

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru

Cercetare și Dezvoltare _____

_____ 2021

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2021

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL


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

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


20.80009.5007.09

Prioritatea Strategică V „Competitivitate economică și tehnologii inovative”

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


(semnătura)

Rector U.T.M. dr. hab. Viorel BOSTAN
(numele, prenumele)


(semnătura)

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


(semnătura)



Chișinău 2021

1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs (obligatoriu)

Realiza procedurilor de testare complexă de prelansare și pregătirea nanosatelitului "TUMnanoSAT" pentru predare reprezentanților JAXA, coordonatorului proiectelor KiboCube.

2. Obiectivele etapei anuale (obligatoriu)

Obiectivul principal al proiectului, fiind dezvoltarea sferei educaționale în domeniul tehnologiilor spațiale și obținerea abilităților practice de proiectare, testare și operare a nanosateliților în rândul studenților Universității Tehnice a Moldovei și a altor instituții de învățământ, la etapa actuala s-au stabilit următoarele obiective:

1. Testarea funcțională separată a fiecărui modul/ subsistem al nanosatelitului.
2. Asamblarea nanosatelitului TUMnanoSAT în condițiile camerei curate din dotarea Centrului Tehnologii Spațiale UTM și verificarea funcțională integrală continuă timp de o lună.
3. Perfectarea documentației și obținerea Carnetului ATA pentru operații vamale export/import al nanosatelitului.
4. Transoptarea nanosatelitului pentru asamblarea finală și efectuarea tuturor testelor de prelansare pe infrastructura Institutului Științe Spațiale din România (ROSA).
5. Perfectarea rapoartelor pe etapa a 3-a (prelansare) a nanosatelitului și transmiterea setului de rapoarte spre aprobare la Agenția Aeroșpațială din Japonia.
6. Transportarea nanosatelitului la Centrul din Tsukuba-city al Agenția Aeroșpațială din Japonia pentru lansarea satelitului.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale (obligatoriu)

Pentru această etapă a proiectului s-au stabilit asamblarea și testarea modului de zbor al primului nanosatelit "TUMnanoSAT", care include realizarea următoarelor activități:

1. De asamblat modulul de zbor "TUMnanoSAT" și de perfectat documentația de asamblare/dezasamblare. Modulul de zbor trebuie asamblat în conformitate cu cerințele JAXA. Rezultatul în timpul asamblării va fi înregistrat în formă video.
2. De realizat procedura de testare și raportul "TUMnanoSAT FREQ-01 Frequency Authorization Form Attachment v2020-01", care confirmă că să respecte toate regulile de zbor impuse de programul ISS și toate reglementările aplicabile privind spectrul și toate condițiile de funcționare RF impuse de JSC Spectrum Management, după cum este documentat în raportul JSC RFA.
3. De realizat procedura de testare și raportul "TUMnanoSAT - AD&RFT-01 Deployment and RF Test Report v2020-01", care rezumă rezultatele deschiderii sigure a antenei și testului transmisiilor RF pentru TUMnanoSAT care va fi implementat de la JEM Small Satellites Orbital Deployer (J-SSOD).
4. De realizat procedura de testare și raportul "TUMnanoSAT Interface Verification Record JPAH vol.8 App.D", care trebuie să conțină toate verificările corespunderii TUMnanoSAT cerințelor de interfațare mecanică, electrică cu modulul de lansare de la SSI.
5. De realizat procedura de testare și raportul "TUMnanoSAT FCR-01 Fit Check Report v2020-02", care rezumă rezultatul verificării potrivirii pentru TUMnanoSAT ce va fi instalat în J-SSOD. Verificarea potrivirii este efectuată pentru a inspecta vizual satelitul și cuplul adecvat pentru a confirma dacă satelitul poate fi instalat în J-SSOD fără interferențe.
6. De realizat procedura de testare și raportul "TUMnanoSAT - IFTR-01 Inhibit Function Test Report v2020-03", care rezumă rezultatele testului funcțiilor de prevenire a pericolelor pentru TUMnanoSAT, ce va fi implementat în J-SSOD.
7. De realizat procedura de testare și raportul "TUMnanoSAT - SEIR-01 Sharp Edge Inspection Report v2020-01", care rezumă rezultatul inspecției muchiiilor ascuțite pentru TUMnanoSAT, ce va fi implementat în J-SSOD.
8. De realizat procedura de testare și raportul "TUMnanoSAT - BVR-01 Battery Verification Test Report v2020-02", care rezumă rezultatul testului de verificare a bateriei în condiții spațiale și de lansare pentru TUMnanoSAT, ce va fi implementat în J-SSOD.
9. De realizat procedura de testare și raportul "TUMnanoSAT - VT-01 Vibration Test Report v2020-03", care rezumă rezultatul testului de vibrații pentru TUMnanoSAT integral, ce va fi implementat în J-SSOD.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale (obligatoriu)

1. Modulul de zbor "TUMnanoSAT" asamblat și documentația de asamblare/dezasamblare. Modulul de zbor trebuie asamblat în conformitate cu cerințele JAXA. Rezultatul în timpul asamblării înregistrat în formă video.
2. Procedura de testare realizată și raportul "TUMnanoSAT FREQ-01 Frequency Authorization Form Attachment v2020-01", care confirmă că să respecte toate regulile de zbor impuse de programul ISS și toate reglementările aplicabile privind spectrul și toate condițiile de funcționare RF impuse de JSC Spectrum Management, după cum este

documentat în raportul JSC RFA.

3. Procedura de testare realizată și raportul "TUMnanoSAT - AD&RFT-01 Deployment and RF Test Report v2020-01", care rezumă rezultatele deschiderii sigure a antenei și testului transmisiilor RF pentru TUMnanoSAT care va fi implementat de la JEM Small Satellites Orbital Deployer (J-SSOD).

4. Procedura de testare realizată și raportul "TUMnanoSAT Interface Verification Record JPAH vol.8 App.D", care trebuie să conțină toate verificările corespunderii TUMnanoSAT cerințelor de interfațare mecanică, electrică cu modulul de lansare de la SSI.

5. Procedura de testare realizată și raportul "TUMnanoSAT FCR-01 Fit Check Report v2020-02", care rezumă rezultatul verificării potrivirii pentru TUMnanoSAT ce va fi instalat în J-SSOD. Verificarea potrivirii este efectuată pentru a inspecta vizual satelitul și cuplul adecvat pentru a confirma dacă satelitul poate fi instalat în J-SSOD fără interferențe.

6. Procedura de testare realizată și raportul "TUMnanoSAT - IFTR-01 Inhibit Function Test Report v2020-03", care rezumă rezultatele testului funcțiilor de prevenire a pericolelor pentru TUMnanoSAT, ce va fi implementat în J-SSOD.

7. Procedura de testare realizată și raportul "TUMnanoSAT - SEIR-01 Sharp Edge Inspection Report v2020-01", care rezumă rezultatul inspecției muchiilor ascuțite pentru TUMnanoSAT, ce va fi implementat în J-SSOD.

8. Procedura de testare realizată și raportul "TUMnanoSAT - BVR-01 Battery Verification Test Report v2020-02", care rezumă rezultatul testului de verificare a bateriei în condiții spațiale și de lansare pentru TUMnanoSAT, ce va fi implementat în J-SSOD.

9. Procedura de testare realizată și raportul "TUMnanoSAT - VT-01 Vibration Test Report v2020-03", care rezumă rezultatul testului de vibrații pentru TUMnanoSAT integral, ce va fi implementat în J-SSOD.

5. Rezultatele obținute (descriere narativă 3-5 pagini) (obligatoriu)

5.1 Modulul de zbor "TUMnanoSAT" asamblat și documentația de asamblare /dezasamblare.

Modulul de zbor "TUMnanoSAT" a fost asamblat în cadrul Institutului Științe Spațiale din Măgurele într-un spațiu special amenajat, numit "cameră curată". Conform cerințelor impuse, modulul de zbor a fost asamblat în această cameră pentru a respecta standardul ECSS-Q-ST-70-01C, standard de control al contaminării al sistemelor de zbor. Întregul proces a fost în continuu monitorizat pentru prevenirea contaminării subsistemelor satelitului cu particule străine, senzorii folosiți fiind pentru determinarea particulelor de 1um, 10 um și 100 um.

În cadrul asamblării au fost folosite peste 100 elemente (distribuite în 5 subsisteme). Fiecare pas al procedurii de asamblare a fost reflectat în manualul de asamblare pentru dublă verificare de către JAXA.

În cadrul procesului de asamblare a fost urmărită cu strictețe procedura de asigurare dublă a mecanismelor de fixare din cadrul structurii satelitului (utilizând Loctite) și control forței pentru fiecare element de fixare (0.63 N).

După realizarea asamblării s-a întocmit raportul de interfațare mecanică cu lansatorul de sateliți JEM Small Satellite Orbital Deployer și matricea de validare conform raportului de la etapa 2 de verificare.

5.2 Procedura de testare ”TUMnanoSAT FREQ-01 Frequency Authorization Form Attachment v2020-01”

Frecvențele emițătorilor (Tx) și receptorilor (Rx) utilizate pe Stația Spațială Internațională sunt controlate de managerul de frecvență NASA/JSC. Prin urmare, a fost necesar să se obțină o aprobare de la JSC Frequency Manager pentru utilizarea Tx/Rx. JAXA a fost responsabilă să trimită formularul de introducere a autorizației de frecvență JSC pentru a avea o aprobare pentru satelitul mic implementat în J-SSOD.

S-au realizat testele pentru definierea selectivității RF atât a stațiilor terestre cât și a subsistemului de comunicare de pe satelit. Densitatea de putere a spectrului a fost calculată analitic pe baza schemei de modulare. Apoi, lățimea de bandă de emisie a fost derivată în funcție de gradele de putere (-3dB, -20dB, -40dB, -60dB) de la nivelul de referință (nivelul de putere de ieșire a purtătorului).

S-a realizat raportul pentru NASA/JSC cu toate caracteristicile subsistemului de comunicare pentru TUMnanoSAT.

5.3 Procedura de testare ”TUMnanoSAT - AD&RFT-01 Deployment and RF Test Report v2020-01”

Conform cerințelor operaționale stipulate în documentul de control al interfeței de implementare a sateliților mici, toate dispozitivele de deschidere, cum ar fi brațele, antenele și panourile solare, trebuie să aștepte să se deschidă cel puțin 30 de minute după ce comutatoarele de lansare sunt activate la ieșirea satelitului din J-SSOD. Ori de câte ori unul dintre cele două comutatoare de lansare este apăsat din nou, temporizatorul trebuie resetat. Același lucru se referă și la orice tip de transmisiune RF. Respectiv, pentru confirmarea acestor teste s-a realizat testul de deschidere a elementelor conform următorilor pași:

- (1) Un analizor de spectru a fost folosit pentru a verifica dacă transmisiunea RF este activă.
- (2) Bateria este încărcată până la tensiunea planificată la lansare.
- (3) Toate comutatoarele de lansare sunt eliberate, apoi satelitul este activat. După activare, fiecare comutator de lansare este apăsat și eliberat separat pentru a reseta cronometrul la intervale de 10 minute.
- (4) După peste 30 de minute după eliberarea ultimului comutator de lansare, se confirmă că cele patru brațe ale antenei și capacul antenei sunt desfășurate, iar apoi semnalul RF este transmis.

5.4 Procedura de testare ”TUMnanoSAT Interface Verification Record JPAH vol.8 App.D”.

S-a realizat și s-a documentat procedura de verificare a conformității mecanice și electrice a satelitului TUMnanoSAT în conformitate cu cerințele JAXA de lansare de pe Stația Spațială Internațională și anume: cerințe operaționale, cerințe ale mediului de lansare, cerințe electrice și mecanice.

5.5 Procedura de testare ”TUMnanoSAT FCR-01 Fit Check Report v2020-02”

Procedura de testare a potrivirii satelitelui în lansatorul orbital JEM Small Satellite Orbital Deployer (JSSOD) a fost realizată în comun cu inginerii JAXA, care au trimis preventiv un model al lansatorului orbital la Centrul Tehnologii Spațiale UTM. În urma testării a fost verificat dacă structura satelitelui nu prezintă interferențe mecanice cu lansatorul orbital.

TUMnanoSAT a fost instalat cu succes în interiorul J-SSOD în ordinea și orientarea planificată pentru lansarea de pe Stația Spațială Internațională. Nu a existat nicio proeminență și toate criteriile au fost îndeplinite.

5.6 Procedura de testare”TUMnanoSAT - IFTR-01 Inhibit Function Test Report v2020-03”.

Testul funcției de inhibiție a satelitelui s-a realizat în conformitate cu JX-ESPC-101132-D - Document de control al interfeței de implementare a satelitilor mici și a cerințelor JAXA pentru izolare corectă a subsistemului de alimentare din cadrul satelitelui. Pentru acest test a fost folosit satelitul asamblat. Comutatoarele de lansare sunt apăstate și eliberate pentru confirmarea metodei de inhibiție triplă. Prin urmare, este verificat dacă sistemul de alimentare al satelitelui este oprit atunci când sunt apăstate comutatoarele de lansare. Procedura de testare este după cum urmează.

1. Bateria este încărcată până cel puțin peste tensiunea minimă pentru activarea satelitelui.
2. Monitorizarea permanentă a tensiunii la comutatoare
3. Dacă tensiunea de alimentare a panoului solar este instabilă, se utilizează o sursă de alimentare standard.
4. Fiecare comutator de lansare este apăsat. Se verifică dacă tensiunea și curentul devin zero. Fiecare comutator de lansare este verificat separat.

Condițiile de apăsaare sunt derivate din alt document. Atunci când unul dintre comutatoarele de lansare rămâne apăsat, satelitul nu va fi activat. Un comutator este apăsat dacă există cel puțin 0,75 mm de la capătul șinei pe partea -Z. Și forța totală a arcului de separare și a comutatoarelor de declanșare trebuie să fie de la 1,08 până la 5,3[N]. Forța de reacție a unui comutator de desfășurare pe partea laterală a șinei trebuie să fie de 0,26 [N] sau mai puțin pe 1U. Cursa și forța la fel sunt măsurate pentru confirmarea respectării cerințelor.

Izolarea dublă a fost realizată prin utilizarea unui strat izolant adăugător pentru aplicații spațiale (primul strat fiind textolitul care separă terminalele supuse izolării).

5.7 Procedura de testare ”TUMnanoSAT - SEIR-01 Sharp Edge Inspection Report v2020-01”

Procedura de testarea a elementelor ascuțite a fost realizată în ordinea prevenirii riscurilor de accidentare a echipajului de pe Stația Spațială Internațională (procedură standard în cazul modulelor cu echipaj). Manipularea și instalarea modulului de lansare orbitală este realizată de către astronauți, astfel se cere relizarea acestui test și întocmirea raportului de confirmare a lipsei elementelor ce pot deteriora echipamentul astronauților sau pune în pericol siguranța acestora în timpul manipulării cu sarcina utilă pentru lansare. Această procedură presupune contactul dintre un material ușor

deteriorabil cu elementele potențial ascuțite și confirmarea lipsei deteriorărilor pe materialul corespunzător.

5.8 Procedura de testare ”TUMnanoSAT - BVR-01 Battery Verification Test Report v2020-02”

S-a realizat procedura de testare a bateriei din cadrul subsistemului de alimentare a satelitului ”TUMnanoSAT” conform cerințelor JAXA, care cuprinde următoarele etape:

- Testul de acceptare, care este compus din testul de vibrații și testul de vacuum
- Testul de funcționalitate, care constă din inspecție vizuală, ridicarea caracteristicilor de încărcare/descărcare, capacității și caracteristicilor generale ale bateriei

În cadrul testului de vibrații, acumulatorul din cadrul satelitului a fost supus nivelului de valori de vibrații conform vehiculului de lansare pe toate cele 3 axe timp de 60 secunde. Toleranța stabilită fiind de +/- 1.5 dB. Testul de vacuum a fost realizat la un nivel de 0.1 psia pe o durată de 6 ore. Înainte și după testele de mediu (test de vibrații și test de vid), au fost efectuate mai multe teste funcționale pentru a vedea că nu există nicio modificare a caracteristicilor acumulatorului.

Pentru testele de funcționalitate, acumulatorul a fost încărcat și descărcat la nivelul de tensiune recomandat de producător - respectiv 4,2 V pentru încărcare și 3 V pentru descărcare. Curentul utilizat pentru cicluri este C/2 – 700mA conform specificației testului. Zece minute de repaus a acumulatorului sunt acordate după fiecare încărcare și descărcare. În timpul întregului test, a fost monitorizată temperatura celulelor bateriei.

După realizarea tuturor testelor și ridicării repetate a caracteristicilor bateriei s-a obținut o diferență maximă de 0.07% în cadrul tensiunii la bornele acumulatorului și o diferență de maxim 3.4 % în modificare capacității acumulatorului. Aceste modificări se încadrează în limitele toleranței impuse de către JAXA (modificarea tensiunii mai mică de 0.1% și respectiv micșorarea capacității nu mai decât 5%). După realizarea inspecției vizuale acumulator a fost confirmat pentru a putea fi folosit un subsistemul de alimentare pentru varianta de zbor a satelitului.

După procedura de testare a fost realizat raportul TU-BVR-01 pentru faza de revizie nr.3 de către JAXA.

5.9 Procedura de testare ”TUMnanoSAT - VT-01 Vibration Test Report v2020-03”

Această procedură se efectuează ultima după efectuarea tuturor procedurilor de testare preliminară. Pentru a efectua această procedură s-a confecționat un modul special de fixare a nanosatelitului pe standul de vibrații pentru a asigura diapazonul de frecvențe de la 5 până la 2000 Hz.

Pentru realizarea testului a fost folosit un shaker cu 2 accelerometri (unul montat pe shaker, altul pe satelit).

Au fost realizate 2 tipuri de teste:

- Vibrație sinusoidală modală
- Vibrație aleatorie

Vibrația sinusoidală modală este adecvată pentru verificarea modelului de structuri simple cu componente relativ rigide.

Rezultatele de bază în urma testului de vibrații au fost:

- Nicio rupere în structura principală nu a fost depistată
- Structura principală a satisfăcut frecvența naturală specificată
- Frecvența naturală înainte și după teste a rămas neschimbată
- Nicio desfășurare necorespunzătoare a antenei și nicio defecțiune a satelitului nu a apărut
- Panourile solare trebuie au fost intacte
- Nu au fost depistate devieri în elementele de fixare

În urma testului nu au fost găsite distorsiuni pe TUMnanoSAT și pe celulele solare prin inspecție vizuală și nicio defecțiune în timpul și după vibrație. Nu s-a găsit nicio slăbire la elementele de fixare care constituie o structură principală. Mai mult, nu s-a găsit nicio spargere a celulei solare sau a lentilei camerei pe baza inspecției vizuale după vibrație. Totodată acest test a verificat că frecvența naturală la cel mai mic ordin al TUMnanoSAT a fost mai mare de 100 Hz, ceea ce satisface cerințele de rigiditate specificate de JAXA.

6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații

Lista publicațiilor din anul 2021 în care se reflectă rezultatele obținute în proiect este perfectată conform cerințelor față de lista publicațiilor (a se vedea anexa 1A)

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

Proiectul current este deicât pentru a profita de avantajele tehnologiilor și aplicațiilor spațiale în teledetecția terestrială, geodezie, cadasru, meteorologie și diseminarea în alte domenii. Scopul major al acestuia este de a diminua lipsa personalului de știință, ingineri și tehnicieni din domeniul cercetării spațiale și dezvoltarea prin diseminarea experiențelor în domeniul spațial pentru a contribui la construirea de parteneriate pe termen lung cu diferite țări din Europa, să desfășoare activități de informare durabilă, care pot acționa ca catalizatori, motivând studenții și doctoranzii. Acest proiect se imbină cu programul de cooperare „Națiunile Unite/Japonia privind lansarea nanosatelitului de pe Stația Spațială Internațională (ISS) asigură lansarea gratuită a nanosatelitului „TUMnanoSAT” dezvoltat și fabricat de studenții UTM, care va avea 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 pagina CNTS UTM pe site-ul UNOOSA:

(https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/access2space4all/awardees/moldova_tum.html)

8. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

Proiectul este realizat în cadrul Centrului Tehnologii Spațiale UTM, care deține echipament și o infrastructură dezvoltată. Detalii în anexa 2B.

9. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului:

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

10. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului

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

1. 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/>)
2. Agenția Aerospațială din Japonia (JAXA). Programul de cooperare ONU/Japonia privind desfășurarea CubeSat de la Stația Spațială Internațională (ISS) Modulul de experimente japoneze (Kibo) „KiboCUBE” este un program al Oficiului Națiunilor Unite pentru Afaceri Spațiale (UNOOSA) în colaborare cu Agenția de Explorare Aerospațială din Japonia (JAXA). Programul a început în 2015. KiboCUBE este colaborarea dedicată pentru utilizarea ISS Kibo pentru întreaga lume. KiboCUBE își propune să ofere instituțiilor de învățământ sau de cercetare din țările în curs de dezvoltare membre ale Națiunilor Unite oportunități de a desfășura, de la ISS Kibo, sateliți cubi (CubeSats) pe care îi dezvoltă și produc. Implementarea CubeSats de la ISS este mai ușoară decât implementarea directă de către un vehicul de lansare, datorită mediului cu vibrații mai scăzute în timpul lansării. 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>)
3. 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>)
4. 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/>).
5. 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.

11. Dificultățile în realizarea proiectului

1. Dificultăți financiare sau legate de resursele umane în realizarea proiectului nu au existat, cu excepția decesului din septembrie al dlui conferențiar universitar, dr. Vasile Chiriac.

2. Întârzierea procedurilor de testare finală a nanosatelitului pe echipamentul din infrastructura Institutului de Științe Spațiale ale ROSA, acreditată cu astfel proceduri, fiind planificate pe lunile aprilie-mai – au fost realizate în lunile iunie-iulie.
3. Întârzierea aprobării finale a setului de rapoarte a testărilor nanosatelitului de către Consiliul Superior al Agenției Aeronautice din Japonia, datorită condițiilor pandemice din Japonia (JAXA) și reorganizării interne din JAXA. Setul de rapoarte a fost transmis la 10 august 2021.
4. Amânarea transportării nanosatelitului TUMnanoSAT la Centrul JAXA din Tsukuba-city pe luna ianuarie 2022, fiind planificată în decembrie 2021.

12. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor, reflectate în p. 6)

- ✓ 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, (poster & online discussion)* (<https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4898&context=smallsat>)
- ✓ 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, (poster & online discussion) http://iconst.org/Page/GetPdf?filename=iconst_poster_presentation_program2021.pdf
- ✓ 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. (online presentation)
- ✓ 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, (online presentation).
- ✓ 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, (online presentation).
- ✓ 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, (online presentation).
- ✓ 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, (online presentation).

13. Aprecierea și recunoașterea rezultatelor obținute **în proiect** (premiu, medalii, titluri, alte aprecieri).

1. Valentin ILCO, Vladimir MELNIC, Alexei MARTINIUC, Vladimir VĂRZARU, Ion BOSTAN, Viorel BOSTAN, Nicolae SECRIERU. Diploma de merit și medalie de argint obținute la **International Exhibition of Inventions INVENTICA 2021** din 23.06.2021 – 25.06.2021 pentru lucrarea **”TUMnanoSAT, 1U CubeSat nanosatellite developed at the Technical University of Moldova”**, realizată în cadrul proiectului: Nr. 20.80009.5007.09 ”Elaborarea și lansarea seriei de nanosateliti cu misiuni de cercetare de pe Stația Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea lor și promovarea tehnologiilor spațiale”,
2. Vladimir VĂRZARU, Valentin ILCO, Alexei MARTINIUC, Vladimir MELNIC, Ion Bostan, Viorel BOSTAN, Nicolae SECRIERU. Diploma de merit și medalie de argint obținute la International Exhibition of Inventions INVENTICA 2021 din 23.06.2021 – 25.06.2021 pentru lucrarea **”Center for communication and monitoring of educational satellites”**, realizată în cadrul proiectului: Nr. 20.80009.5007.09 ”Elaborarea și lansarea seriei de nanosateliti cu misiuni de cercetare de pe Stația Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea lor și promovarea tehnologiilor spațiale”,

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

- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

O latură importantă a proiectului este și promovarea tehnologiilor moderne spațiale pentru tineretul studios. În acest sens s-au realizat următoarele evenimente, interviuri TV și alte publicații:

- a) **”Copii din Moldova au dialogat direct cu astronauții din Cosmos”** - 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, 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 din Cosmos *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)*. - <https://utm.md/blog/2021/03/05/vis-implinit-copii-din-moldova-au-dialogat-direct-cu-astronautii-din-cosmos/>
<https://www.facebook.com/UTMoldova/posts/4196057433760852>
- b) **”Primul satelit artificial, fabricat de cercetători de la UTM, va fi gata curând”** - În scurt timp, va fi gata primul satelit artificial fabricat de savanții din Republica Moldova. 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. E fabricat în colaborare cu Agenția Spațială din Japonia care susține gratis proiecte spațiale în toată lumea. - <http://tvr Moldova.md/actualitate/primul-satelit-artificial-fabricat-de-cercetatori-de-la-utm-va-fi-gata-curand/>
- c) **”Satelit moldovenesc în cosmos”** - 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. - <https://primul.md/gagarin-in-memoria-moldovenilor>

- d) **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 nanosatelitelui 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 reîntroduse în RM. - <https://utm.md/blog/2021/05/14/primul-satelit-al-republicii-moldova-fabricat-in-cadrul-cnts-utm-a-primit-carnetul-ata/>
- e) **”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/>
- f) 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 prezentari de testare a subsistemelor satelitare. (<https://utm.md/blog/2021/09/27/expozitia-creatia-deschide-universul-noaptea-cercetatorilor-europeni-la-utm/>)
- g) În cadrul **Conferinței Științifice Internaționale „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 nanosatelitelui ”TUMnanoSAT”. - <https://utm.md/blog/2021/06/10/rectorul-utm-prof-univ-dr-hab-viorel-bostan-la-saptamana-stiintei-la-asm/>

15. Teze de doctorat / postdoctorat, care continua a fi realizate în cadrul proiectului în anul 2021 de membrii echipei 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 satelitelui „Republica Moldova””, cond. Prof. V.Bostan

Teze de master:

- ✓ Vărzaru Vlad, gr. SCE-201M „Dezvoltarea platformei de comunicare și control pentru nanosatelitul educațional TUMnanoSAT”, coordonator Nic. Secrieru.
- ✓ Zarișneac Petru, gr. IM-191, ” Analiza structurală a satelitului TUMnanoSat” , coordonator dr., conf. univ. Guțu Marin.

16. Materializarea rezultatelor obținute în proiect (Opțional)

Materializarea rezultatelor cercetării realizate în cadrul proiectului în anul 2021 de membrii echipei proiectului sunt următoarele:

1. Nanosatelitul TUMnanoSAT asamblat, testat și pregătit pentru expedierea reprezentaților JAXA (vezi fig. 1).
2. Carnetul ATA pentru nanosatelitul Centrului Tehnologii Spațiale al Universității Tehnice a Moldovei (CNTS a UTM) - documentul vamal, care facilitează exportul nanosatelitului.
3. Setul de documente și rapoarte despre testarea finală a nanosatelitului TUMnanoSAT la faza de revizie 3 aprobată de către JAXA. (vezi anexa 2A)

17. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2021

- Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor (Opțional)

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 in informatică a dlui DANILESCU Marcel (Romania) cu tema „Controlul accesului și acțiunilor in sistemele informationale”, specialitatea 232.02. Tehnologii, produse gi sisteme informa[ionale, conducitor științific BESLIU Victor, doctor in știinle 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 Pandelescu 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 (iunie 2021) și de master (in decembrie 2021).

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 susținuta 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 (iunie 2021) și de master (in decembrie 2021).

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

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 domeniu „Spațiu” al programului Horizon 2020, UE.

Oleg Lupan, dr. hab., professor:

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/

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>

18. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect (obligatoriu).

a) rezultatele obținute în română:

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

- ✓ A fost asamblat modulul de zbor a nanosatelitului ”TUMnanoSAT” și realizată documentația de asamblare/dezasamblare. Modulul de zbor a fost asamblat în conformitate cu cerințele JAXA, procesul asamblării fiind înregistrat în formă video.
- ✓ A fost realizată procedura de testare ”TUMnanoSAT FREQ-01 Frequency

Authorization Form Attachment v2020-01”, care confirmă că se respectă toate regulile de zbor impuse de programul ISS și toate reglementările aplicabile privind spectrul și toate condițiile de funcționare RF impuse de JSC Spectrum Management, după cum este documentat în raportul JSC RFA.

- ✓ A fost realizată procedura de testare ”TUMnanoSAT - AD&RFT-01 Deployment and RF Test Report v2020-01”, care rezumă rezultatele deschiderii sigure a antenei și testului transmisiilor RF pentru TUMnanoSAT care va fi orbitat de pe JEM Small Satellites Orbital Deployer (J-SSOD).
- ✓ A fost realizată procedura de testare ”TUMnanoSAT Interface Verification Record JPAH vol.8 App.D”, care conține toate verificările corespunderii TUMnanoSAT cerințelor de interfațare mecanică, electrică cu modulul de lansare de la SSI.
- ✓ A fost realizată procedura de testare ”TUMnanoSAT FCR-01 Fit Check Report v2020-02”, care rezumă rezultatul verificării potrivirii pentru TUMnanoSAT ce va fi instalat în J-SSOD. Verificarea potrivirii a fost efectuată documentată video pentru a demonstra că satelitul și cuplul este adecvat și pentru a confirma dacă satelitul poate fi instalat în J-SSOD fără interferențe.
- ✓ A fost realizată procedura de testare ”TUMnanoSAT - IFTR-01 Inhibit Function Test Report v2020-03”, care rezumă rezultatele testului funcțiilor de prevenire a pericolului de startare necontrolată a TUMnanoSAT, ce va fi implementat în J-SSOD.
- ✓ A fost realizată procedura de testare ”TUMnanoSAT - SEIR-01 Sharp Edge Inspection Report v2020-01”, care rezumă rezultatul inspecției muchiilor ascuțite pentru TUMnanoSAT, ce va fi implementat în J-SSOD.
- ✓ A fost realizată procedura de testare ”TUMnanoSAT - BVR-01 Battery Verification Test Report v2020-02”, care rezumă rezultatul testului de verificare a bateriei în condiții spațiale și de lansare pentru TUMnanoSAT, ce va fi implementat în J-SSOD.
- ✓ A fost realizată procedura de testare ”TUMnanoSAT - VT-01 Vibration Test Report v2020-03”, care rezumă rezultatul testului de vibrații pentru TUMnanoSAT integral. În urma testului nu au fost găsite distorsiuni pe TUMnanoSAT și pe celulele solare prin inspecție vizuală și nicio defecțiune în timpul și după vibrație. Nu s-a găsit nicio slăbire la elementele de fixare care constituie o structură principală. Nu s-a găsit nicio spargere a celulei solare sau a lentilei camerei pe baza inspecției vizuale după vibrație. Totodată acest test a verificat că frecvența naturală la cel mai mic ordin al TUMnanoSAT a fost mai mare de 100 Hz, ceea ce satisface cerințele de rigiditate specificate de JAXA.
- ✓ S-a perfectat setul de rapoarte, privind testele de pregătire către lansarea satelitului și au fost transmise spre aprobare Consiliului Superior al Agenției Aeronautice din Japonia.

b) rezultatele obținute în engleză:

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

- ✓ The flight module of the “TUMnanoSAT” nanosatellite was assembled and the assembly / disassembly documentation was made. The flight module was assembled in accordance with JAXA requirements, the assembly process being recorded in video form.
- ✓ The “TUMnanoSAT FREQ-01 Frequency Authorization Form Attachment v2020-01” test procedure was performed, which confirms that all flight rules imposed by the ISS program and all applicable spectrum regulations and all RF operating conditions imposed by JSC Spectrum are observed. Management, as documented in the JSC RFA report.
- ✓ The test procedure “TUMnanoSAT - AD & RFT-01 Deployment and RF Test Report v2020-01” was performed, which summarizes the results of the safe antenna opening and RF transmission test for TUMnanoSAT which will be orbited from JEM Small Satellites Orbital Deployer (J- SSOD).
- ✓ The testing procedure “TUMnanoSAT Interface Verification Record JPAH vol.8 App.D” was performed, which contains all the verifications of the compliance of TUMnanoSAT with the requirements of mechanical, electrical interface with the launch module from SSI.
- ✓ The “TUMnanoSAT FCR-01 Fit Check Report v2020-02” test procedure was performed, which summarizes the result of the match check for TUMnanoSAT to be installed in the J-SSOD. The match check was video documented to demonstrate that the satellite and torque is adequate and to confirm whether the satellite can be installed in the J-SSOD without interference.
- ✓ The test procedure “TUMnanoSAT - IFTR-01 Inhibited Function Test Report v2020-03” was performed, which summarizes the test results of the functions to prevent the dangers of uncontrolled starting of TUMnanoSAT, which will be implemented in J-SSOD.
- ✓ The testing procedure “TUMnanoSAT - SEIR-01 Sharp Edge Inspection Report v2020-01” was performed, which summarizes the result of the sharp edge inspection for TUMnanoSAT, which will be implemented in J-SSOD.
- ✓ The test procedure “TUMnanoSAT - BVR-01 Battery Verification Test Report v2020-02” was performed, which summarizes the result of the battery verification test in space and launch conditions for TUMnanoSAT, which will be implemented in J-SSOD.
- ✓ The test procedure “TUMnanoSAT - VT-01 Vibration Test Report v2020-03” was performed, which summarizes the result of the vibration test for TUMnanoSAT in its entirety. No distortion was found on TUMnanoSAT and the solar cells by visual inspection and no malfunction during and after vibration. No weakening was found on

the fasteners which constitute a main structure. No breakage of the solar cell or camera lens was found based on visual inspection after vibration. At the same time, this test verified that the natural low-order frequency of TUMnanoSAT was higher than 100 Hz, which satisfies the rigidity requirements specified by JAXA.

- ✓ The set of reports was completed, regarding the tests for preparation for the launch of the satellite and were sent for approval to the Superior Council of the Aerospace Agency of Japan.

19. Recomandări, propuneri

Conducătorul de proiect _____ / Viorel Bostan

Data: 20 noiembrie 2021

LȘ

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul de referință în cadrul proiectului din Programul de Stat**

**„Elaborarea și lansarea seriei de nanosateliți cu misiuni de cercetare
de pe Stația Spațială Internațională, monitorizarea, postoperarea lor și promovarea tehnologiilor
spatiale” 20.80009.5007.09**
(denumirea proiectului)

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

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

2. Capitle în 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)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

- LUPAN, O., MAGARIU, N., KHALEDIALIDUSTI, R., MISHRA, A., , HANSEN, SANDRA., KRÜGER, H., POSTICA, V., HEINRICH, H., VIANA, B., KATSUYA ONO, L., CUENYA, ROLDAN., CHOW, L., ADELUNG, R., PAUPOURÉ, T. Comparison of thermal annealing vs hydrothermal treatment effects on the detection performances of zno nanowires. *ACS Applied Materials & Interfaces* [online]. <https://pubs.acs.org/doi/suppl/10.1021/acsami.0c19170/> (Impact factor: 8.758).
- POSTICA, V., LUPAN, Oleg., GAPEEVA, Anna., HANSEN, Luka., KHALEDIALIDUSTI, Rasoul., MISHRA, A. K., DREWES, Jonas., KERSTEN, Holger., FAUPEL, Franz., ADELUNG, Rainer., HANSEN, Sandra. Improved Long-Term Stability and Reduced Humidity Effect in Gas Sensing: SiO₂Ultra-Thin Layered ZnO Columnar Films, *Advanced Materials Technologies*, Volume 6, Issue 5 May 2021, <https://doi.org/10.1002/admt.202001137>
- LUPAN, O., KRÜGER, H., SIEBERT, L., ABABII, N., KOHLMANN, N., BUZDUGAN, A., BODDULURI, M. T., MAGARIU, N., TERASA M., STRUNSKUS, T., KIENLE, L., ADELUNG, R., HANSEN, S., Additive Manufacturing as a Means of Gas Sensor Development for Battery Health Monitoring, *Chemosensors* **2021**, 9(9), 252; <https://doi.org/10.3390/chemosensors9090252>
- SPRINCEAN, V., LUPAN, O., CARAMAN, I., UNTILA, D., POSTICA, V., COJOCARU, A., GAPEEVA, A., PALACHI, L., ADELUNG, R., TIGINYANU, I., CARAMAN, M., Crystallinity and optical properties of β -Ga₂O₃/Ga₂S₃ layered structure obtained by thermal annealing of Ga₂S₃ semiconductor, *Materials Science in Semiconductor Processing* Volume 121, January 2021, 105314, <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2020.105314>

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

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)

- MAGARIU Nicolae, ABABII Nicolae, ZADORJNEAC Tudor, KRÜGER Helge, BODDULURI Mani Teja, PAUPORTÉ Thierry, ADELUNG Rainer, HANSEN Sandra, LUPAN Oleg. Semiconducting Oxide - Based Micro- and Nano-sensors for Environmental and Biomedical Monitoring. *11th International Conference on "Nanomaterials: Applications & Properties"* (NAP-2021) Odesa, Ukraine, Sept 5-11, 2021, **DOI: [10.1109/NAP51885.2021.9568503](https://doi.org/10.1109/NAP51885.2021.9568503)**
- ABABII Nicolai, BODDULURI Mani Teja, KRÜGER Helge, HANSEN Sandra, POSTICA Vasile, LUPAN Oleg, ADELUNG Rainer: High-Performance Gas Sensors Using Heterostructures based on Binary and Ternary Metal Oxides, *11th International Conference on "Nanomaterials: Applications & Properties"* (NAP-2021) Odesa, Ukraine, Sept 5-11, 2021 **DOI: [10.1109/NAP51885.2021.9568540](https://doi.org/10.1109/NAP51885.2021.9568540)**
- BOSTAN Viorel, ILCO Valentin, MELNIC Vladimir, MARTINIUC Alexei, VĂRZARU Vladimir, SECRIERU Nicolae. The Experience in TUMnanoSAT Launch Preparation, *4th International Conferences on Science and Technology Engineering Sciences and Technology ICONST EST 2021*, September, 8-10, Budva, Montenegro. [http://iconst.org/iconst est 2021 abstracts and proceeding book.pdf](http://iconst.org/iconst%20est%2021%20abstracts%20and%20proceeding%20book.pdf)

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

- BOSTAN Viorel, BOSTAN Ion, SECRIERU Nicolae, VĂRZARU Vladimir, MELNIC Vladimir, MARTINIUC Alexei, ILCO Valentin. The Experience of Preparing to Launch the TUMnanoSAT nanosatellite, - *The 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing*, 21-22 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova.
- BOSTAN Viorel, BOSTAN Ion, SECRIERU Nicolae, VĂRZARU Vladimir, MELNIC Vladimir, MARTINIUC Alexei, ILCO Valentin. Mission Monitor and Control Platform for TUMnanoSAT Ground Segment, - *The 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing*, 21-22 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova.
- MELNIC Vladimir, COJUHARI Irina. Synthesis the PID Control Algorithm for Speed Control of the DC Motor based on the Genetic Algorithm, - *The 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing* 21-22 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova.
- POSTICA Vasile, SCHÜTT Fabian, LUPAN Cristian. , KRÜGER Helge. , ADELUNG Rainer, Lupan Oleg. Electrical Characterization of Individual Boron Nitride Nanowall Structures, *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical*

Engineering, November 3-5, 2021, Chisinau, Republic of Moldova.

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

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

Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare

Cifra proiectului 20.800009.5007.09Contract de finanțare: 146-PS din 04.01.2021

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Codul economic	Anul de gestiune: 2021		
		Aprobat	Modificat (+/-)	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	734,7		734,7
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii (24%)	212100	176,3		176,3
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710			
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	34,9		34,9
Servicii editoriale	222910			
Servicii de cercetări științifice contractate	222930	60,6	-28,6	32,0
Servicii neatribuite altor aliniate	222990			
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110			
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110		28,6	28,6
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
TOTAL		1006,5	0,0	1006,5

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	1975	dr. hab.	0,50	04.01.2021	
2.	Lupan Oleg	1978	dr. hab.	0,50	04.01.2021	
3.	Secieru Nicolae	1952	dr.	1,00	04.01.2021	
4.	Vaculenco Maxim	1974	dr.	0,50	04.01.2021	
5.	Guțu Marin	1985	dr.	0,50	04.01.2021	
6.	Cojuhari Irina	1986	dr.	0,25	04.01.2021	
7.	Chiriac Vaile	1955	dr.	0,50	04.01.2021	
8.	Nuca Dumitru	1986	f-grad	0,50	04.01.2021	
9.	Verjbițki Valeriu	1951	f-grad	0,50	04.01.2021	
10.	Ilco Valentin	1993	f-grad	1,00	04.01.2021	
11.	Gladîș Vitalie	1985	f-grad	0,25	04.01.2021	
12.	Melnic Vladimir	1990	f-grad	0,50	04.01.2021	
13.	Levineț Nicolae	1990	f-grad	0,50	04.01.2021	
14.	Martiniuc Alexei	1993	f-grad	1,00	04.01.2021	
15.	Magariu Nicolae	1992	f-grad	0,50	04.01.2021	

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	46,7
--	-------------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2021					
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	46,7
---	-------------

Rector U.T.M.

(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)

(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect

(semnătura)

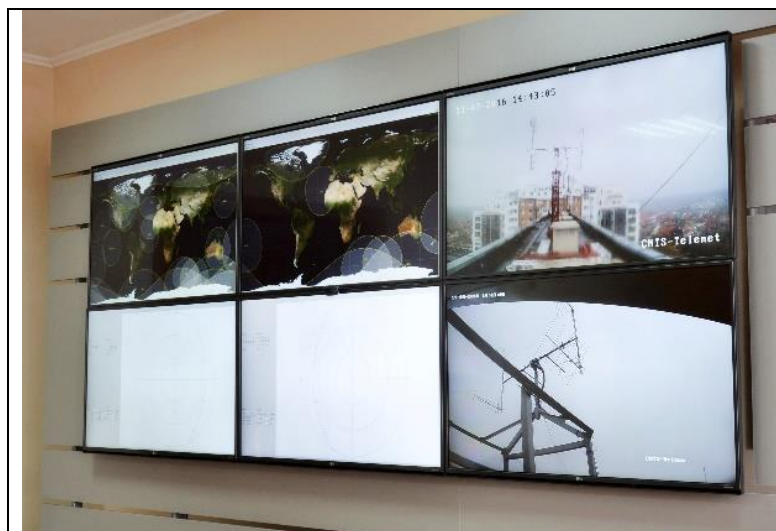
dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Data: _____

LȘ

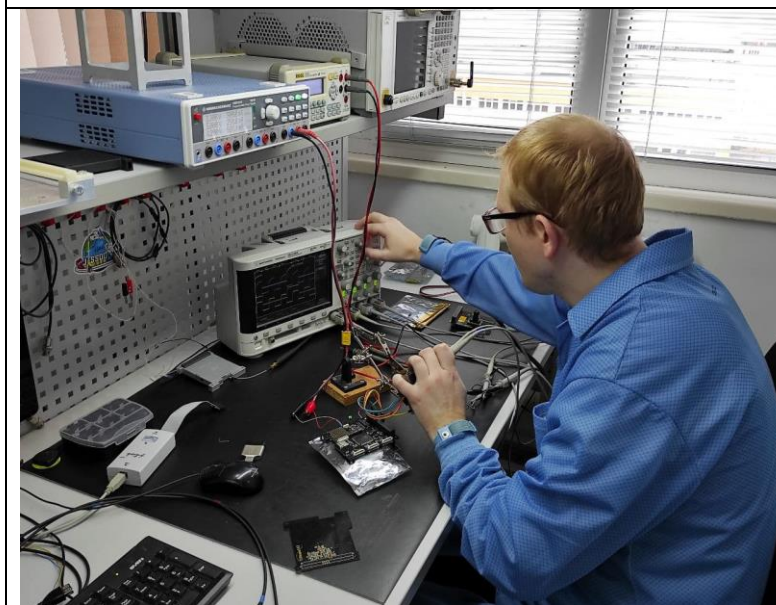
Infrastructura Centrului Național de Tehnologii Spațiale UTM



Centrul de monitorizare și control a zborului sateliților.

Denumirea: Panoul de monitorizare și control a zborului sateliților.

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 fuzioina din mai multe fluxuri de date telemetriesau imagini de la satelit, fiind recepționate la stații terestre distribuite geografic.



Laboratorul (camera curată) de asamblare și experimentare a subsistemelor de bord ale microsateiților

Denumirea: Stand de asamblare și experimentare comuterizată a subsistemelor ale microsateiților în camera curată.

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.



Laboratorul de asamblare și experimentare a subsistemelor de bord a microsateiților.

Denumirea: Simulatorul pentru cercetarea experimentală în condiții de laborator a cinematicii și dinamicii microsateiților (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 ($12 \mu\text{m Hg}$). 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 microsateiți” (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 microsateiților

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 microsateiților

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-sateiților.

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 microsateiților

Denumirea: Platformă pentru cercetarea atitudinii microsateiților în camp magnetic similar condițiilor orbitale.

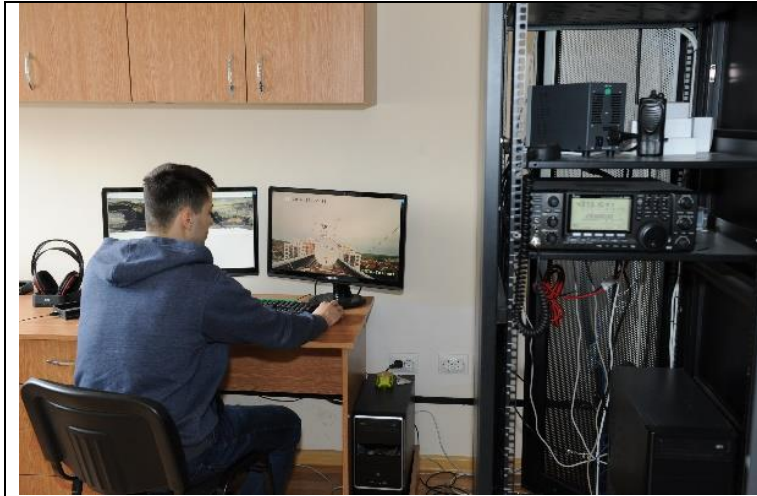
Platforma de simulare magnetică propusă prezintă o construcție cubică cu muchia de 160cm și are la baza funcționării bobine Helmholtz. Câmpul magnetic generat are o intensitate maximă de 200 μ T care este suficient pentru crearea condițiilor de simulare a câmpului geomagnetic. Sistemul este capabil să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



Stația de comunicații telemetrice (SCT) (Chișinău)

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.

