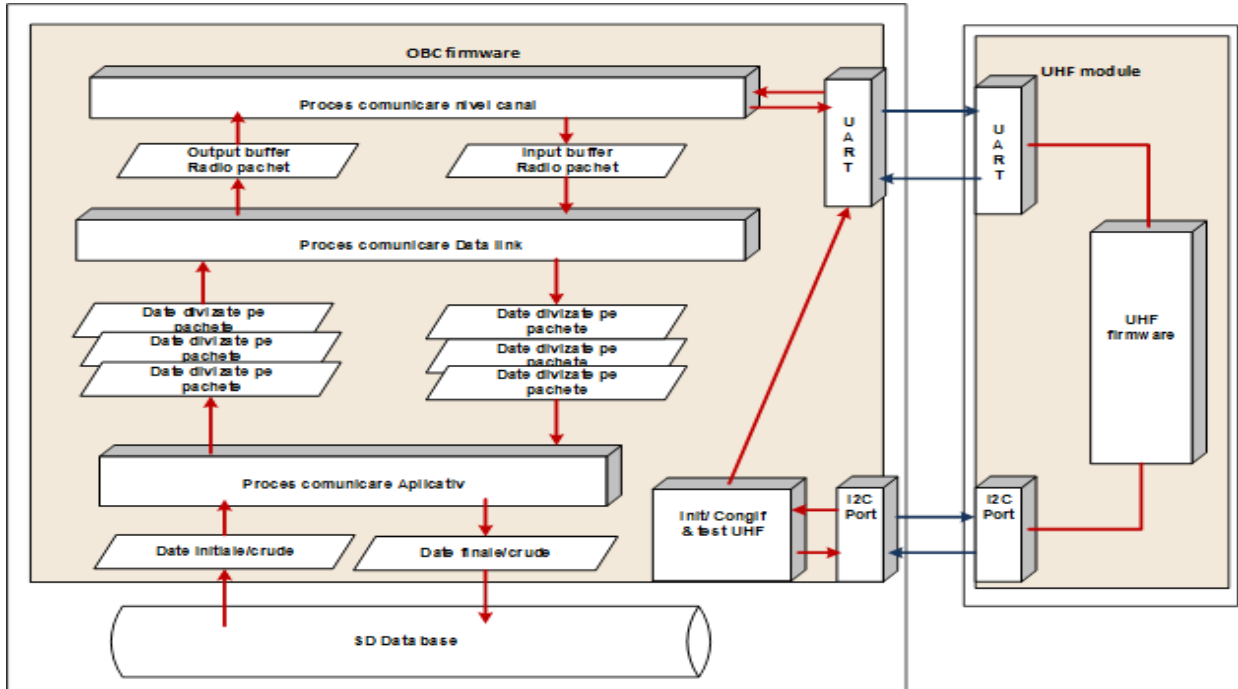


Fig. 1 Ierarhia proceselor de comunicație a nanosatelitului TUMnanoSAT realizate pe calculatorul de bord al TUMnanoSAT (OBC).

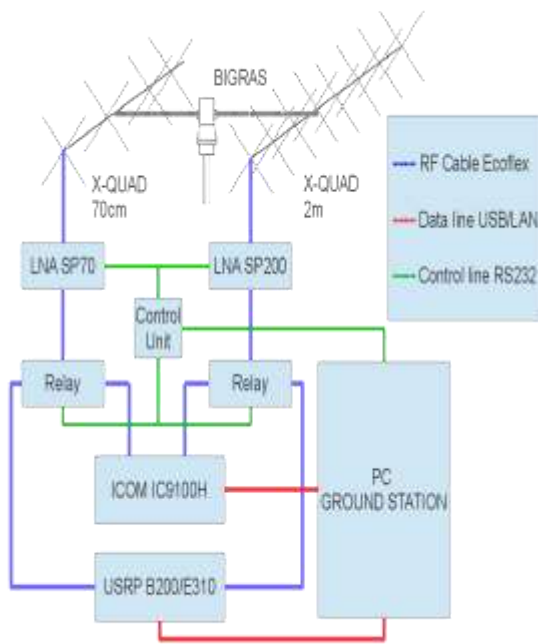


Fig. 2. Structura stației telemetrice de comunicații satelitare și clusterul ei de antene.

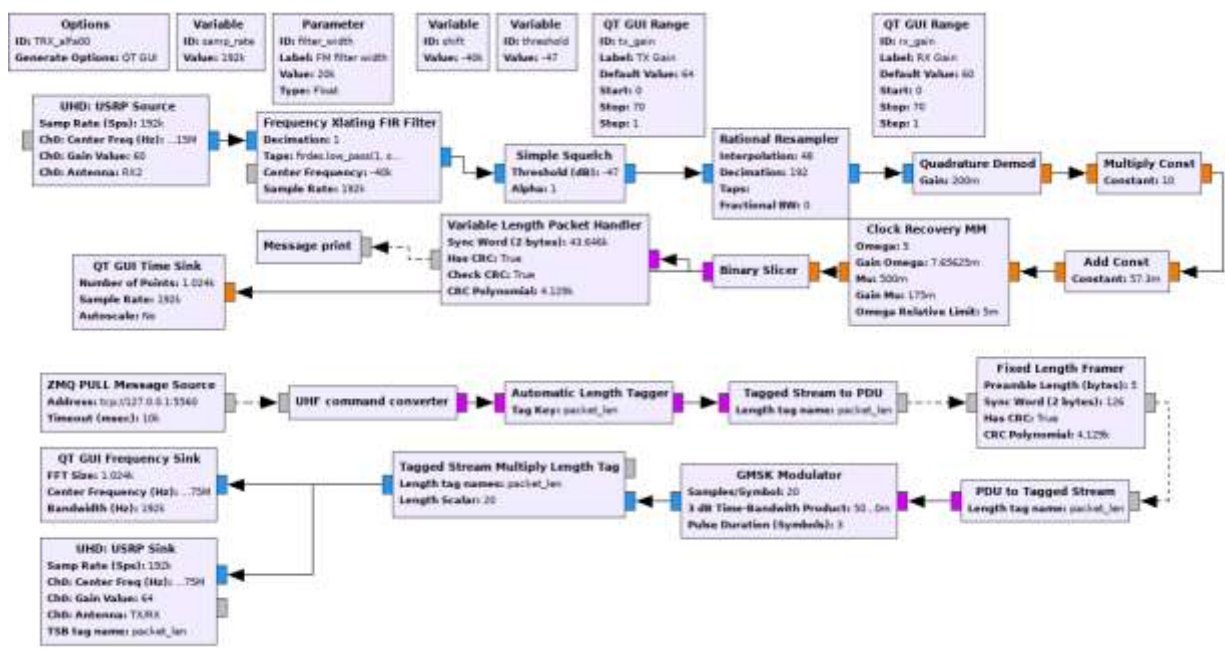


Fig. 3 Algoritmul GNU Radio de recepție a pachetelor telemetrice ale nanosatelitului TUMnanoSAT.

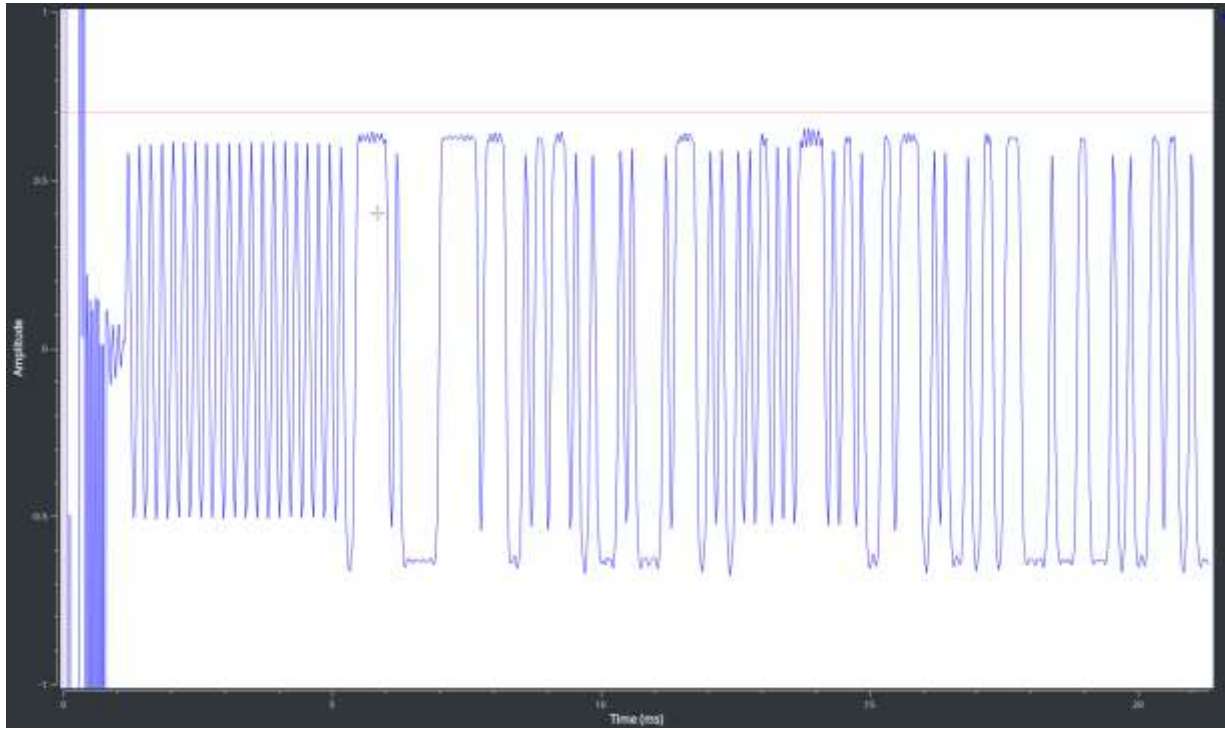
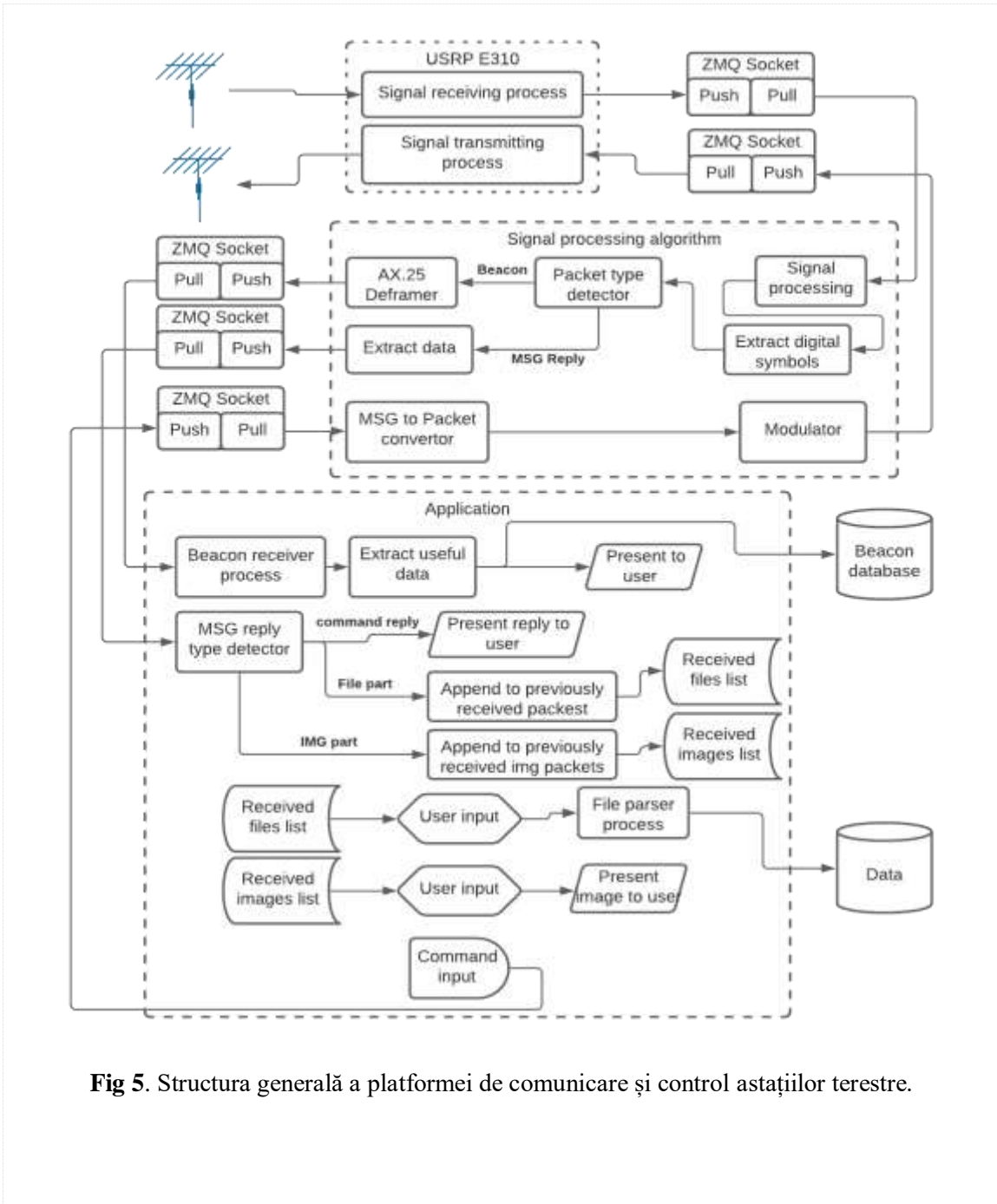


Fig. 4 Exemplu de porțiune de semnal al satelitului demodulat cu amplificat și centrat față de axa 0.



**Fig 5.** Structura generală a platformei de comunicare și control stațiilor terestre.

Controlul atitudinii nanosatelitului TUMnanoSAT



Fig. 1. Sistemul de simulare a câmpului geomagnetic pentru verificarea atitudinii nanosateliților.

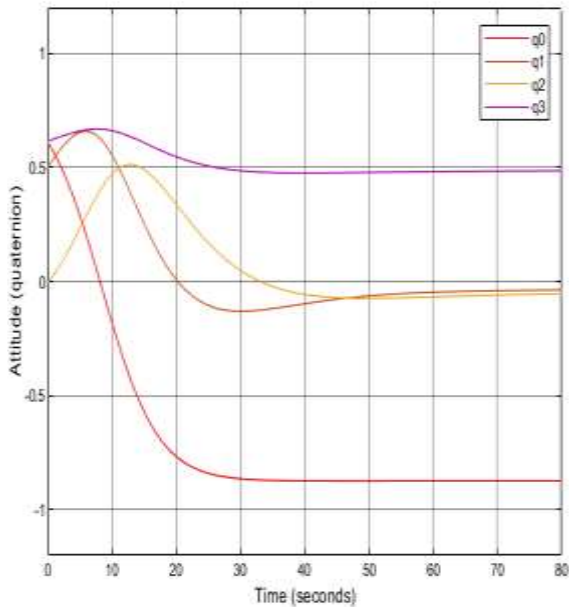


Fig. 2. Descrierea poziționării satelitului în cuaternioni

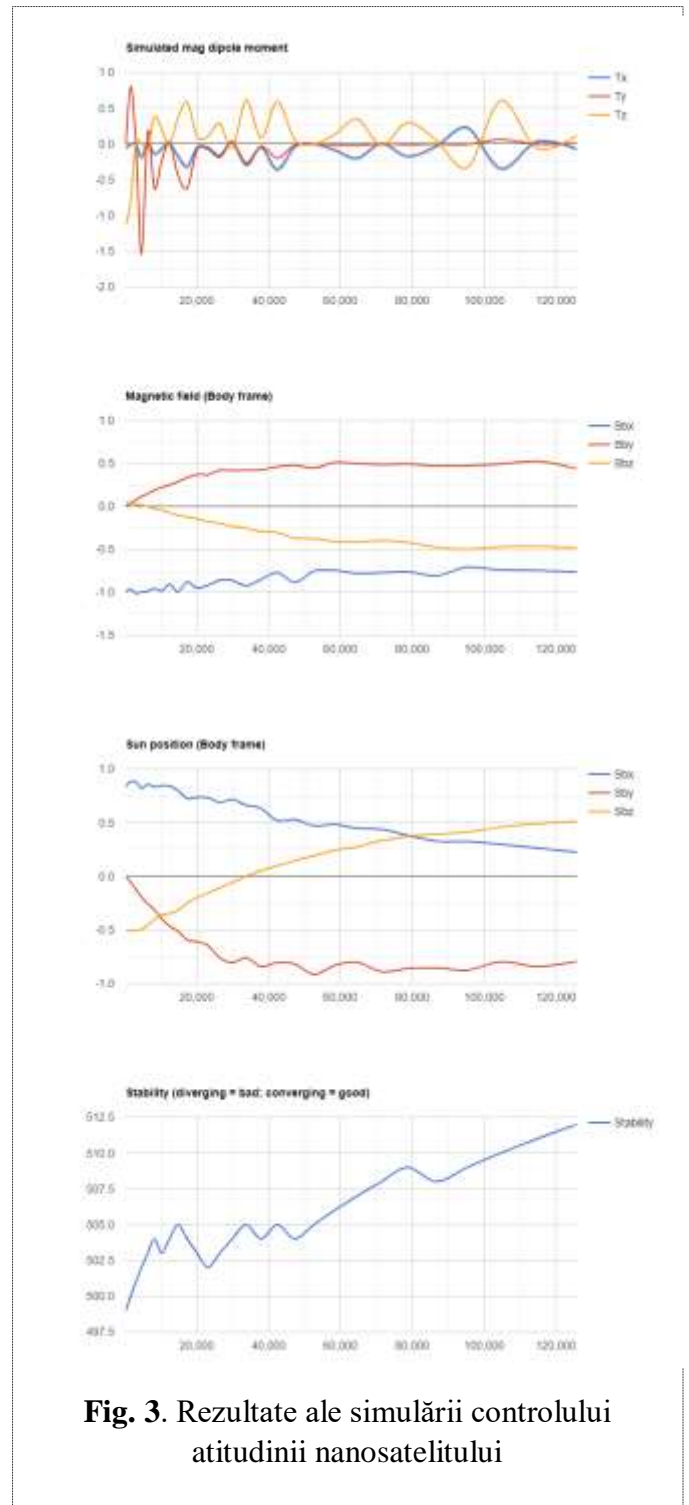


Fig. 3. Rezultate ale simulării controlului atitudinii nanosatelitului

Controlul acumării și distribuției energiei nanosatelitului TUMnanoSAT

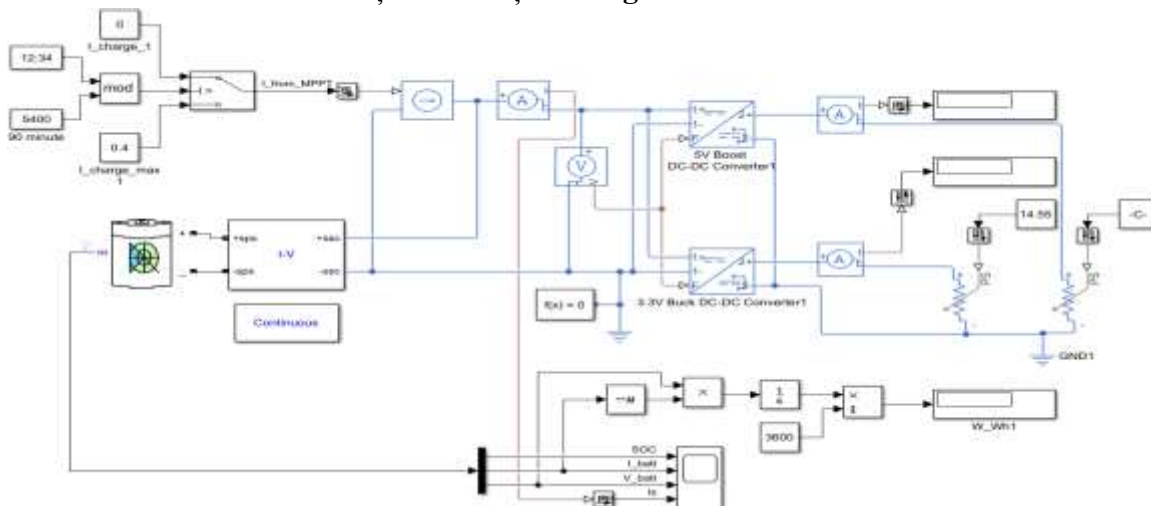


Fig. 1 Modelul Simulink pentru controlul acumării și distribuției energiei nanosatelitului

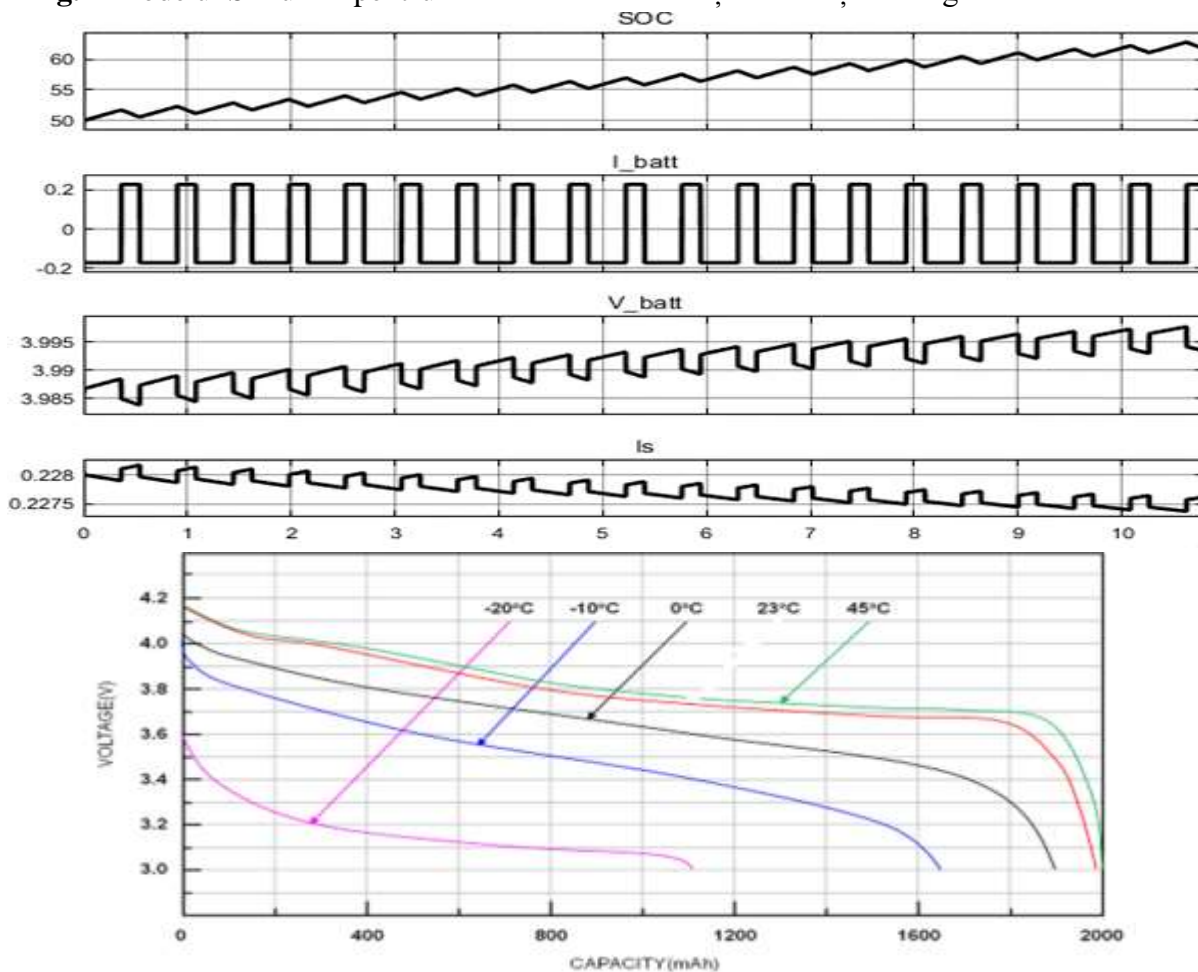


Fig. 2. Exemple de diagrame de verificare a controlului acumării și distribuției energiei nanosatelitului.



Modelul 3D și analiza structurală a nanosatelitului TUMnanoSAT-1U/2U.

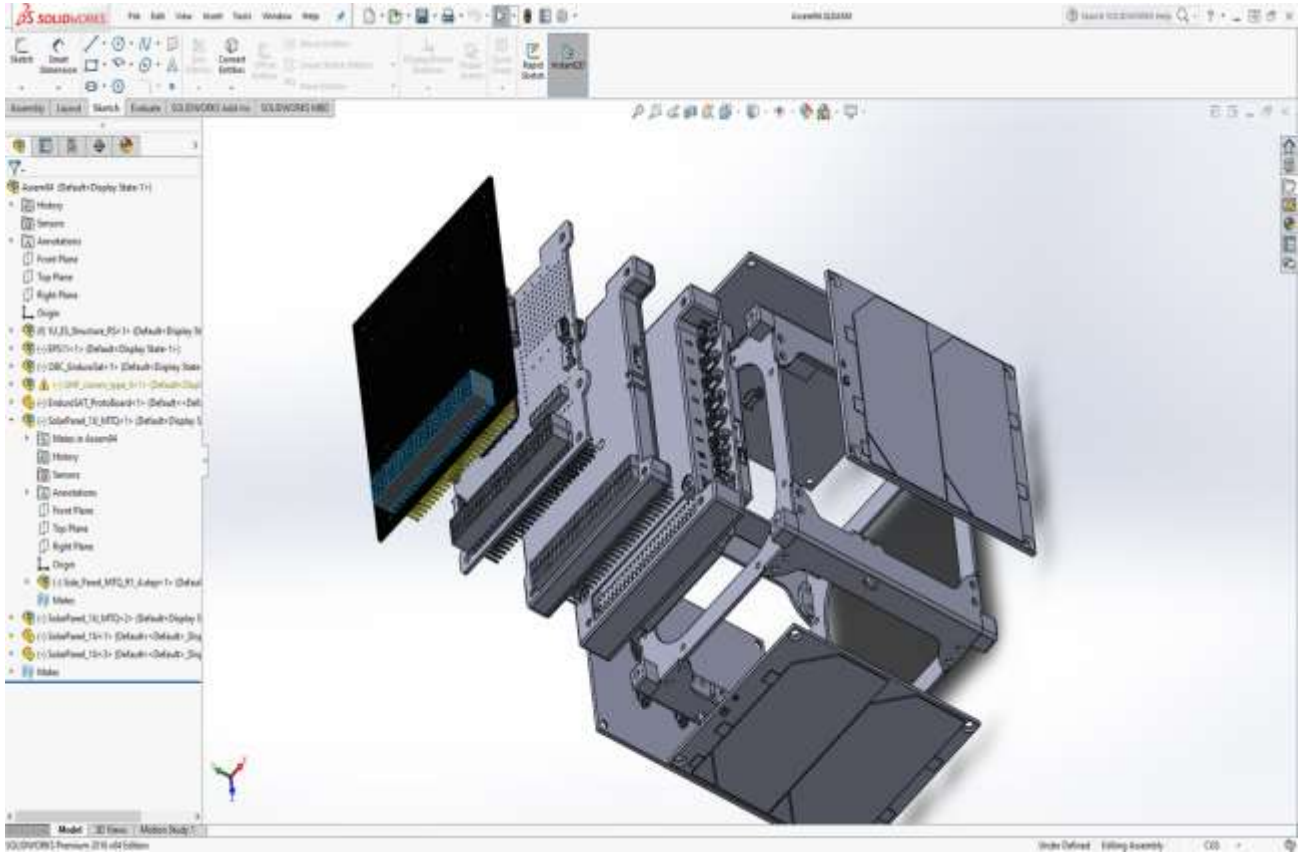


Fig. 1 Modelul 3D al TUMnanoSAT.

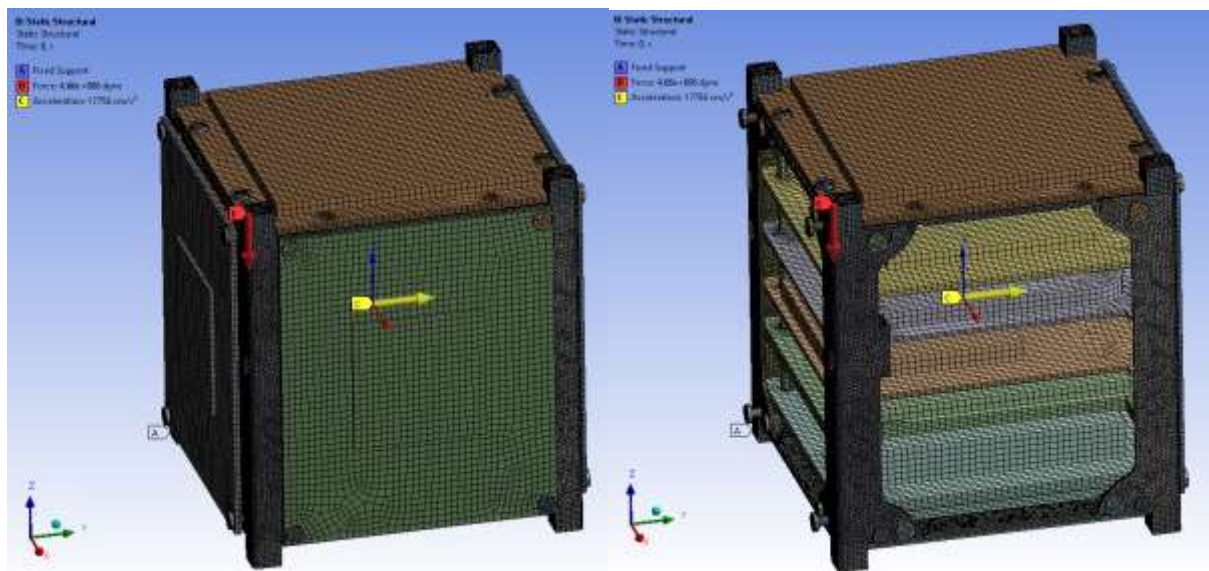
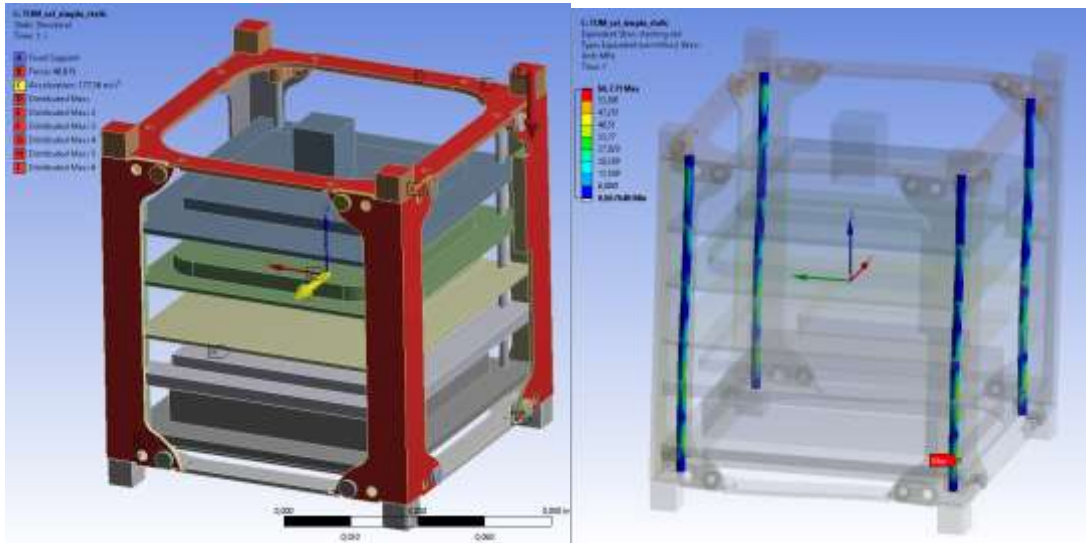
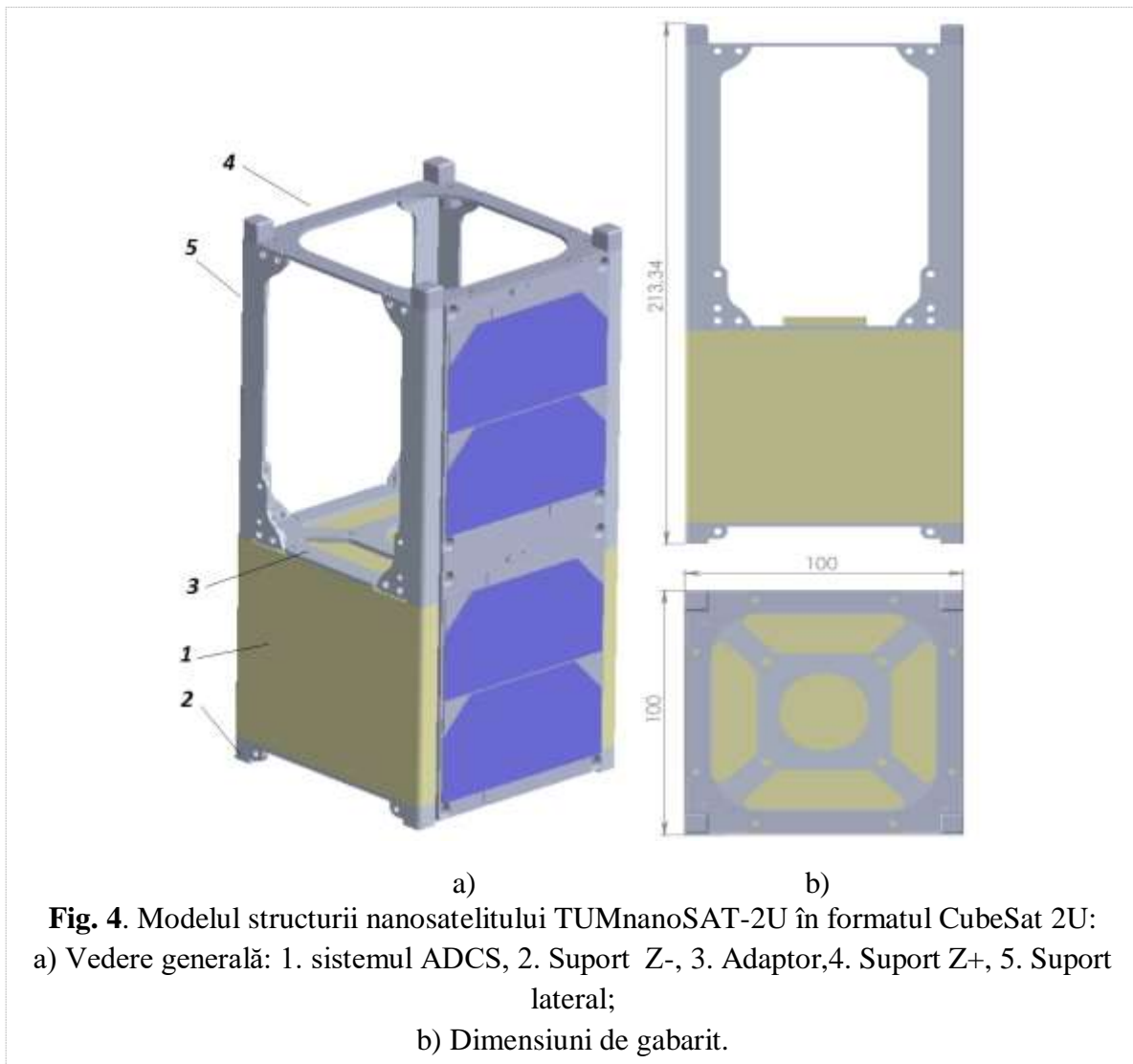


Fig. 2 Modelul TUMnanoSAT-1U creat din elemente finite.



**Fig. 3.** Exemplu de rezultate ale analizei structurale în cazul accelerațiilor pe axa Y.



Experimentarea și determinarea caracteristicilor acumuloarelor nanosatelitului TUMnanoSAT-1U

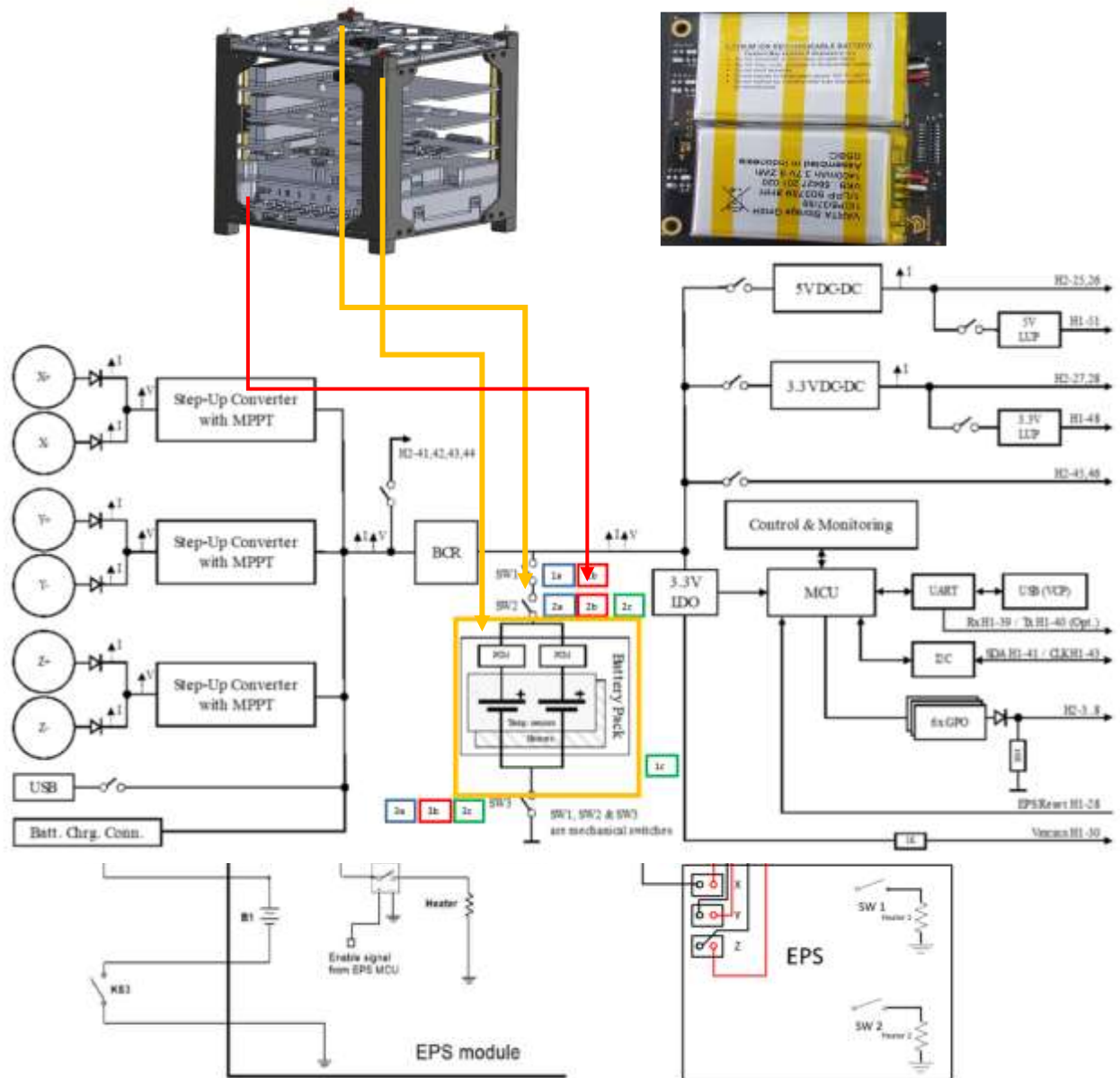
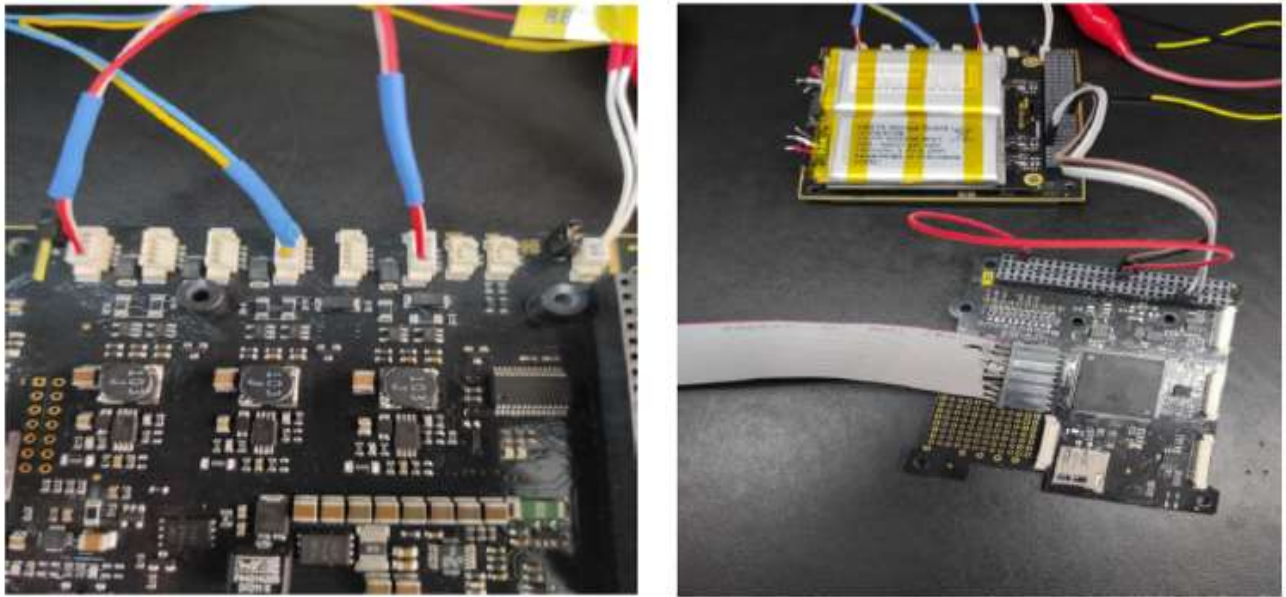
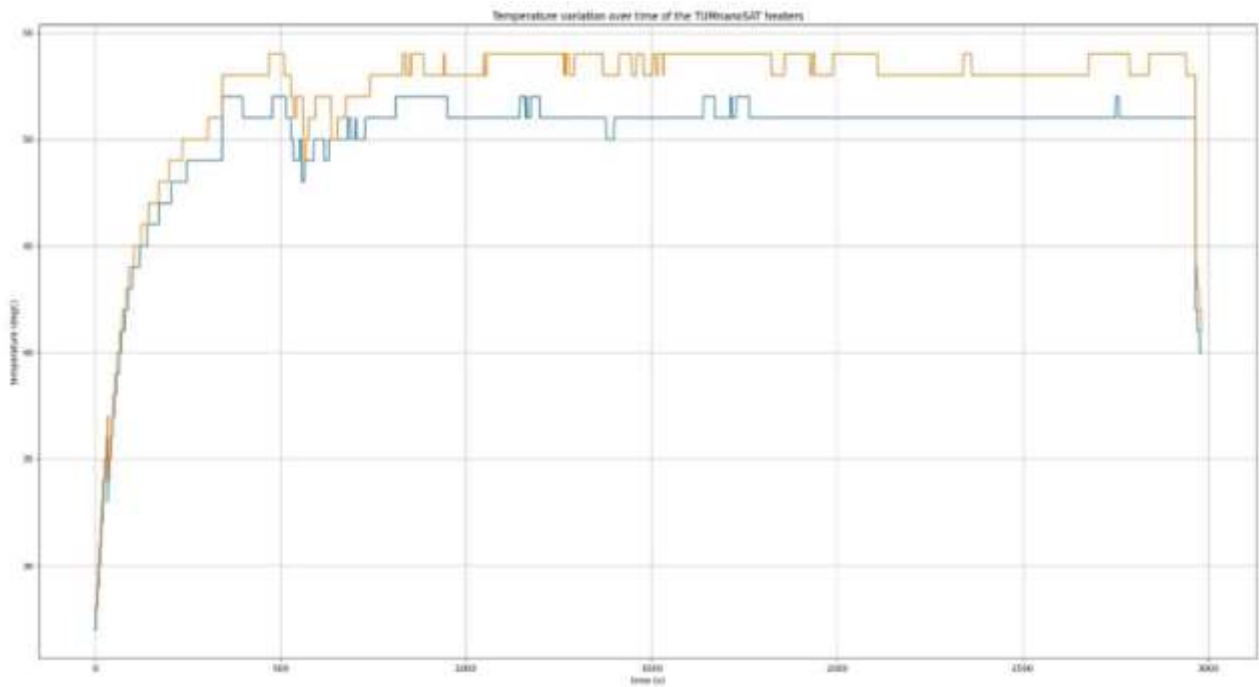


Fig.1 Schema de conexiune a termorezistoarelor și modul lor de monitorizare.

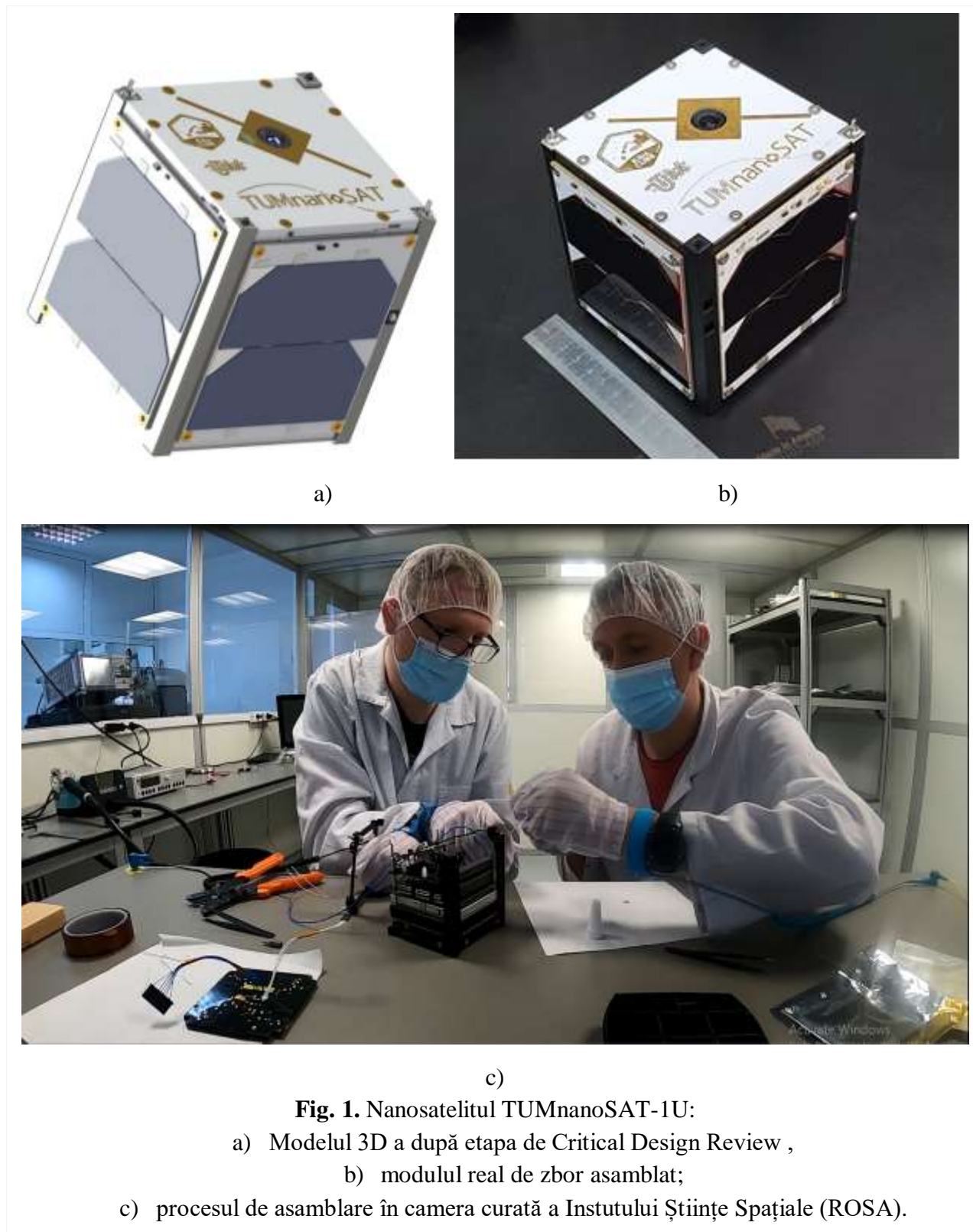


**Fig. 2.** Experimentarea și determinarea caracteristicilor bateriei nanosatelitului



**Fig. 3.** Rezultatul experimentărilor bateriei.

Modelul de zbor al TUMnanoSAT-1U și prototipul nanosatelitului TUMnanoSAT-2U.





a)

b)

**Fig. 2.** Prototipul nanosatelitului TUMnanSAT-2U:

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

## Infrastructura Centrului Național de Tehnologii Spațiale UTM

|  |   |
|--|---|
|   | <p><b>Centrul de monitorizare și control a zborului sateliților.</b></p> <p><b>Denumirea:</b> Panoul de monitorizare și control a zborului sateliților.</p> <p>Procedurile de monitorizare și control a zborului sateliților sunt realizate dintr-un singur centru și asigură posibilitatea să realizăm diverse moduri de control: semiautomat, deplin automat cu o singură stație terestră sau mai multe stații și în mod automat planificat pe anumită perioadă pentru o suită de sateliți . Componenta software a centrului asigură managementul datelor pentru a le fuziona din mai multe fluxuri de date telemetrice sau imagini de la satelit, fiind recepționate la stații terestre distribuite geografic.</p> |
|  | <p><b>Laboratorul (camera curată) de asamblare și experimentare a subsistemelor de bord ale microsateiților</b></p> <p><b>Denumirea:</b> Stand de asamblare și experimentare comuterizată a subsistemelor ale microsateiților în camera curată.</p> <p>Standul prezintă o platformă antistatică înzestrată cu aparate de măsură: osciloscop digital, multimeter digital, spectroscop, generator de semnale și blocuri de alimentare. Procedurile de testare/verificare sunt executate în mod computerizat, ceea ce majorează eficiența și calitatea lor.</p>  |



**Laboratorul de asamblare și experimentare a subsistemelor de bord a microsateliților.**

**Denumirea:** Simulatorul pentru cercetarea experimentală în condiții de laborator a cinematicii și dinamicii microsateliților (MS)

Simulatorul reproduce mișcarea de rotație a satelitului în jurul a 3 axe ale sistemului de referință orbital pentru cercetarea experimentală a intervenției sistemelor de bord asupra orientării MS pe orbită, inclusiv determinarea și calibrarea eforturilor fizice de intervenție dezvoltate de cele două sisteme de bord asupra stabilității și a dinamicii re poziționării MS pe axele sistemului orbital de coordonate. Simulatorul permite cercetarea experimentală a MS în condiții de laborator și în mediu vacuumat de până la  $10^{-6}$  bari (12  $\mu$ m Hg). Lacașul simulatorului permite rotirea MS în jurul axelor  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$  în raport cu sistemul mobil de coordonate și este dotat cu două mecanisme de acționare pentru a-i comunica mișcare de nutație și de precesie la  $\varphi=360^\circ$ .



**Laboratorul „Subsisteme de bord pentru nano și microsateliți” (SBNMS).**

**Denumirea:** Stații de lucru pentru simulare, proiectare sisteme satelitare. Simulări numerice ale sistemelor satelitare. Proiectarea dispozitivelor/modulelor satelitare. Proiectare sistemului de comunicații radio ”satelit-stații terestre”.





**Laboratorul de asamblare și experimentare a subsistemelor de bord a microsateliților**

**Denumirea:** Stand experimental de testare a controlului orientării antenelor stațiilor telemetrice de comunicație cu sateliți.

Standul experimental permite verificarea algoritmilor de control a mișcării antenelor pe azimuth și elevație pentru stațiile terestre de comunicație cu sateliți în diverse moduri manual și automat cu predicție în baza datelor orbitale ale sateliților.



**Laboratorul de asamblare și experimentare a subsistemelor de bord a microsateliților**

**Denumirea:** Stație de lipit tip IR6500 cu raze Infraroșii

Stația de lipit, IR6500 BGA cu raze Infraroșii poate seta 8 nivele de temperatură în creștere și 8 nivele de temperatură constantă pentru control. Poate salva 10 grupuri de curbe de temperatură simultan. Suportul de tip ghidare liniară cu stâlp de anomalie poate fi fixat, ajustat prin rotirea mânerului, poate fi fixat foarte ușor pe placa PCB, previne efectiv deformarea plăcii PCB. Este utilizată pentru asamblarea modulelor satelitare.



**Laboratorul de asamblare și experimentare a subsistemelor de bord a micro/nano-sateliților.**

Denumirea: Stație de lipit tip ESRA i-CON 2

Stație de lipit ESRA i-CON 2 cu instrument de lipit și unealtă de pensete pentru sudură. Are soluții inovatoare pentru lipirea manuală inteligentă, care îndeplinește cerințele pentru temperaturile de lucru mai ridicate și fereastra de proces din ce în ce mai mică a proceselor de lipire fără plumb.



**Laboratorul de asamblare și experimentare a subsistemelor de bord a microsateleților**

Denumirea: Platformă pentru cercetarea atitudinii microsateleților în câmp magnetic similar condițiilor orbitale.

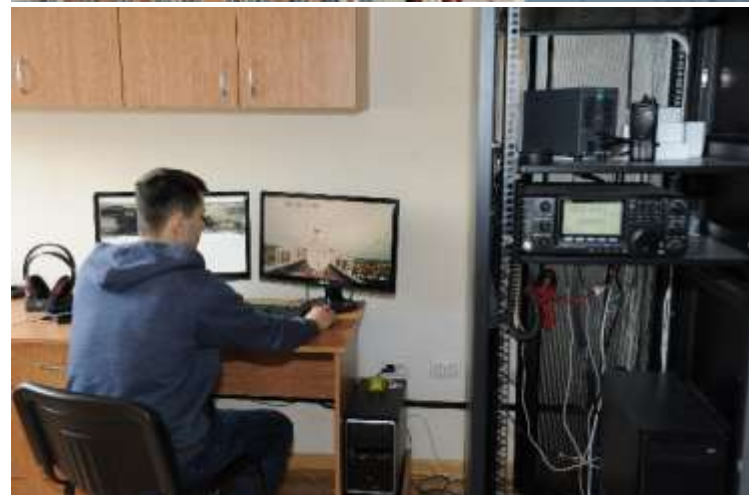
Platforma de simulare magnetică propusă prezintă o construcție cubică cu muchia de 160cm și are la baza funcționării bobine Helmholtz. Câmpul magnetic generat are o intensitate maximă de 200  $\mu$ T care este suficient pentru crearea condițiilor de simulare a câmpului geomagnetic. Sistemul este capabil să modifice componentele câmpului magnetic la fiecare 0, 1 secunde cu precizia de 10 nT. Platforma permite cercetarea și validarea algoritmilor de control atitudine a nanosateleților, atât în mode static, cât și dynamic, generând câmpul magnetic identic cu cel din fiecare punct al orbitei solicitate.



### Stația de comunicații telemetrice (SCT) (Chişinău)

**Denumirea:** Echipament recepție/emisie radio, cluster de antene, calculator + server de comandă., Elaborat la CNTS, 2013

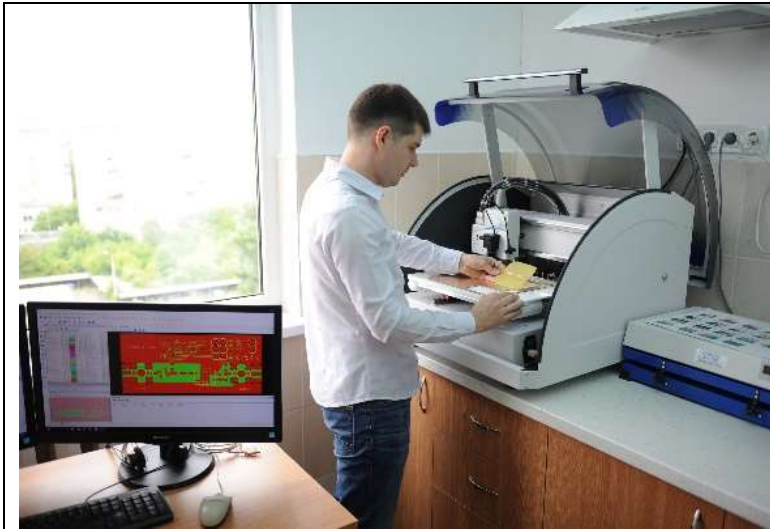
Antenele, montate pe catarg, sunt conectate cu un cablu ecoflex RF la LNA (amplificatoare cu zgomot redus). X-Quad 70cm și X-Quad 2m la LNA SP70 și respectiv LNA SP200. Următorul nod conectat de la LNA este format din relee coaxiale care împart semnalul pentru alimentarea acestuia în ICOM IC-9100 și USRP B200 / E310 pentru a fi procesate în continuare.



### Stația de comunicații telemetrice (SCT) (Brânza, Cahul)

**Denumirea:** Echipament recepție/emisie radio, cluster de antene, calculator + server de comandă., Elaborat la CNTS, 2016

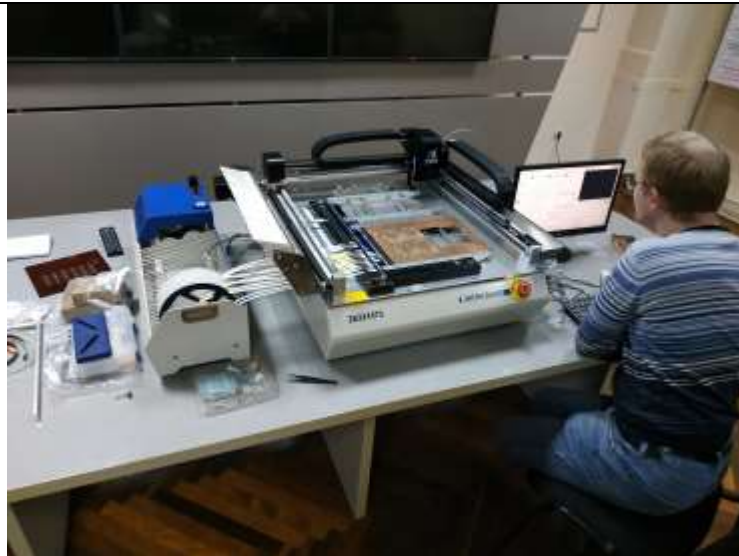
Antenele, montate pe catarg, sunt conectate cu un cablu ecoflex RF la LNA (amplificatoare cu zgomot redus). X-Quad 70cm și X-Quad 2m la LNA SP70 și respectiv LNA SP200. Următorul nod conectat de la LNA este format din relee coaxiale care împart semnalul pentru alimentarea acestuia în ICOM IC-9100 și USRP B200 / E310 pentru a fi procesate în continuare.



**Platforma proiectare-fabricare a modulelor satelitare.**

**Denumire:** Stație de prototipare PCB modulelor electronice LPKF – 103.

Platforma este dotată cu stații performante de proiectare asistate de calculator, de simulare computerizată a proceselor cinematice și dinamice ale MS la stadiile de proiectare, experimentare și în perspectivă de lansare a MS., iar fabricarea plachetelor cu cablaj imprimat se realizează la utilaj de prototipare modelul LPKF-S 103 cu operare prin Soft Circuit PRO.



**Platforma proiectare-fabricare a modulelor satelitare.**

**Denumire:** Zheng Bang ZB3245TS:

mașină de amplasare automatizată plăcilor PCB cu componente electronice cu montaj SMT. Este potrivită pentru prototipuri și volume mici de producție. Datorită sistemului de control vizual asistat de calculator cu două camere video (una pentru determinarea orientării componentului, alta pentru determinarea orientării plăcii PCB) permite determinarea poziției și orientării precise a componentelor pe placa PCB.

Echipament procurat în 2022.



**Platforma proiectare-fabricare a modulelor satelitare.**

**Denumire: ZBRF-630: cuptor cu convecție** cu bandă rulantă integrată pentru lipirea componentelor cu montare SMT pe plăci PCB prin metoda reflow soldering. Are 6 zone de temperatură complet programabile cu senzori individuali (trei sus și trei jos) precum și controlul vitezei de rulare a benzii. Cuptorul este dotat cu sistem de convecție activa pentru distribuția cat mai uniformă a temperaturii. Controlul de către operator este realizat cu ajutorul unui panou de afișare touch și două butoane (pornire și oprire de avarie).

Echipament procurat în 2022.

**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. Zaporojan 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 și în perioada 2020-2023 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.

