

**RECEȚIONAT**

Agenția Națională pentru Cercetare  
și Dezvoltare \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2020

**AVIZAT**

Secția AȘM \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2020

**RAPORT ANUAL**

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

**”Elaborarea și lansarea seriei de nanosateliti cu misiuni de cercetare de pe  
Stația Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea lor și promovarea  
tehnologiilor spațiale” - 20.80009.5007.09**

*(denumirea și cifra)*

Prioritatea Strategică \_\_\_\_\_ ”Competitivitate economică și tehnologii inovative” \_\_\_\_\_

Directorul proiectului

dr. hab. Viorel Bostan \_\_\_\_\_

*(numele, prenumele)*

\_\_\_\_\_  
*(semnătura)*

Rector UTM

dr. hab. Viorel Bostan \_\_\_\_\_

*(numele, prenumele)*

\_\_\_\_\_  
*(semnătura)*

Consiliul științific

dr. hab Mircea Bernic \_\_\_\_\_

*(numele, prenumele)*

\_\_\_\_\_  
*(semnătura)*

L.Ș.

**Chișinău 2020**

### 1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs

Elaborarea, testarea modulelor și asamblarea primului nanosatelit "TUMnanoSAT".

### 2. Obiectivele etapei anuale

Pentru realizarea scopului s-au stabilit următoarele obiective:

1. Proiectarea și prototiparea modulele satelitare cu sarcină utilă, care vor include senzorică de determinare orientare sateliți, camera de captare imagini și testare nanosenzori de radiație spațială.
2. Crearea platformei de dezvoltare a softului modernizate pentru calculatoarele de bord ale nanosatelitelor pentru dezvoltarea eficientă a softului dedicat diverselor misiuni în condiții de radiație spațială.
3. Elaborarea procedurilor și algoritmilor de comunicație eficientă și fiabilă a nanosatelitelor cu stațiile terestre în condițiile de perturbații iono- și troposferice.
4. Dezvoltarea algoritmilor de control eficient al atitudinii nanosatelitelor pe baza componentelor inerțiale și câmpului magnetic al Terrei.
5. Analiza diferitor strategii și elaborarea algoritmilor de acumulare a energiei electrice și distribuție eficientă în condiții de deficiență de resurse.
6. Asamblarea primului nanosatelit din seria TUMnanoSAT, efectuarea testelor funcționale necesare de prelansare în camera termică, standul de vibrații.

### 3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Elaborarea modulelor cu sarcină utilă: cu senzorică de determinare orientare sateliți, camera de captare imagini și de testare cu nanosenzori de radiație spațială și prototiparea lor.
2. De realizat platforma modernizată de dezvoltare a softului calculatoarelor de bord ale nanosatelitelor pentru crearea eficientă a diverselor misiuni în condiții de radiație spațială.
3. Elaborarea procedurilor și algoritmilor de comunicație eficientă și fiabilă a nanosatelitelor cu stațiile terestre în condițiile de perturbații iono- și troposferice.
4. Elaborarea algoritmilor de control eficient al atitudinii nanosatelitelor pe baza componentelor inerțiale și câmpului magnetic al Terrei.
5. Elaborarea algoritmilor de acumulare a energiei electrice și distribuție eficientă în condiții de deficiență de resurse energetice.
6. De perfectat documentația de asamblare pentru TUMnanoSAT și analiză structurală pentru TUMnanoSAT pentru confirmarea rezultatelor analizei structurale și raportul de pericol al defecțiunii structurii TUMnanoSAT pentru a arăta controlul și verificarea rezultatului TUMnanoSAT în ceea ce privește riscul de rupere specific al structurii.
7. De pregătit formularul de descriere cu caracteristicile bateriei din modulul de putere și planul de testare pentru confirmare fiabilității bateriei de tip Li-Ion și raport de pericol de scurgere/rupere a bateriei TUMnanoSAT cu controlul și verificarea rezultatului TUMnanoSAT referitor la pericol de avarie specific al bateriei.
8. De pregătit raportul de evaluare a siguranței zborului pentru fazele 0/I/II pentru conformitatea cu cerințele de siguranță ISS și verificarea TUMnanoSAT 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 JAXA lansat de pe J-SSOD pentru fazele 0/I/II SFCB.
9. De pregătit raportul standard de pericol al TUMnanoSAT cu rezultatul 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 TUMnanoSAT.

#### 4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. S-au stabilit misiunile concrete ale nanosatelitului și s-au elaborat modulele cu sarcină utilă: cu senzorică de determinare orientare sateliți, cu camera de captare imagini și cu nano senzori de radiație spațială, s-a realizat prototiparea și s-a verificat fiecare modul (vezi anexa A).
2. S-au analizat diverse variante și s-a realizat platforma modernizată de dezvoltare a softului calculatoarelor de bord ale nanosatelitelor pentru crearea eficientă a diverselor misiuni în condiții de radiație spațială. (vezi anexa B).
3. S-au elaborat o gamă de proceduri și algoritmi pentru comunicație eficientă și fiabilă a nanosatelitelor cu stațiile terestre în condițiile de perturbații iono- și troposferice. (vezi anexa C).
4. S-au elaborat și simulat algoritmi de control eficient al atitudinii nanosatelitelor pe baza componentelor câmpului magnetic al Terrei (vezi anexa D).
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 E).
6. S-a realizat modelul 3D a nanosatelitului 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 F).
7. De perfectat formularul de descriere cu caracteristicile bateriei din modulul de putere (EPS) și s-a realizat planul de testare pentru confirmare fiabilității acumulatelelor 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 G).
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 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 (vezi anexa H).
9. S-a asamblat nanosatelitul și s-a coordonat planul de realizare a raportului standard de pericol al TUMnanoSAT 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 TUMnanoSAT (vezi anexa L).

##### Adițional la activitățile planificate:

1. S-au proiectat și fabricat modulele de support la asamblare/transportare nanosateliti și modulul de fixare a nanosatelitului pe standul de vibrații (vezi anexa J).
2. Împreună cu Serviciul de Frecvențe Radio din RM s-au perfectat și după la IARU (International Amateur Radio Union) și ITU (International Telecommunication Union) documentele necesare pentru coordonarea frecvențelor radio de comunicație a nanosatelitului TUMnanoSAT cu stațiile terestre (vezi anexa M).
3. Împreună cu Serviciul de Frecvențe Radio din RM s-a pregătit proiectul Hotărârii de Guvern în privința înregistrării în Registrul de stat SNFR a obiectelor lansate în Spațiu (vezi anexa N).
4. S-au analizat și experimentat instrumentările pentru prelucrarea imaginilor satelitare în perioada postoperare a nanosatelitului (vezi anexa O).
5. Cooperarea internațională cu JAXA, ROSA, "Solar Space", "Sfera Technologies" în privința elaborării satelitului și conexiunii în rețeaua stațiilor terestre HomePort/GSON în scopul extinderii orizontului radio a nanosatelitelor, inclusiv TUMnanoSAT. (vezi anexa P).

## 5. Rezultatele obținute

Ținând cont de misiunile propuse pentru seria de nanosateliți TUMnanoSAT, s-au stabilit misiunile concrete ale primului nanosatelit și prin urmare s-au elaborat modulele cu sarcină utilă înzestrate cu senzorică de determinare orientare sateliți, cu camera de captare imagini și cu nano senzori de radiație spațială. S-a realizat prototiparea lor a câteva variante în format CubeSat PC-104 și s-a verificat funcționalitatea la fiecare modul.

Momentul "forte" al fiecărui nanosatelit este calculatorul de bord (OBC) cu softul său individual, care întruchipează toată "intelegența" lui și prezintă cheia de succes în funcționarea pe orbită. Din aceste considerente s-au analizat diverse variante de sisteme de elaborare a softului încapsulat (embedded software) și s-a realizat platforma modernizată de dezvoltare a softului calculatoarelor de bord ale nanosatelitelor. Platformă dezvoltată include atât componente soft, cât și hard pentru crearea eficientă a softului de timp real pe microsistemul de operare RTOS și asigură analiza traseului de funcționare a proceselor paralele, realizate în softul elaborate. Această asigură elaborarea softului cu fiabilitate înaltă pentru realizarea diverselor misiuni satelitare în condiții de radiație spațială. Un alt moment-cheie este comunicarea satelitului cu stațiile terestre. În acest scop s-au elaborat o gamă de proceduri și algoritmi pentru comunicație, respectiv și programe, care realizează un dialog diversificat cu diferite rate de transmitere, cu diferite moduri de împachetare și codificare a mesajelor. Toate acestea asigură o comunicație eficientă și fiabilă a nanosatelitelor cu stațiile terestre în condițiile de perturbații iono- și troposferice.

O problemă prioritară a nanosatelitelor este problema energetică, datorită constrângerilor de dimensiuni și masa. Pentru a soluționa cu succes această problemă, s-au analizat diferite configurări ale subsistemului de control energetic (EPS) pentru a asigura atât fiabilitate, cât și flexibilitate a problemei energetice. De regulă, predomină necesitatea de energie pentru realizarea misiunilor asupra energiei acumulate. Din aceste considerente, s-au elaborat o diversitate algoritmi de acumulare a energiei electrice și distribuție eficientă în condiții de deficiență de resurse și s-au verificat prin simulare și experimentare. În rezultat se pot crea planurile de realizarea a misiunilor satelitului pe fiecare orbită.

Pentru captarea imaginilor, cât și pentru comunicarea cu stația terestră este importantă orientarea poziției satelitului către ținta respectivă. Deci controlul atitudinii satelitului este la fel o componentă foarte importantă. Pentru soluționarea cu succes a problemei date, ne-am concentrat la două laturi: achiziția eficientă a datelor de la magnetomerele triaxiale, accelorometere, microgiroscopae și senzorii de soare pentru a determina poziția și dinamica mișcării lui după vectorii inerțiali, magnetic și solar. Pentru a soluționa a doua latură, stabilizarea și orientarea satelitului s-au elaborat algoritmi de acționare a magnetorque-lor în trei moduri: mono-, bi- și tri-axial. Totodată, s-au aplicat algoritmi de reglare a procesului de control a atitudinii. Acești algoritmi au fost elaborați și simulați și experimentați pe standul câmpului magnetic al Terrei pentru a obține controlul eficient al atitudinii nanosatelitelor.

Lansarea nanosatelitului TUMnanoSAT este planificată în 2 etape: transportarea lui cu racheta SpaceX Falcon-9 la Stația Spațială Internațională (ISS), apoi cu ajutorul lansatorului japonez J-SSOD se va lansa pe orbita de 440 km și înclinația de 56°. Lansarea necesită o analiză structurală multilaterală a nanosatelitului. În acest scop s-au creat modelul 3D a nanosatelitului TUMnanoSAT, care generează documentația de asamblare și modelul din componente finite pentru analiză

structurală a TUMnanoSAT. S-au realizat toate experimentele necesare și s-a perfectat raportul de pericol al defecțiunii structurii TUMnanoSAT în ceea ce privește riscul de rupere specific al structurilor. Lansarea de la ISS necesită cerințe suplimentare de siguranță pe perioada aflării la bordul ISS. Din acest punct de vedere s-au realizat teste cu monitorizarea caracteristicilor acumulatelelor din modulul de putere (EPS) și a desfacerii antenelor modulului de comunicați. Prin urmare, s-a perfectat raportul de pericol de scurgere/rupere a acumulatelelor referitor la pericol de avarie. În final s-a pregătit și aprobat raportul de evaluare a siguranței zborului pentru fazele 0/I/II pentru conformitatea cu cerințele de siguranță ISS cu privire la fiecare cerință de verificare a structurii JMX-2012694 și a planului de control al fracturii implementat de către (JAXA) pentru lansarea de pe J-SSOD.

## 6. Diseminarea rezultatelor obținute în formă de publicații

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=2ahUKEwjF4akhp3tAhXBjKQKHUu7CDwQFjABegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ehbconference.ro%2FPortals%2F0%2FEHB2020%2FDetailed%2520Program.pdf&usg=AOvVaw1md1lKTlr5NuCBQ9grBSi>
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. 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*
6. 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*
7. 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*.
8. 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*

9. 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.*
7. Diseminarea rezultatelor obținute în formă de prezentări (comunicări, postere, teze/rezumate/abstracte) la foruri științifice
- ✓ Nicolae SECRIERU: "TUMnanoSAT Nanosatellite and Kibocube Program" - "The 13th International Conference on Communications", 18-20 June, 2020, Politehnica University, Bucharest. - <https://www.comms.ro/index.html#schedule>
  - ✓ Vasile CHIRIAC: "TUMnanoSAT Nanosatellite and Kibocube Program" - The Council of European Geodetic Surveyors General Assembly, 17-19 September, 2020, Athens, Greece. - [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)
  - ✓ Oleg Lupan: "Au-NPs/ZnO single nanowire nanosensors for health care applications". - In: EHB, Iasi, România (October, 2020) 2020 International Conference on e-Health and Bioengineering (EHB) IEEE.  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjFx4akhp3tAhXBjKQKHUu7CDwQFjABegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ehconference.ro%2FPortals%2F0%2FEHB2020\\_Detailed%2520Program.pdf&usg=AOvVaw1md1lKTlr5NuCBQ9grBSi](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjFx4akhp3tAhXBjKQKHUu7CDwQFjABegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ehconference.ro%2FPortals%2F0%2FEHB2020_Detailed%2520Program.pdf&usg=AOvVaw1md1lKTlr5NuCBQ9grBSi)
  - ✓ Oleg Lupan: "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" - [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)
  - ✓ Vladimir Melnic: "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
  - ✓ Gușanu Maxim, Ilco Valentin: "Cercetarea modurilor de acumulare și consum energetic al nanosatelitului «TUMnanoSAT»" – "Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor", 17 martie, 2020, Chisinau, Moldova, 2020.
  - ✓ Varzaru Vlad, Ilco Valentin: "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
  - ✓ Vladimir MELNIC, Valentin ILCO, Alexei MARTÎNIUC, Nicolae SECRIERU, Viorel BOSTAN, Ion BOSTAN "Platformă pentru cercetarea atitudinii microsateleților în condiții orbitale" - Medalia de aur la Salonul Internațional Al Cercetării Științifice, Inovării Și Inventicii "Pro Invent 2020" - Ediția XVIII, Cluj-Napoca, 18-20 noiembrie 2020.
  - ✓ Nicolai ABABII, Vasile POSTICA, Viorel TROFIM, Oleg LUPAN – „Procedeu de obținere a rețelei de nanofire CuO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>” - Medalia de aur la Salonul Internațional Al

Cercetării Științifice, Inovării Și Inventicii ”Pro Invent 2020” - Ediția XVIII, Cluj-Napoca, 18-20 noiembrie 2020;

- ✓ Vasile POSTICA, Thierry PAUपोर्टÉ (FRANȚA), Viorel TROFIM, Nicolai ABABII, Oleg LUPAN – „Procedeu de funcționalizare a suprafeței nanofirelor din ZnO cu nanoparticule din metale nobile” - Medalia de aur la Salonul Internațional Al Cercetării Științifice, Inovării Și Inventicii ”Pro Invent 2020” - Ediția XVIII, Cluj-Napoca, 18-20 noiembrie 2020;
- ✓ Cristian LUPAN, Viorel TROFIM – „Procedeu de depunere a peliculelor ZnO dopate cu eu și funcționalizate cu Pd” - Medalia de aur la Salonul Internațional Al Cercetării Științifice, Inovării Și Inventicii ”Pro Invent 2020” - Ediția XVIII, Cluj-Napoca, 18-20 noiembrie 2020.

## 8. Protecția rezultatelor obținute în formă de obiecte de proprietate intelectuală

-

## 9. Materializarea rezultatelor obținute:

### 9.1 Mostre de echipament, produse software și rezultatele acestora:

- ✓ Modulele cu sarcină utilă: cu senzorică de determinare orientare sateliți, cu camera de captare imagini și cu nanosenzori de radiație spațială pentru realizarea misiunilor nanosatelitului (vezi anexa A).
- ✓ Platforma modernizată de dezvoltare a softului calculatoarelor de bord ale nanosatelitelor pentru crearea eficientă a diverselor misiuni în condiții de radiație spațială (vezi anexa B).
- ✓ proceduri și algoritmi pentru comunicație eficientă și fiabilă a nanosatelitelor cu stațiile terestre în condițiile de perturbații iono- și troposferice (vezi anexa C).
- ✓ Algoritmii de control eficient al atitudinii nanosatelitelor pe baza componentelor câmpului magnetic al Terrei (vezi anexa D).
- ✓ Algoritmii de acumulare a energiei electrice și distribuție eficientă în condiții de deficiență de resurse și s-au verificat prin simulare și experimentare (vezi anexa E).
- ✓ Modelele pentru analiză structurală a TUMnanoSAT și s-a perfectat raportul de pericol al defecțiunii structurii TUMnanoSAT pentru a verifica TUMnanoSAT în ceea ce privește riscul de rupere specific al structurilor și modelul 3D a nanosatelitului TUMnanoSAT, care generează toată documentația de asamblu (vezi anexa F).

### 9.2 Teze de licență:

- ✓ Vărzaru Vlad ”Elaborarea algoritmilor și programelor de comunicație pentru stațiile terestre în baza tehnologiei ”software defined radio” cu nanosatelitul „TUMnanoSAT””, coordonator Nic. Secieru.
- ✓ Gușanu Maxim ”Elaborarea modului software de control a sistemului de alimentare cu energie electrică a nanosatelitului „TUMnanoSAT””, coordonator Nic. Secieru.
- ✓ LUPAN C. ”Elaborarea senzorilor în baza peliculelor columnare de Pd/ZnO:Eu”. UTM-2020

### 9.3 Teze de master:

- ✓ Andronic Alexandru "Cercetarea componentelor subsistemului de control atitudine a nanosatelitului "TUMnanoSAT" și verificarea lor pe standul de simulare a câmpului geomagnetic", coordonator Nic. Secrieru.
- ✓ Baranețchi Anatol "Elaborarea modului de cercetare a nanosenzorilor de radiație și softului de achiziție date pentru realizarea misiunilor nanosatelitului "TUMnanoSAT", coordonator Nic. Secrieru.

### 9.4 Teze de doctor, care continua a fi realizate în cadrul proiectului:

- ✓ Magariu Nicolae "Proprietățile fizico-chimice și modelele senzorilor în baza semiconductorilor oxidici nanometrici", cond. Prof. O.Lupan.
- ✓ Melnic Vladimir "Modelarea matematică și simularea computațională a comportamentului dinamic pe orbită a satelitului „Republica Moldova”", cond. Prof. V.Bostan
- ✓ Candraman Sergiu "Metode și proceduri de control al atitudinii microsateleților la captarea, prelucrarea și transmisiunea imaginilor în timp real", cond. conf. N.Secrieru

## 10. Dificultățile în realizarea proiectului

Dificultăți deosebite financiare sau legate de resursele umane în realizarea proiectului nu au existat, cu excepția unor rețineri, datorită situației pandemice în regiune, la procurarea componentelor pentru fabricarea modulelor satelitului, la fel și întârzierea procedurilor de testare preliminară a nanosatelitului pe echipamentului din infrastructura Institutului de Științe Spațiale ale ROSA, acreditată cu astfel proceduri, fiind planificate pe lunile noiembrie-decembrie.

## 11. Concluzii

Pe parcursul anului curent s-a reușit realizarea majorității activităților planificate și s-au obținut importante rezultate:

- ✓ modulele cu sarcină utilă cu senzorică de determinare orientare sateliți, camera de captare imagini și nanoenzori de radiație spațială;
- ✓ platforma modernizată de dezvoltare a softului calculatoarelor de bord ale nanosateleților, care include atât componente soft, cât și hard pentru crearea eficientă a softului de timp real și cu analiza traseului proceselor paralele, ce asigură elaborarea softului cu fiabilitate înaltă pentru realizarea diverselor misiuni satelitare.
- ✓ procedurile și algoritmi pentru comunicație, care realizează dialogul diversificat cu diferite rate de transmitere, cu diferite moduri de împachetare&codificare a mesajelor, care asigură o comunicație eficientă și fiabilă a nanosateleților cu stațiile terestre.
- ✓ algoritmi de acumulare și distribuție eficientă a energiei electrice, bază a planurilor de realizare a misiunilor satelitului pe fiecare orbită.
- ✓ soluționarea problemei controlului atitudinii prin achiziția eficientă date de la magnetomerele triaxiale, accelorometere, microgiroscoape și senzorii de soare pentru determinarea poziției și dinamicii mișcării și stabilizarea&orientarea satelitului în bază de algoritmi de acționare magnetorquere cu reglare a procesului control atitudine.



- ✓ modelele de analiză structurală pentru experimentele necesare și perfectarea raportului de pericol al defecțiunii structurii privitor la riscul de rupere.

During the current year, most of the planned activities were achieved and important results were obtained:

- ✓ Payload modules with satellite orientation determination sensor, image capture camera and space radiation nanosensors;
- ✓ Modernized software development platform for nanosatellite on-board computers, which includes both software and hardware components for efficient creation of real-time software and parallel process trace analysis, which ensures highly reliable software development for various satellite missions.
- ✓ procedures and algorithms for communication, which performs the diversified dialogue with different transmission rates, with different ways of packing&encoding messages, which ensures an efficient and reliable communication of nanosatellites with earth stations.
- ✓ algorithms for accumulation and efficient distribution of electricity, the basis of plans to carry out satellite missions in each orbit.
- ✓ solving the problem of attitude control by efficient acquisition of data from triaxial magnetometers, accelerometers, microgyroscopes and sun sensors to determine the position and dynamics of motion and stabilization&orientation of the satellite based on magnetorquere actuation algorithms with attitude control process regulation.
- ✓ structural analysis models for the necessary experiments and improvement of the hazard ratio of the structure failure regarding the risk of rupture.

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_ / prof. Viorel Bostan /

Data: 25 noiembrie 2020

LȘ

**Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare**  
**Cifrul proiectului: 20.80009.5007.09**

Cheltuieli, mii lei						
Denumirea	Cod		Anul de gestiune			
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat	Executat	Sold
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	<b>696,7</b>		696,7	696,7	
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii	212100	<b>125,4</b>		125,4	125,4	
Prime de asigurare obligatorie de asistență medicală	212200	<b>31,4</b>		31,4	31,4	
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710	<b>2,1</b>		2,1	2,1	
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	<b>51,8</b>	-26,8	25,0	25,0	
Servicii editoriale	222910	<b>7,0</b>		7,0	7,0	
Servicii de cercetări științifice contractate	222930	<b>92,1</b>		92,1	92,1	
Servicii neatribuite altor aliniate	222990					
Procurarea produselor alimentare	333110					
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110		26,8	26,8	26,8	
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110					
<b>TOTAL</b>		<b>1006,5</b>	<b>0,0</b>	<b>1006,5</b>	<b>1006,5</b>	

*Notă: În tabel se prezintă doar categoriile de cheltuieli din contract ce sunt în execuție și modificările aprobate (după caz)*

**Rector U.T.M.**

\_\_\_\_\_ (semnătura)

**dr. hab. Viorel BOSTAN**

\_\_\_\_\_ (numele, prenumele)

**Contabil (economist)**

\_\_\_\_\_ (semnătura)

**Victoria IOVU**

\_\_\_\_\_ (numele, prenumele)

**Conducătorul de proiect**

\_\_\_\_\_ (semnătura)

**dr. hab. Viorel BOSTAN**

\_\_\_\_\_ (numele, prenumele)

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

LS

## Componența echipei proiectului

Cifrul proiectului 20.80009.5007.09

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

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>
---	-------------

Rector U.T.M.

\_\_\_\_\_

(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

\_\_\_\_\_

(numele, prenumele)

Contabil (economist)

\_\_\_\_\_

(semnătura)

Victoria IOVU

\_\_\_\_\_

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect

\_\_\_\_\_

(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

\_\_\_\_\_

(numele, prenumele)

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

LS

Modulele cu sarcină utilă a nanosatelitului TUMnanoSAT

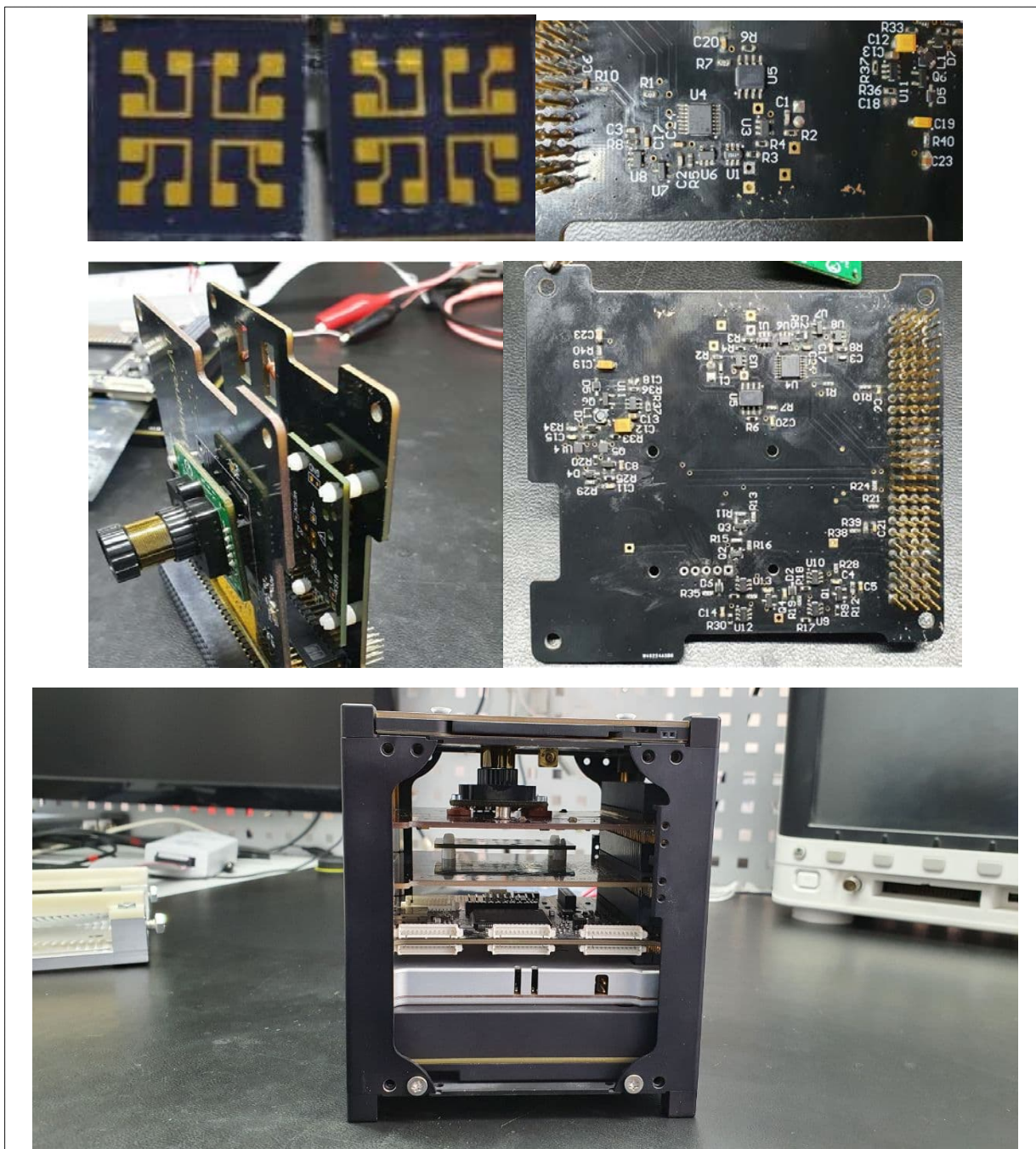


Fig. 1 Modulele cu sarcină utilă: cu senzoria de determinare orientare sateliți, cu camera de captare imagini și cu nanozenzori de radiație spațială în mod separat și în asamblu.

## Platforma de dezvoltare a softului nanosatelitului TUMnanoSAT

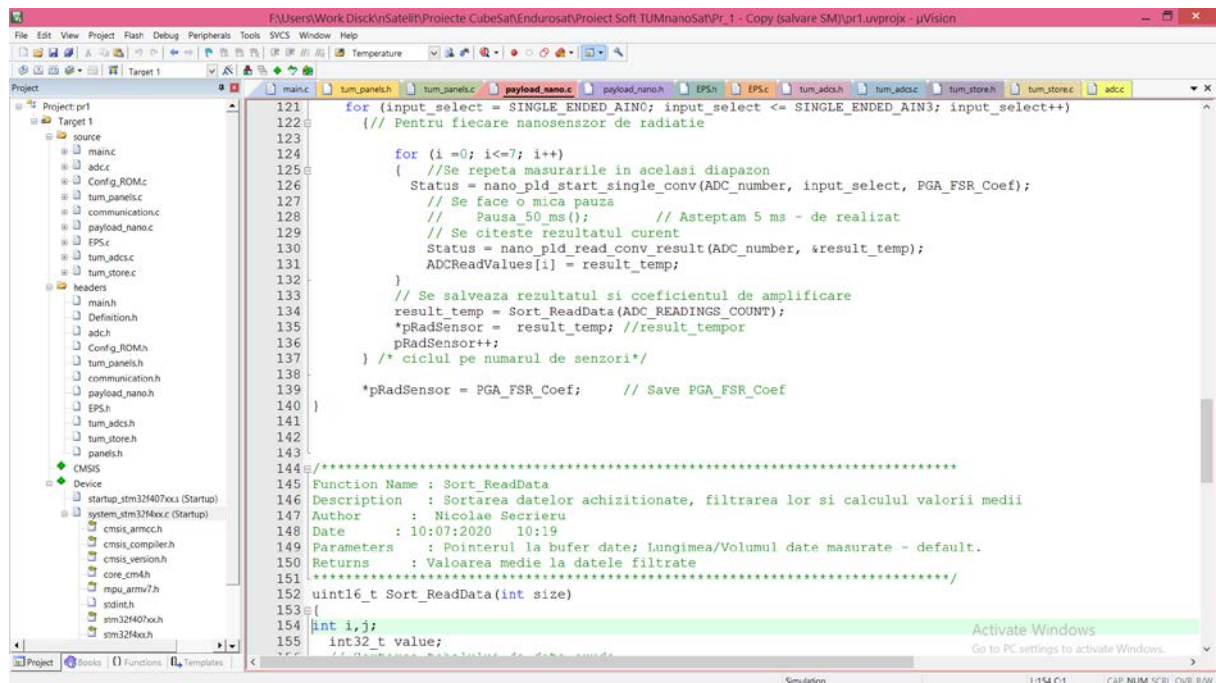


Fig. 1 Screen-ul platformei de dezvoltare a softului STM32 MPU Embedded Software

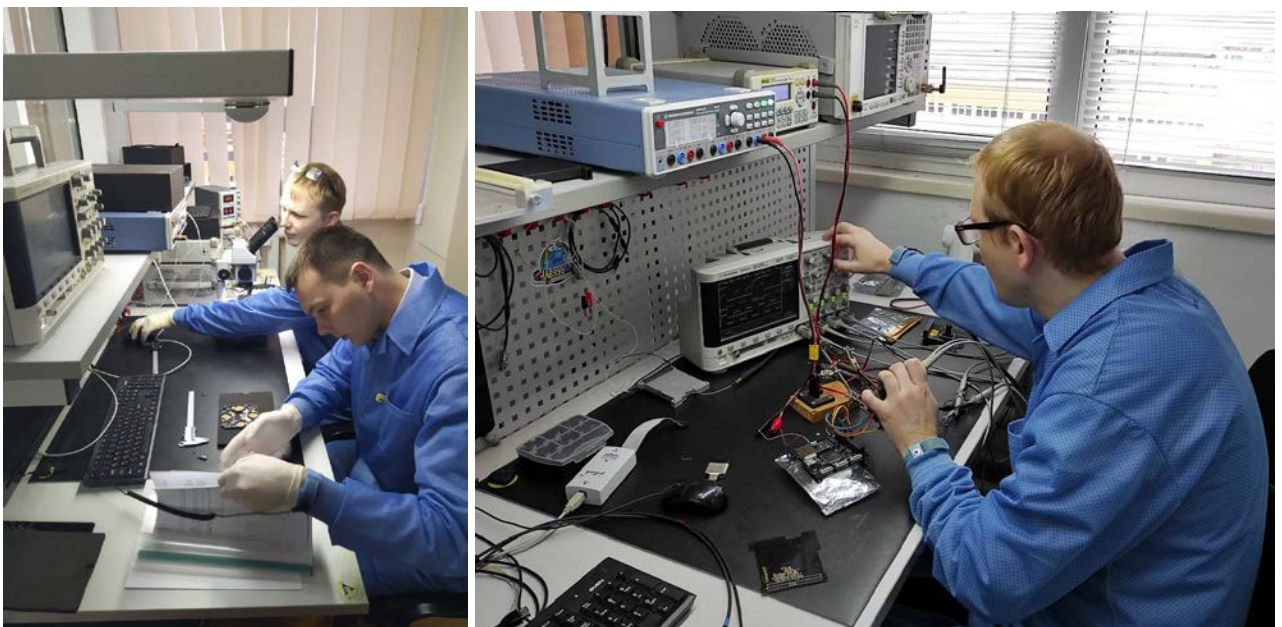


Fig. 2 Realizarea procedurilor de verificare cu platforma de dezvoltare a softului nanosatelitului.



### Procedurile de comunicație a nanosatelitului TUMnanoSAT

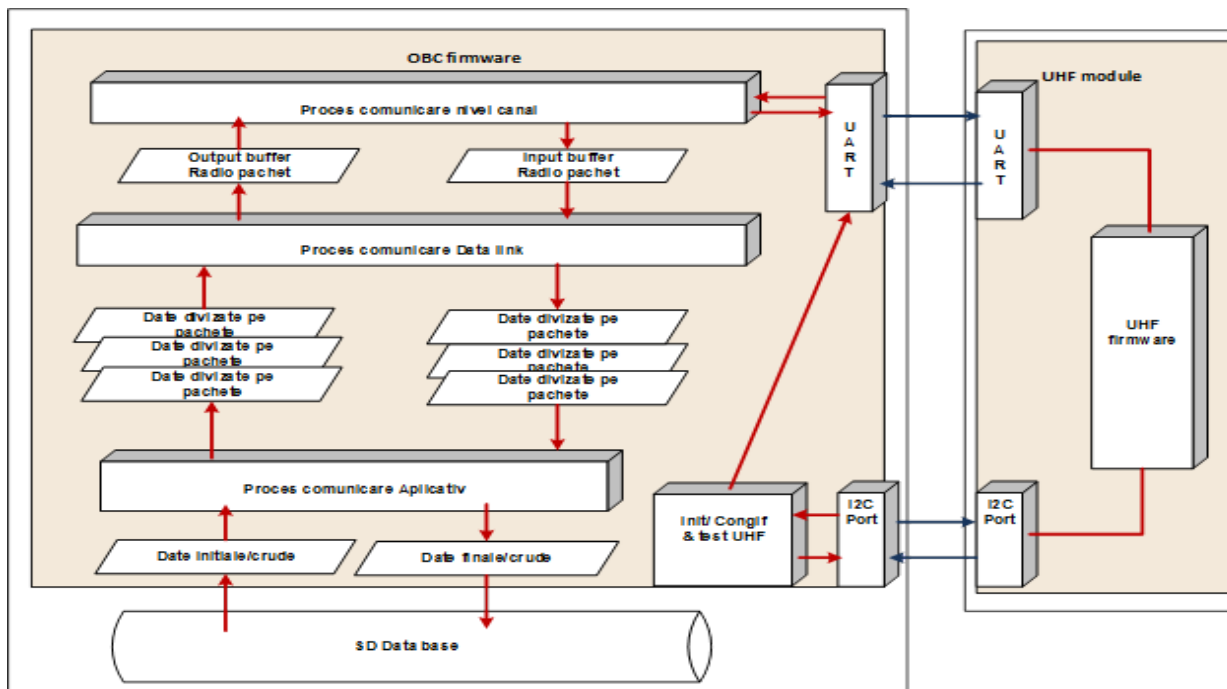


Fig. 1 Ierarhia proceselor de comunicație a nanosatelitului TUMnanoSAT realizate pe calculatorul de bord al TUMnanoSAT (OBC).

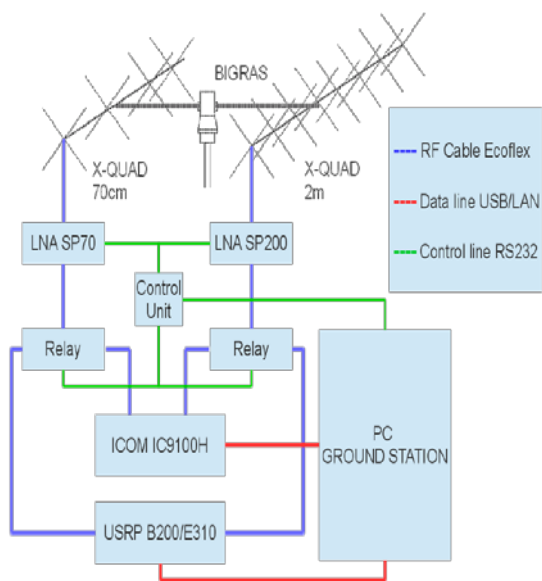


Fig. 2. Structura stației telemetrice de comunicații satelitare și clusterul ei de antene.

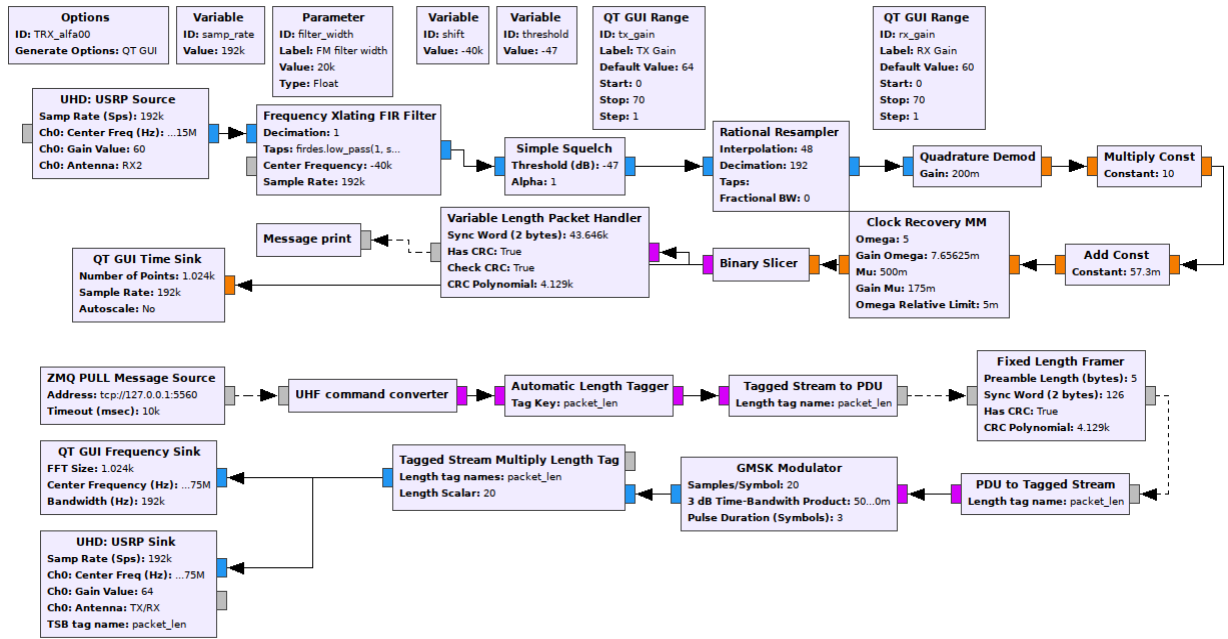


Fig. 3 Algoritmul GNU Radio de recepție a pachetelor telemetrice ale nanosatelitului TUMnanoSAT.

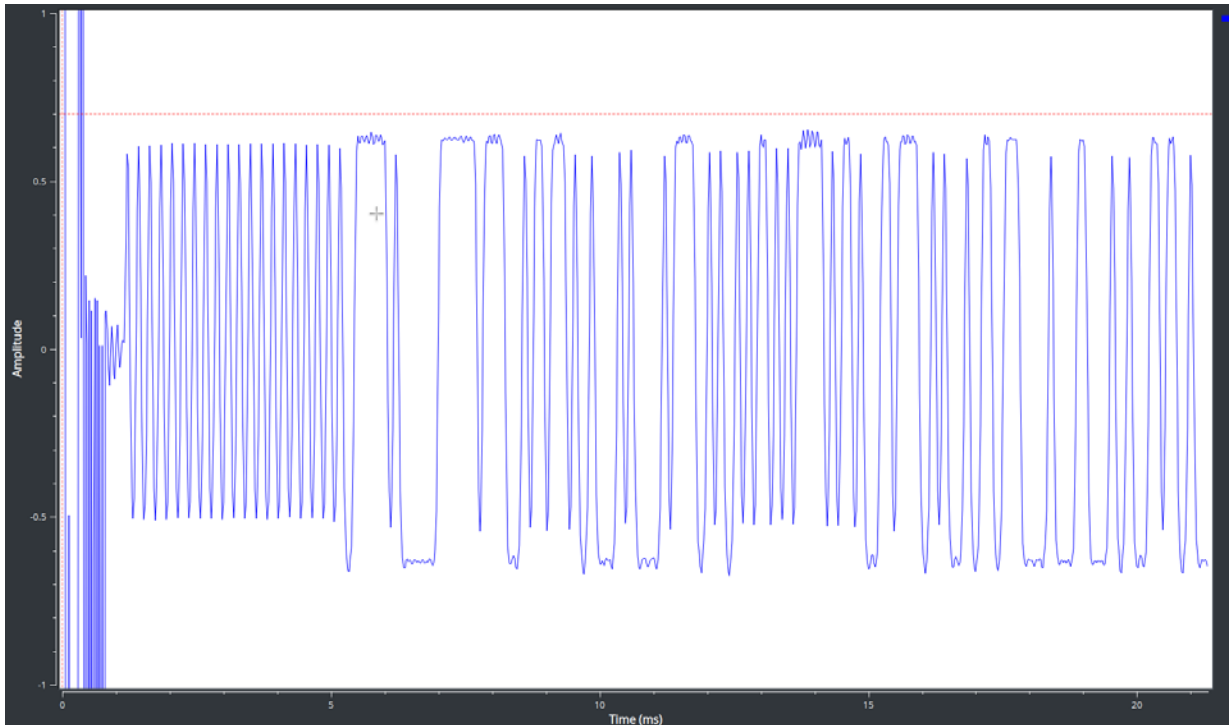


Fig. 4 Exemplu de semnal al satelitului demodulat cu amplitudinea mărită și centrat față de axa 0

### Controlul atitudinii nanosatelitului TUMnanoSAT

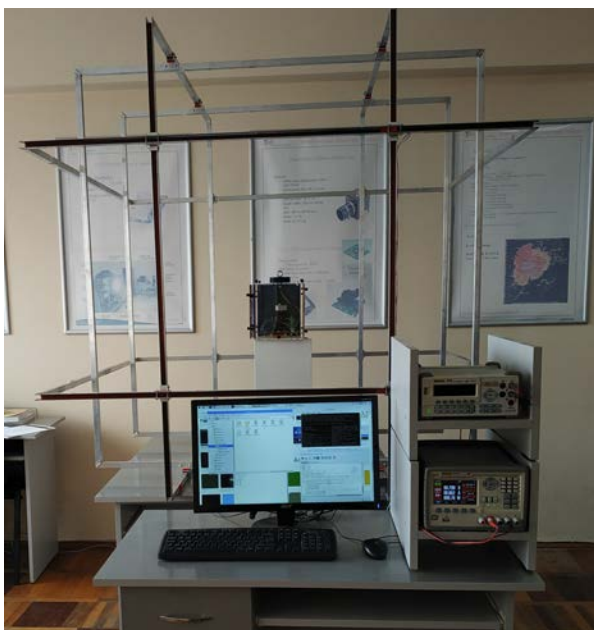


Fig. 1. Sistemul de simulare a câmpului geomagnetic pentru verificarea atitudinii nanosateliților.

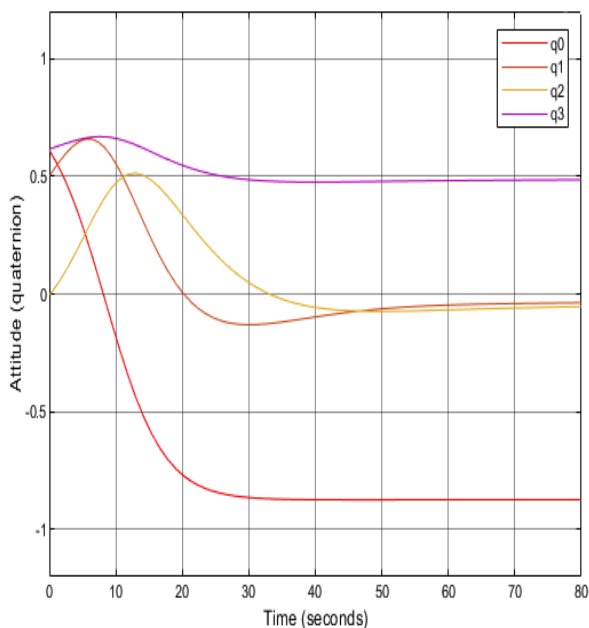


Fig. 2. Descrierea poziționării satelitului în cuaternioni

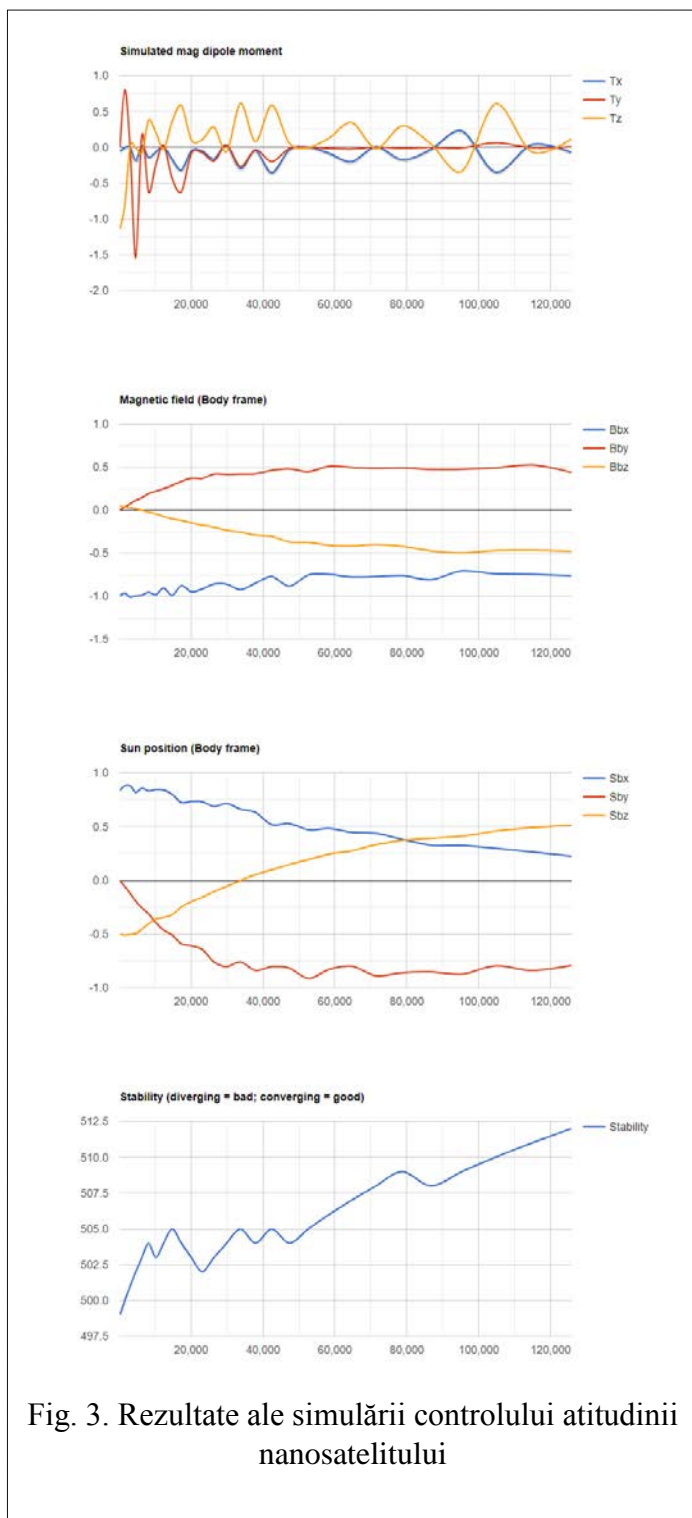


Fig. 3. Rezultate ale simulării controlului atitudinii nanosatelitului



Controlul acumulării și distribuției energiei nanosatelitului TUMnanoSAT

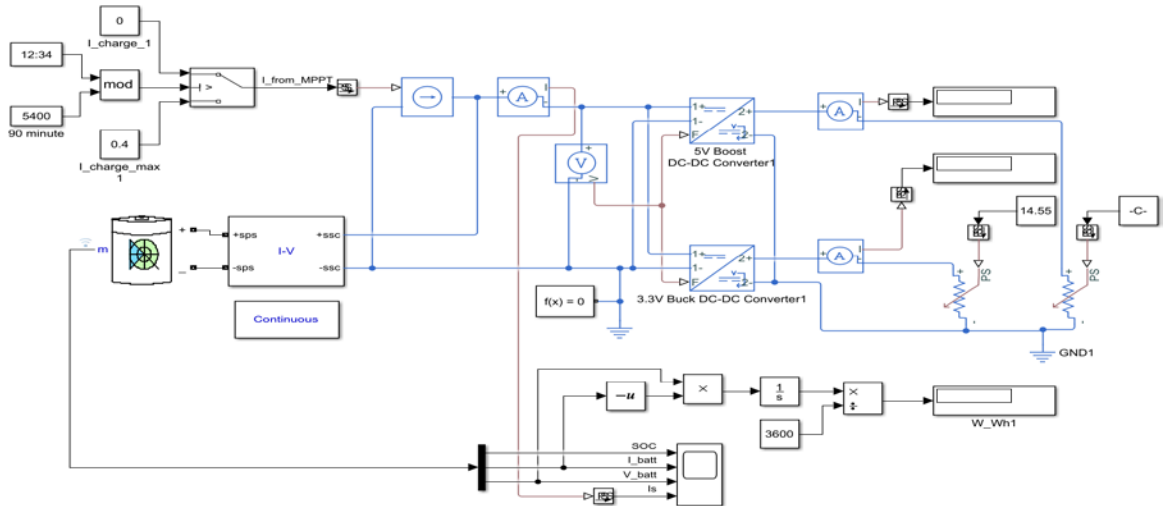


Fig. 1 Modelul Simulink pentru controlul acumulării și distribuției energiei nanosatelitului

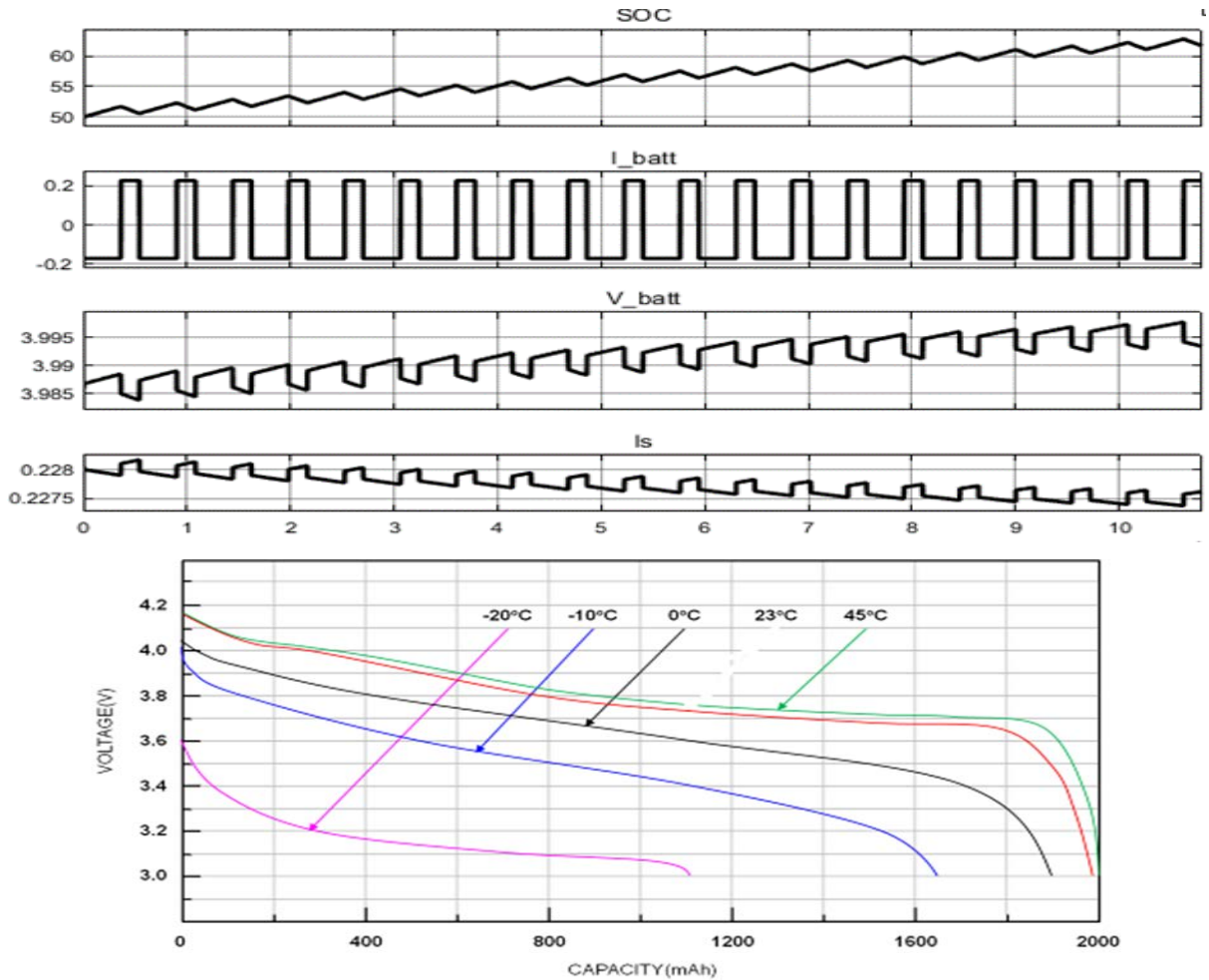


Fig. 2. Exemple de diagrame de verificare a controlului acumulării și distribuției energiei nanosatelitului.

## Modelul 3D și analiza structurală a nanosatelitului TUMnanoSAT

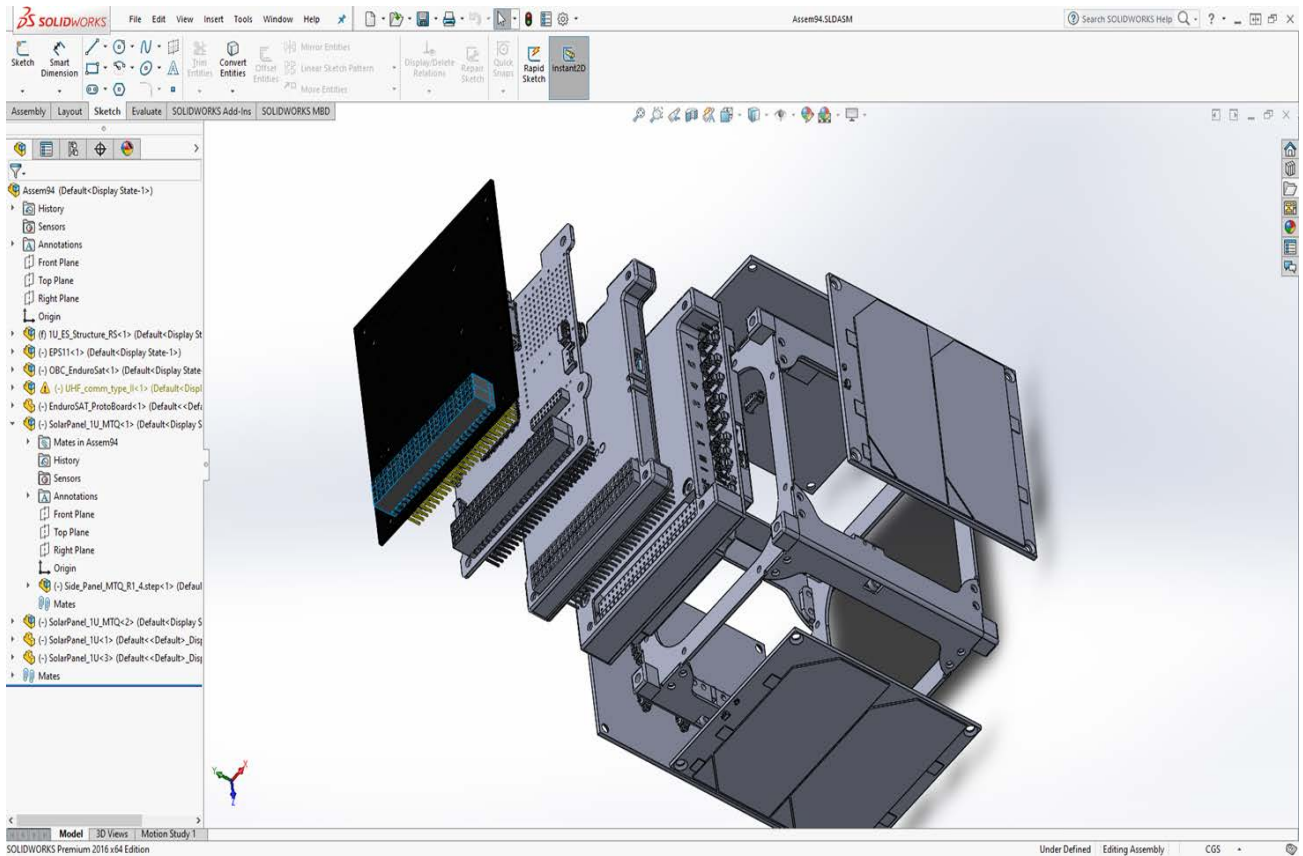


Fig. 1 Modelul 3D al TUMnanoSAT.

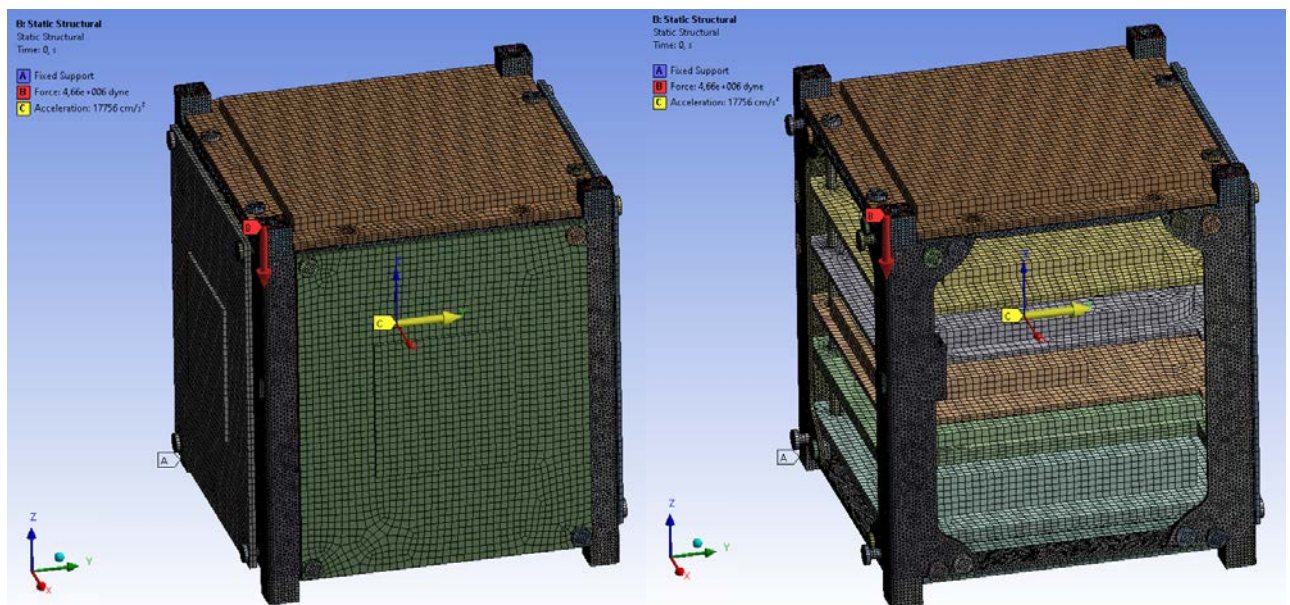


Fig. 2 Modelul TUMnanoSAT creat din elemente finite.

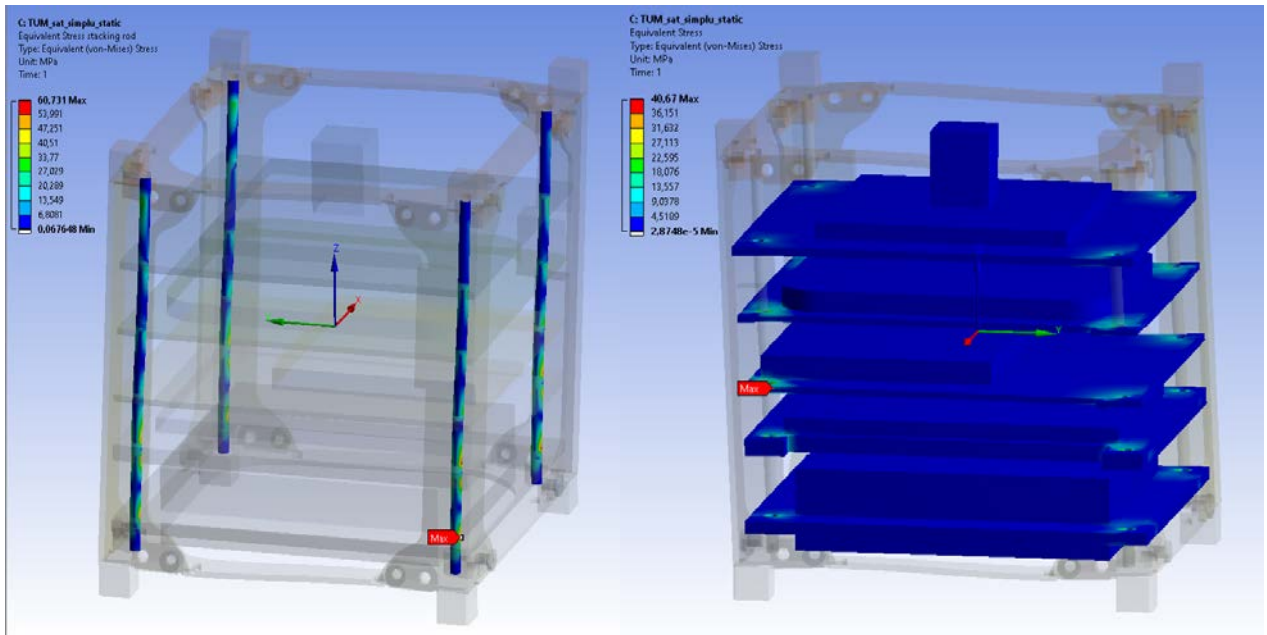
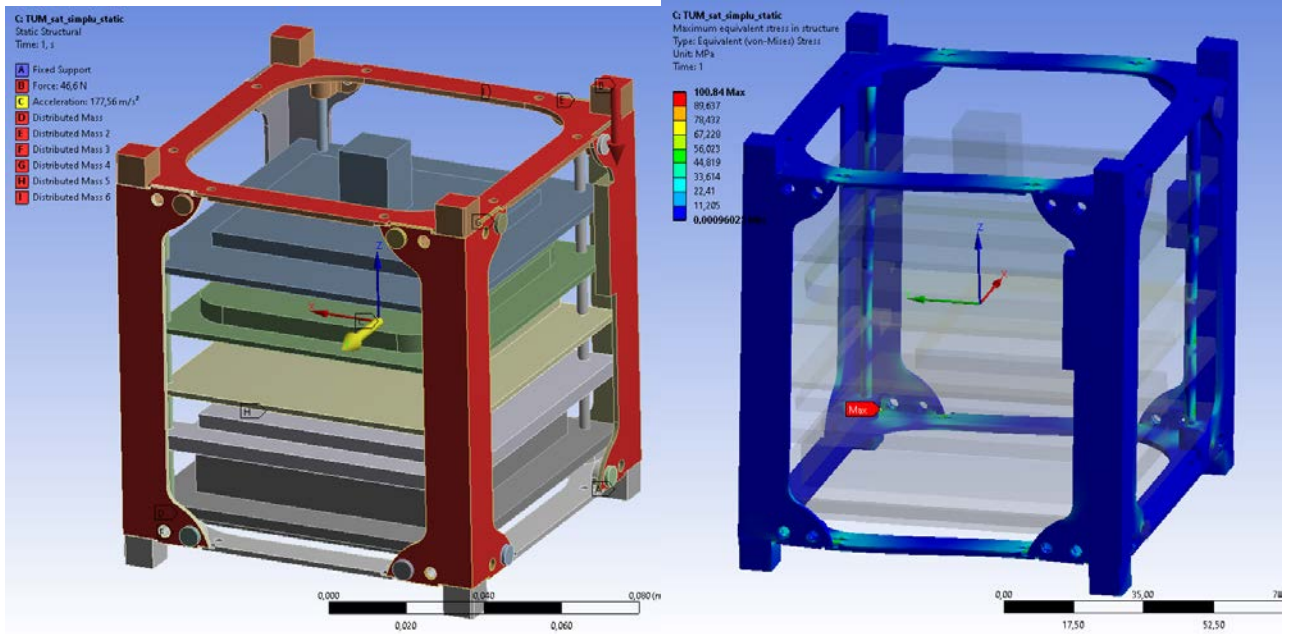


Fig. 3. Exemplu de rezultate ale analizei structurale în cazul accelerațiilor pe axa Y.



## Experimentarea și determinarea caracteristicilor acumulatorilor nanosatelitului TUMnanoSAT

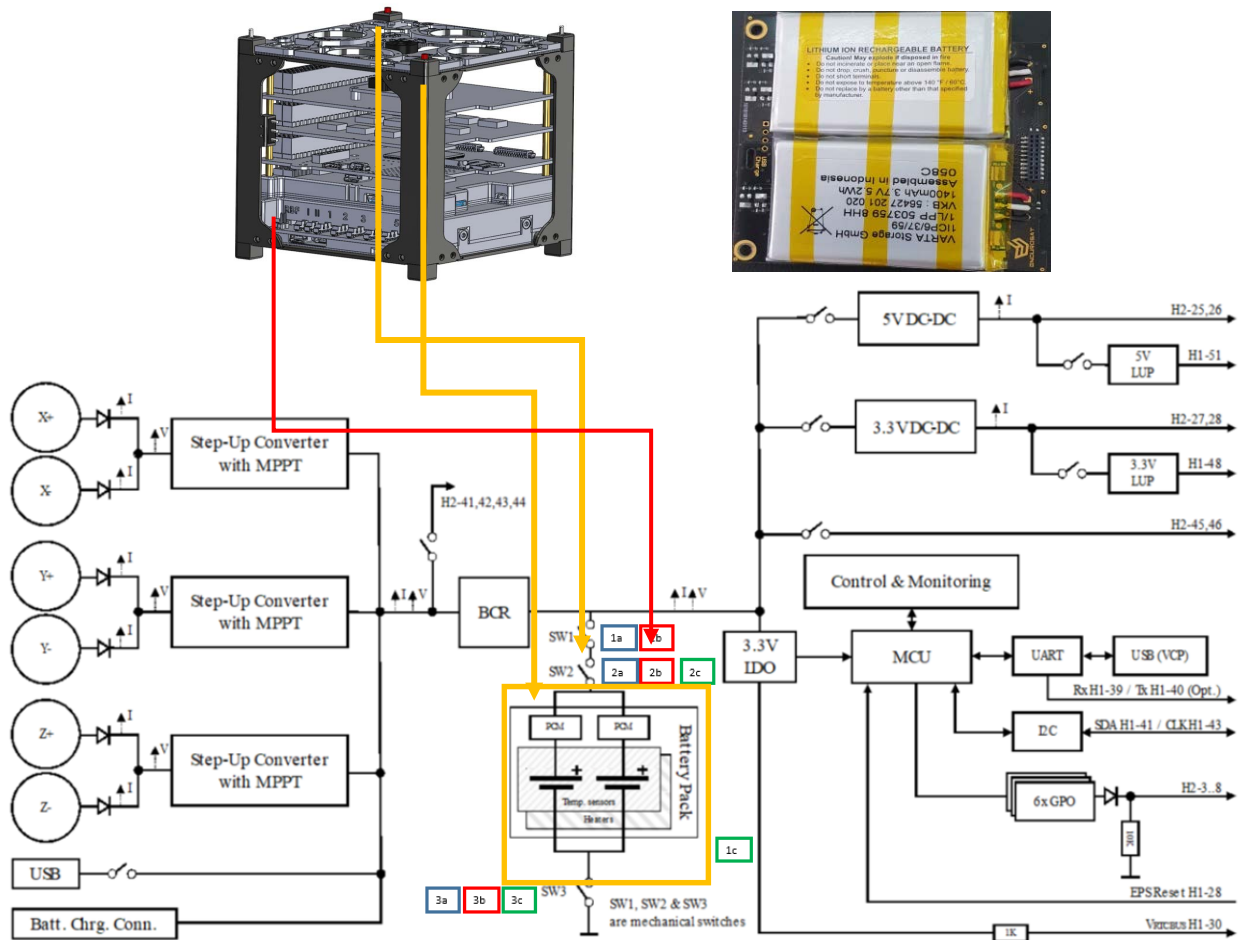


Fig. 1 Modul de conexiune a bateriei în EPS.

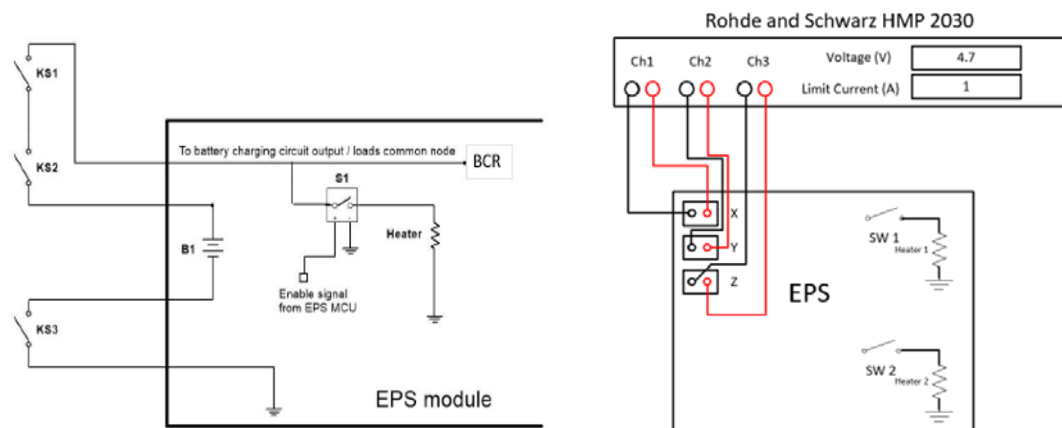


Fig.2 Schema de conexiune a termorezistoarelor și modul lor de monitorizare.

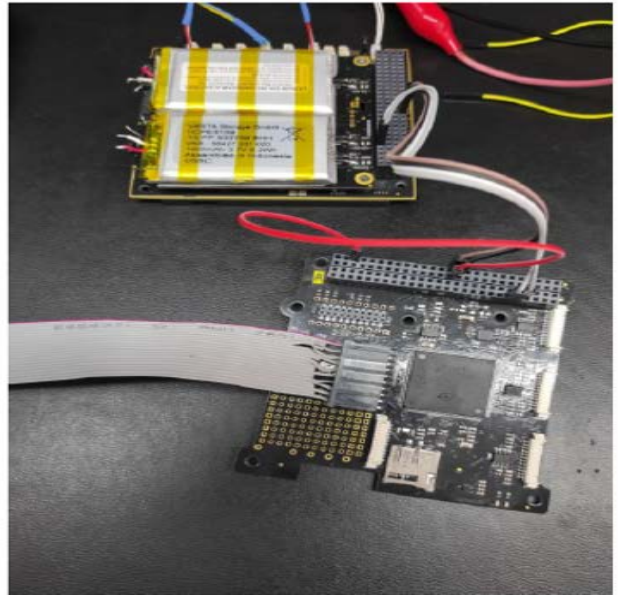
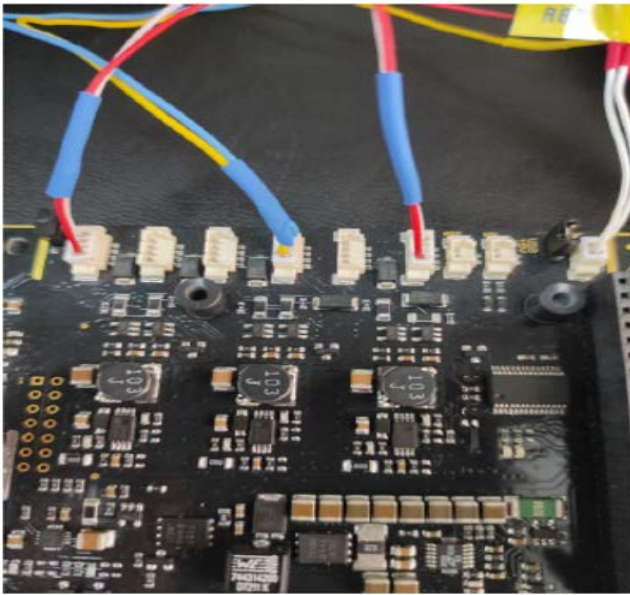


Fig. 3. Experimentarea și determinarea caracteristicilor bateriei nanosatelitului

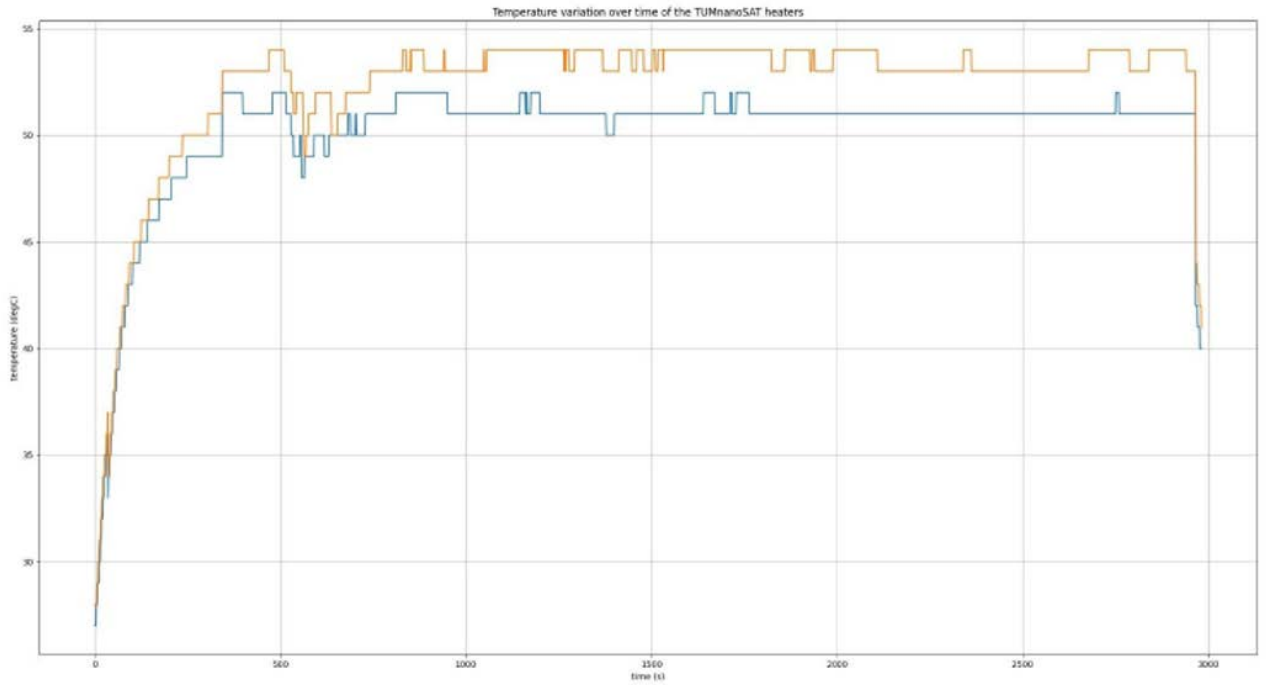


Fig. 4. Rezultatul experimentărilor bateriei.

**Aprobarea rapoartelor de evaluare pentru fazele 0/I/II a nanosatelitului TUMnanoSAT**

HR #:	TU-STD-01	Hardware Category:	Payload
Record Type:	Standard Hazard	Hardware Provider:	Technical University of Moldova
Title:	Standard Hazards for <END ITEM> TUMnanoSAT	Status:	—
System/ Payload:	—	Affected System:	ISS Integrated
Hazard Report Focal:	Tetsuro Mizuno t.mizuno@space-bd.com	Report POC:	ilco.valentin, valentin.ilco@cmts.utm.md
Flight Applicability:	HTV, Cygnus or Dragon	Phase:	Phase 0/I/II
Interfaces:	No direct interface with ISS, only with Deployer(J-SSOD) which interfaces with JEM Airlock and JEMRMS	Date:	2020/8/3
Hardware Name (include part number(s))			
APPROVAL	HARDWARE ORGANIZATION Printed Name, Signature, Date		ISS SAFETY REVIEW PANEL (ISRP) Printed Name, Signature, Date
Phase I			
Phase II			
Phase III			

*Signatures about are effective for all the following stages.*

Last Modified 2020/10/26 11:09

Standard Hazard Form ISS\_OE\_1298 Revision "1298\_JAXA2"(20190523)

Page 1 of 62

Provider Name:

Hazard Report #:	UNQ-TU-01	Revision Date:	NC, July 6, 2020	Review Level:	Phase 0/I/II
Title : Structural Failure					
System :	TUMnanoSAT	Sub-Subsystem:	Structure		
Flight/Increment Applicability:	HTV / Cygnus / Dragon Inc.(TBD) and subsequent stages.	Mission Phases:	<input type="checkbox"/> Launch Processing; <input checked="" type="checkbox"/> Launch; <input type="checkbox"/> Rendezvous / Docking; <input checked="" type="checkbox"/> Deployment; <input checked="" type="checkbox"/> Orbital Assembly & Checkout; <input checked="" type="checkbox"/> On-orbit Operation; <input type="checkbox"/> On-orbit Maintenance; <input type="checkbox"/> Descent / Landing;		
Scope:	<input checked="" type="checkbox"/> Payload; <input type="checkbox"/> JEM - PM; <input type="checkbox"/> JEM - EF; <input type="checkbox"/> Other ( ):	Interfaces:	<input type="checkbox"/> JEM-PM; <input type="checkbox"/> JEM-EF; <input checked="" type="checkbox"/> JEM-AIRLOCK; <input checked="" type="checkbox"/> JEMRMS <input type="checkbox"/> Other ( ):		
<b>Hazardous Condition Description:</b> If a structure failure of the CubeSat occurs in the Satellite Install Case of the J-SSOD, the CubeSat may not be appropriately released from the J-SSOD along with the expected contact to the Satellite Install Case. Consequently, the released satellite may collide against the ISS Structure. The release of shatterable material such as glass particles may cause injury to crew. [Note] This UNQ HR addresses glass of solar cells and camera lens (optical glass).					
<b>Cause Summary:</b>  Cause 1. Structure failure of the CubeSat  Cause 2. Release of fragments from shatterable material.					
Remarks:					
Submittal Concurrence Signature	Date		Safety Review Panel Approval Signature		Date
	6.11.2020				

Fig. 1 Rapoartele de evaluare a zborului pentru fazele 0/I/II a nanosatelitului TUMnanoSAT aprobate de JAXA.

Planul de realizare a raportului pentru faza III a nanosatelitului TUMnanoSAT

TUMnanoSAT project schedule for phase III

Nr.	Subphase and Tasks	December-20				January-21				February-21				March-21				April-21				May-21				June-21			
		week 1	week 2	week 3	week 4	week 1	week 2	week 3	week 4	week 1	week 2	week 3	week 4	week 1	week 2	week 3	week 4	week 1	week 2	week 3	week 4	week 1	week 2	week 3	week 4	week 1	week 2	week 3	week 4
3.1	<b>Production and Assembling</b>																												
3.1.1	Components procurement for the payload flight modules	█	█	█																									
3.1.2	Manufacturing of the payload flight modules		█	█	█	█																							
3.1.3	Final TUMnanoSAT assembling									█	█																		
3.2	<b>TUMnanoSAT testing procedures</b>																												
3.2.1	Functional testing		█	█	█	█					█	█				█	█	█	█										
3.2.2	Inhibit testing										█	█				█	█												
3.2.3	Interface verification and fit check										█	█				█	█												
3.2.4	Antenna deployment and RF testing															█	█												
3.2.5	TVAC tests														█	█	█												
3.2.6	Vibration and vacuum testing for battery			█	█	█	█	█																					
3.2.7	Full vibration testing														█	█	█												
3.3	<b>Other activities</b>																												
3.3.1	Documentation preparation for the phase III and submit					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
3.3.2	Legal procedure	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
3.3.3	Establishing the procedures for handing over TUMnanoSAT to JAXA																												
3.3.4	Transportation to the destination of the TUMnanoSAT flight model.																											█	

Fig. 1 Planul de realizare a raportului pentru faza III a nanosatelitului TUMnanoSAT coordonat cu JAXA.



**Modulele de asamblare/transportare și fixare pe stand de vibrații a nanosatelitului  
TUMnanoSAT**

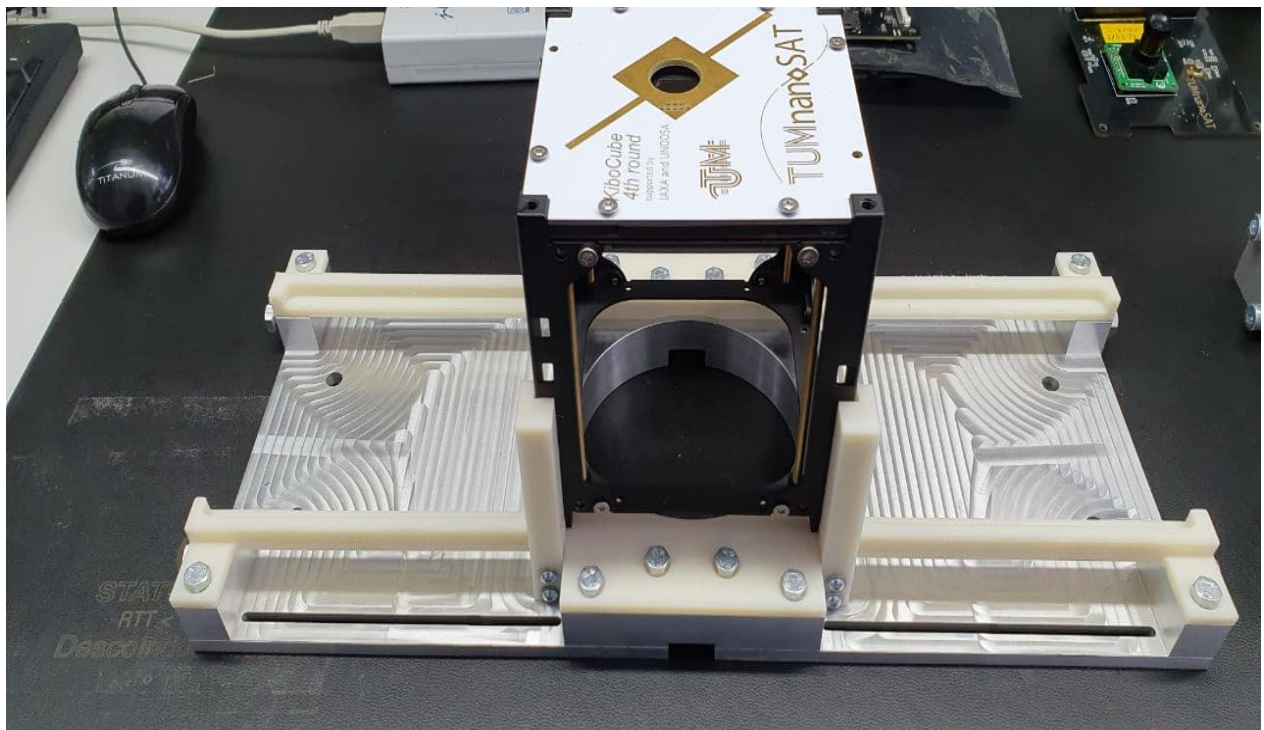


Fig. 1 Modul de asamblare/transportare a nanosatelitului

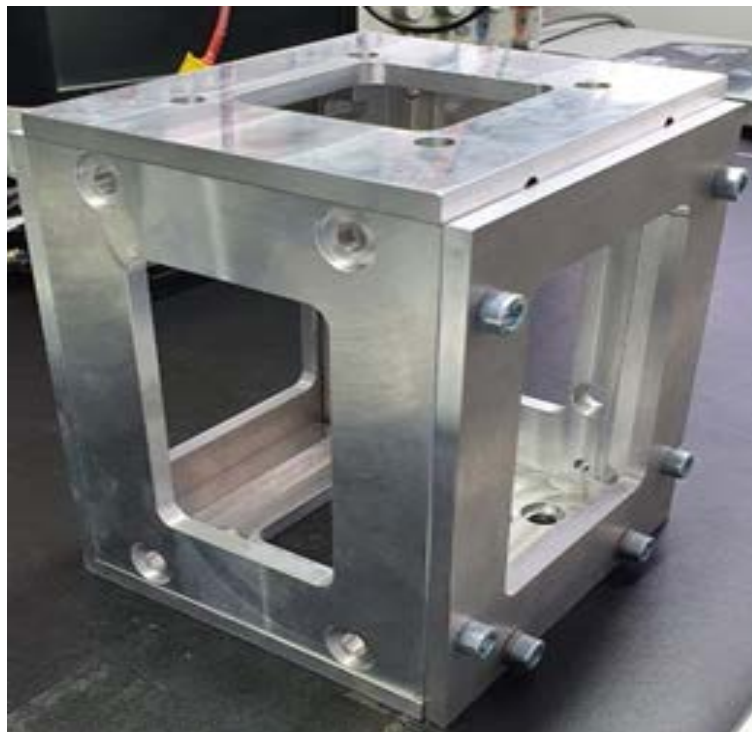
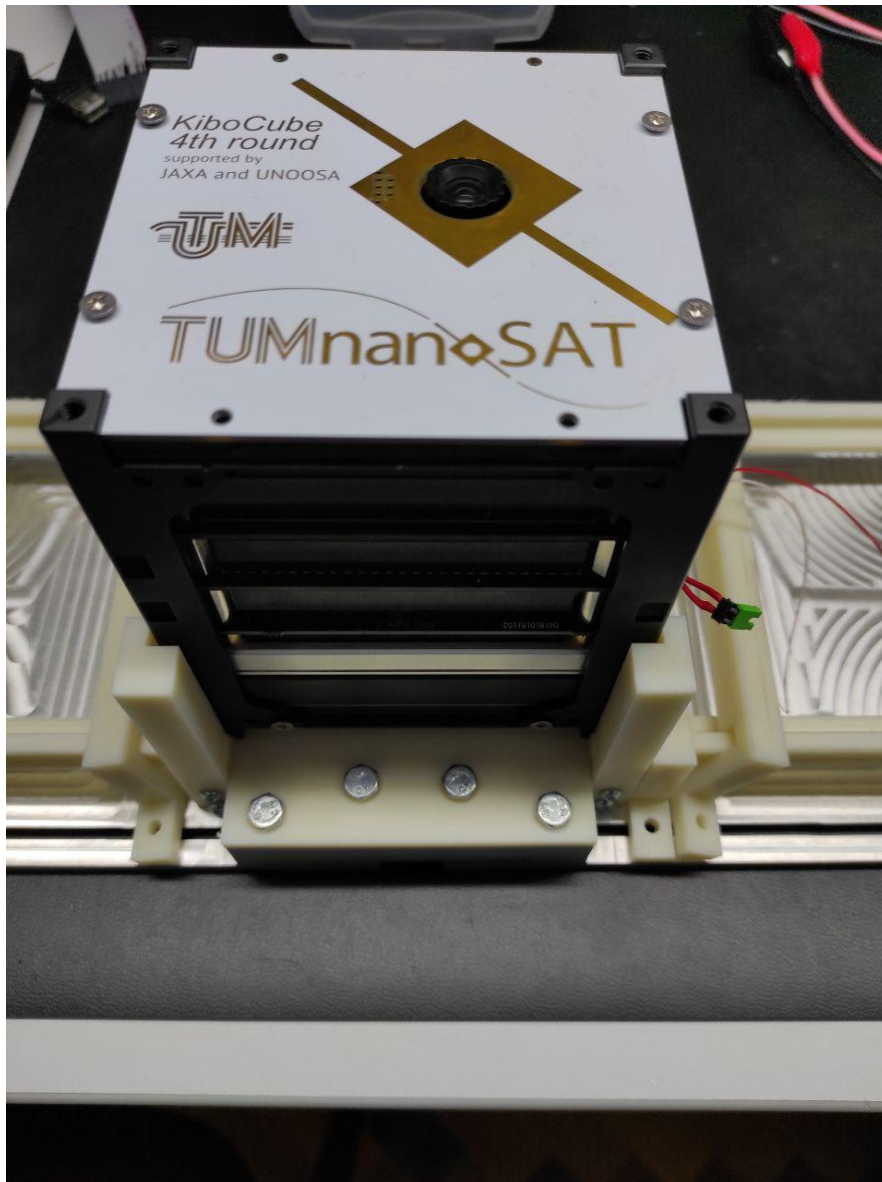


Fig. 2 Modulul de fixare a nanosatelitului pe standul de vibrații.



Nanosatelitul TUMnanoSAT în asambu



## Coordonarea frecvențelor radio cu IARU și ITU pentru nanosatelitul TUMnanoSAT



## The International Amateur Radio Union

Since 1925, the Federation of National Amateur Radio Societies  
Representing the Interests of Two-Way Amateur Radio Communication

IARU Amateur Satellite Frequency Coordination

[Back to List of Sats formally submitted](#)

TUMnanoSAT	Updated: 01 Apr 2020	Responsible Operator	Nicolae Secrieru ER1TUM
Supporting Organisation	Technical University of Moldova		
Contact Person	nicolae.secrieru@cnts.utm.md.nospam		
<p><b>Headline Details:</b> A 1U CubeSat mission- to help students to understand satellite subsystems, satellite design and launch process - to promote radio amateur communication - to study the operation and behavior, reliability of the sensors based on nano- and micro-wires in the space conditions; - testing of attitude subsystem sensors for determining of satellite attitude (magnetometers, micro-gyroscopes, sun sensors) in order to optimize attitude control algorithms. - to establish effective communication subsystem "satellite-ground station" with the possibility to modify the communication rate range to ensure high reliability; - to check the communication protocol "satellite-ground station" with different levels of access. Proposing a UHF 9k6 GMSK AX25 downlink of beacons and telemetry. Planning a JAXA KiboCUBE deployment from the ISS in Jan 2021. More info at <a href="https://cnts.utm.md/tumnanosat/">https://cnts.utm.md/tumnanosat/</a></p>			
Application Date:	30 Mar 2020	Freq coordination completed on	

Fig. 1. Confirmarea finală de la IARU cu privire la înregistrarea frecvenței TUMnanoSAT

(<http://www.amsatuk.me.uk/iaru/formal.php?cmd=2>)

ID number (SNS)	adm	ORG or Geo.area	Satellite name	Earth station	long_nom	Date of receipt	ssn_ref	ssn_no	ssn rev/ Sup	ssn rev no	removal	Part/ Art.	WIC/IFIC (ifc.mdb)	WIC/IFIC date
<a href="#">119545144</a>	MDA		TUMNANOSAT		N-GSO	30.07.2019	API/A	12415					<a href="#">2907</a>	29.10.2019
<a href="#">119545144</a>	MDA		TUMNANOSAT		N-GSO	30.07.2019	API/B	1277					<a href="#">2918</a>	14.04.2020

Fig.2 Confirmărie API/A și API/B ITU publicate și coordonate cu SNFR RM.

(<https://www.itu.int/net/ITU->

[R/space/snl/bresult/radvance.asp?sel\\_satname=&sel\\_esname=&sel\\_adm=&sel\\_org=&sel\\_ific=2907&sel\\_year=&sel\\_date\\_from=&sel\\_date\\_to=&sel\\_rcpt\\_from=&sel\\_rcpt\\_to=&sel\\_orbit\\_from=&sel\\_orbit\\_to=&sup=&q\\_reference=&q\\_ref\\_numero=&q\\_sns\\_id=&nmod=asc&norder=adm](https://www.itu.int/net/ITU-R/space/snl/bresult/radvance.asp?sel_satname=&sel_esname=&sel_adm=&sel_org=&sel_ific=2907&sel_year=&sel_date_from=&sel_date_to=&sel_rcpt_from=&sel_rcpt_to=&sel_orbit_from=&sel_orbit_to=&sup=&q_reference=&q_ref_numero=&q_sns_id=&nmod=asc&norder=adm))

## Proiectul Hotărârii de Guvern în privința înregistrării obiectelor lansate în spațiu.

**HOTĂRÂRE**

pentru aprobarea Regulamentului privind modul de ținere a Registrului de stat format de Sistemul Informațional Automatizat „Registrul de stat al frecvențelor și stațiilor de radiocomunicații”

nr. \_\_\_\_\_ 2020  
Chișinău

În temeiul Legii nr. 71/2007 cu privire la registre (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2007, nr. 70-73, art. 314), Guvernul

**HOTĂRĂȘTE:**

1. Se aprobă Regulamentul privind modul de ținere a Registrului de stat format de Sistemul Informațional Automatizat „Registrul de stat al frecvențelor și stațiilor de radiocomunicații” (se anexează).

2. Instituția Publică „Serviciul Național de Management al Frecvențelor Radio” va asigura ținerea Registrului de stat format de Sistemul Informațional Automatizat „Registrul de stat al frecvențelor și stațiilor de radiocomunicații”.

3. Realizarea prevederilor prezentei hotărâri se va asigura din contul mijloacelor financiare ale Instituției Publice „Serviciul Național de Management al Frecvențelor Radio”.

4. Hotărârea Guvernului nr. 944/2010 cu privire la aprobarea Conceptului tehnic al Sistemului Informațional Automatizat „Registrul de stat al frecvențelor și stațiilor de radiocomunicații” (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2010, nr. 202-205, art. 1038), se modifică după cum urmează:

1) în cuprinsul hotărârii și în Conceptul tehnic cuvintele „Ministerul Tehnologiilor Informaționale și Comunicațiilor” se substituie cu cuvintele „Ministerul Economiei și Infrastructurii”, iar cuvintele „Î.S. „Centrul Național pentru Frecvențe Radio”” se substituie cu cuvintele „Instituția Publică „Serviciul Național de Management al Frecvențelor Radio””;

2) în hotărâre:

a) la punctul 2, textul „monitorizată de Ministerul Tehnologiei Informației și Comunicațiilor,” se exclude;

b) punctul 3 se abrogă;

3) în Conceptul tehnic:

a) în punctele 2, 5 sbpct. 1) și 8 sbpct. 6) după cuvintele „stațiilor de radiocomunicații” se introduce textul „precum și a obiectelor lansate în spațiul cosmic”;

## Exemple de experimentare a instrumentariului pentru prelucrarea imaginilor

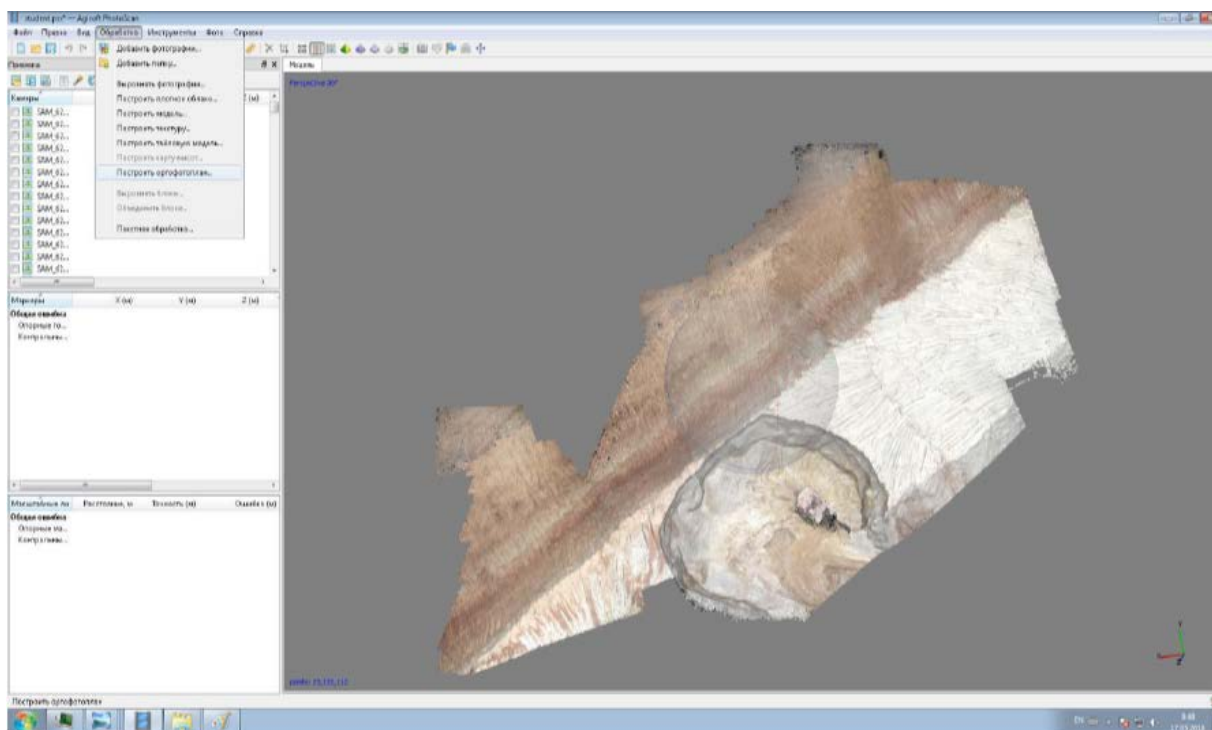


Fig. 1. Georeferențierea fotogramelor aeriene în sistemul național de coordonate MOLDREF99



Fig. 2 Determinarea și analiza temporală a indicilor vegetației NDVI și AVI cu ajutorul softului Google Earth Engine in zona test: pădurea din comuna Rubelnița, raionul Soroca



## Memorandum de colaborare pentru conexiunea în reșea a stațiilor terestre.

### Art. 2. Subject of the Memorandum

The subject of this Memorandum of Understanding is that:

2.1. **Sfera Technologies Ltd** is able to facilitate providing a satellite ground stations network called HomePort, that combined software and cloud platform which allows ground stations across the globe to directly offer their spare receiving capacity to companies operating satellites, in order to achieve the objectives of communication between the constituent components of the terrestrial infrastructure built up in the Republic of Moldova under the projects „Development of the network of ground stations for communication with the satellites as platform for cooperation with European partners in space technologies” and *“Development and launch of the series of nanosatellites with research missions from the International Space Station, their monitoring, post-operation and the promotion of space technologies”*.

### Art. 2. Obiectul Memorandumului

Obiectul acestui memorandum constă în:

2.1. **Sfera Technologies Ltd** este capabilă să faciliteze dezvoltarea rețelei de stații terestre pentru comunicații prin satelit numită HomePort, înzestrată cu platformă software și servere cloud, care permite stațiilor terestre din întreaga lume să ofere în mod direct capacitatea lor de recepție de rezervă companiilor care operează cu sateliți, pentru a atinge obiectivele de comunicare între componentele constitutive ale infrastructurii terestre construite în Republica Moldova în cadrul proiectului „Dezvoltarea rețelei de stații terestre pentru comunicarea cu sateliții ca platformă de cooperare cu partenerii europeni în tehnologiile spațiale” și *“Elaborarea și lansarea seriei de nanosateliți cu misiuni de cercetare de pe Stația Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea lor și promovarea tehnologiilor spațiale”*.

#### “Sfera Technologies Ltd”

Post code: 1618, Byala akatsiya 2A str.  
Sofia, Bulgaria,  
Tel: +359 888 60 66 01  
Email: [rx@homeport.network](mailto:rx@homeport.network)  
<https://homeport.network/>

Zdravko DIMITROV  
Chief Executive Officer (CEO)

#### „Sfera Technologies Ltd”

Post code: 1618, Byala akatsiya 2A str.,  
Sofia, Bulgaria,  
Tel: +359 888 60 66 01  
Email: [rx@homeport.network](mailto:rx@homeport.network)  
<https://homeport.network/>

Zdravko DIMITROV  
Director executiv (CEO)

#### “TUM”

168 Ștefan cel Mare și Sfânt  
MD-2002 Chisinau  
Republic of Moldova  
Tel: +373 22 237 861  
Fax: +373 22 235 441  
e-mail: [rectorat@adm.utm.md](mailto:rectorat@adm.utm.md)  
[viorel.bostan@adm.utm.md](mailto:viorel.bostan@adm.utm.md)  
<http://www.utm.md>

Viorel BOSTAN  
Rector

#### „UTM”

MD-2004, Chișinău, RM  
bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168  
tel: +(373 22) 237 861  
fax: +(373 22) 235-441  
e-mail: [rectorat@adm.utm.md](mailto:rectorat@adm.utm.md)  
[viorel.bostan@adm.utm.md](mailto:viorel.bostan@adm.utm.md)  
<http://www.utm.md>

Viorel BOSTAN  
Rector