

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru

Cercetare și Dezvoltare _____

” ” _____ 2022

AVIZAT

Secția AȘM _____

” ” _____ 2022

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL

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

„Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor
termoelectrice cu eficiență înaltă”

20.80009.5007.08

Prioritatea Strategică V „Competitivitate economică și tehnologii inovative”

Rector U.T.M.

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)



(semnătura)

Consiliul științific UTM

dr. hab. Vasile TRONCIU

(numele, prenumele)



(semnătura)

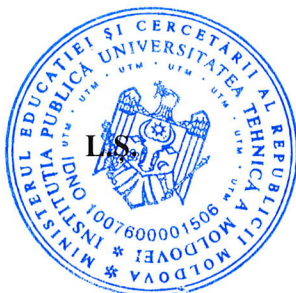
Conducătorul proiectului

dr. hab. Vasile TRONCIU

(numele, prenumele)



(semnătura)



Chișinău 2022

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

Analiza și modelarea sistemelor dinamice complexe cu feedback optic provenit de la obstacole exterioare. Optimizarea cuplului $p - n$ format din cristale organice de TTT_2I_3 și de $TTT(TCNQ)_2$ în regim de generare a energiei electrice, generator termoelectric.

2. Obiectivele etapei anuale (obligatoriu)

1. Investigații ale evoluției sistemelor dinamice complexe cu feedback optic provenit de la diferite cavități. Vor fi studiate lasere cu mediu activ gropi și puncte cuantice. Analiza datelor experimentale și evidențierea caracteristicilor intrinsece ale unei clase de modele comportamentale inerente proceselor/sistemelor complexe. Efectuarea cercetărilor fenomenelor cuantice de transport în bicristale semimetalice.;
2. Modelarea dinamicii laserelor semiconductoare cu diferite topologii. Studiul influenței valorilor diferitor parametri asupra stabilității emisiei laserului. Efectuarea analizei bifurcațiilor datorită cărora apar instabilități. Identificarea unor măsuri cantitative pentru evaluarea calității modelelor comportamentale orientate spre controlul proceselor/sistemelor complexe. Studiul particularităților magnetorezistenței în câmpuri magnetice puternice;
3. Modelarea numerică a unui cuplu termoelectric $p - n$ format din cristale organice de TTT_2I_3 și $TTT(TCNQ)_2$ în regim de generare a energiei electrice la aplicarea unui gradient de temperatură;
4. Determinarea parametrilor optimi pentru care cristalele ce formează cuplul termoelectric $p - n$ generează eficiență termoelectrică maximă. Trasarea graficelor pentru eficiența termoelectrică ca funcție de temperatură, concentrația purtătorilor de sarcină, concentrația impurităților.

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

1. Vor fi propuse dispozitive cu performanțe noi de reacție la feedbackul optic exterior. Se vor propune diferite tipuri de feedback în vederea controlului emisiei laser. Se vor determina parametrii caracteristici pentru modelele comportamentale construite în baza rețelelor neuronale. Preconizăm să stabilim cum influențează interfața cristalitelor asupra proprietăților galvanomagnetice.
2. Se vor propune lasere cu mai multe cavități cu secțiuni DBR sau DFB incorporate. Analiza bifurcațiilor ne va permite determinarea regiunilor de evoluție stabilă a emisiei laser.
3. Se vor analiza și propune măsuri cantitative pentru estimarea și evaluarea calității modelelor comportamentale construite în baza rețelelor neuronale.
4. Analizând rezultatele obținute vom stabili modificările topologice ale suprafeței Fermi a interfețelor cristaline.
5. Se va obține expresia analitică pentru puterea de ieșire și eficiența cuplului termoelectric $p - n$ în regim de generare a energiei electrice pentru cristalele de TTT_2I_3 și de $TTT(TCNQ)_2$.
6. Se vor realiza calculele numerice pentru eficiența termoelectrică a cuplului $p - n$. Se vor estima valorile optime ale parametrilor cristalelor și se vor elabora recomandări pentru obținerea eficienței termoelectrice maxime.

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

1. A fost studiată influența parametrilor unui dispozitiv de generare a impulsurilor în lasere cu gropi cuantice multiple InGaN precum lungimea absorbantului de saturație și lungimea de undă a laserului asupra energiei impulsului și a maximului impulsului la ieșire.
2. A fost analizată stabilitatea lungimii de undă a unui amplificator de putere în baza unui oscilator master cu mai multe secțiuni care emite la o lungime de undă de 1064 nm. Modelul numeric utilizat explică cantitativ constatările experimentale, în special prăbușirea puterii dacă curentul injectat într-o secțiune de control adiacentă laserului reflector Bragg distribuit depășește anumite valori.
3. A fost efectuat studiul măsurilor cantitative pentru evaluarea modelelor comportamentale orientate spre controlul proceselor/sistemelor complexe. Au fost analizate și propuse măsuri cantitative pentru estimarea și evaluarea calității modelelor comportamentale construite în baza rețelelor neuronale.
4. Au fost efectuate cercetări experimentale ale structurilor cu microfibre realizate pe bază de aliaje feromagnetice cu structură amorfă.
5. A fost dedusă expresia analitică pentru descrierea cuplului termoelectric în regim de generare a energiei electrice în baza gradientului de temperatură.
6. Au fost trasate graficele de dependență a eficienței unui cuplu termoelectric în funcție de parametrii interni ai cristalelor de TTT_2I_3 și de $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$ (concentrația purtătorilor de sarcină, concentrația impurităților).
7. Au fost estimați parametrii optimi pentru a obține eficiență termoelectrică maximă.

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

Au fost efectuate investigații ale evoluției sistemelor dinamice complexe cu feedback optic provenit de la diferite cavități. Au fost prezentate rezultatele teoretice ale generării impulsurilor în lasere cu gropi cuantice multiple InGaN cu absorbant de saturație. A fost studiată influența parametrilor dispozitivului precum lungimea absorbantului de saturație și lungimea de undă a laserului asupra energiei impulsului și a maximului impulsului la ieșire.

Au fost raportate rezultate teoretice privind stabilitatea lungimii de undă a unui amplificator de putere în baza unui oscilator master cu mai multe secțiuni care emite la o lungime de undă de 1064 nm. A fost utilizat modelul ecuațiilor cu unde progresive pentru a calcula puterea optică de ieșire și hărțile spectrale în funcție de curenții injectați în diferitele secțiuni ale dispozitivului. Modelul numeric explică cantitativ constatările experimentale, în special prăbușirea puterii dacă curentul injectat într-o secțiune de control adiacentă laserului reflector Bragg distribuit care acționează ca oscilator master depășește anumite valori. A fost cercetată influența reflectivității la fațeta amplificatorului de putere asupra comportamentului laserului.

Au fost prezentate rezultatele teoretice ale influenței parametrilor laserului cu lumină albastră asupra auto-pulsațiilor. S-a studiat influența grosimii absorbantului de saturație, a lungimii laserului, precum și a duratei de viață a purtătorilor de sarcină asupra regiunii de auto-pulsații din punctul de vedere a mai mulți parametri.

A fost studiată dinamica laserelor semiconductoare sub influența mai multor feedback-uri optice. Conform rezultatelor obținute, două astfel de sisteme laser în anumite condiții pot fi

sincronizate când ele operează în regim haotic în configurația emițător-receptor. În metoda OOPSK, mesajul este codificat variind faza reacției inverse a laserului principal fără a se introduce schimbări esențiale în evoluția în timp a puterii emergente și în spectrul de putere sau optic. În cazul acesta laserul secundar, faza căruia este menținută constantă, acționează ca detector al calității sincronizării. Când fazele reacției inverse ale emițătorului și receptorului coincid, coeficientul de corelație dintre puterile emergente ale ambelor sisteme este mare, iar când fazele au valori diferite, el devine mici. În cele din urmă, metoda de criptare OOPSK poate fi aplicată cu succes la o rată de sute de Mbit/s.

Au fost efectuate cercetări experimentale ale structurilor cu microfibre realizate pe bază de aliaje feromagnetice cu structură amorfă (FeCo), care au fost supuse solicitărilor mecanice la întindere. Rezultatele obținute în cadrul cercetărilor experimentale pot fi utilizate în proiectarea și implementarea senzorilor de deformații cu tensosensibilitate înaltă pentru aplicații specifice, în particular la monitorizarea inteligentă a stării corpurilor/echipamentelor supuse solicitărilor mecanice. La baza funcționării unui astfel de senzor stă aplicarea unui câmp magnetic extern și analiza răspunsului sistemului la câmpul magnetic aplicat. Analiza necesară se bazează pe metoda de comparare a răspunsului magnetic al materialului realizat sub forma unor segmente de microfir. La apropierea unui dispozitiv de excitare-detectare de corpul solid, pe care este fixat senzorul, asupra segmentelor de microfir acționează câmpul magnetic generat de un curent alternativ sinusoidal. Frecvența curentului sinusoidal aplicat la intrarea bobinei de excitație trebuie să fie de ordinul zecilor de Hz. Datorită comportamentului bistabil la remagnetizare răspunsul magnetic al senzorului se caracterizează printr-un salt gigant Barkhausen, fapt care permite inducerea unor impulsuri electromagnetice scurte de o amplitudine suficientă pentru a fi detectate de dispozitivul de excitare-detectare. Răspunsul senzorului la câmpul magnetic alternativ aplicat depinde de deformație la întindere. Altfel spus, modificarea caracteristicilor magnetice ale buclei de histerezis este în corelație cu deformația la care este supus materialul magnetic. În cazul firului sensibil aria buclei de histerezis S_H respectiv forța coercitivă H_C cresc odată cu deformația la întindere. Totodată, aria buclei de histerezis, respectiv forța coercitivă a firului de referință nu depind de deformația la întindere. În rezultat, răspunsul magnetic al senzorului poate fi determinat prin detectarea impulsurilor electromagnetice induse la remagnetizare și calcularea valorii numerice a raportului dintre aria buclei de histerezis a firului sensibil și cea a firului de referință. Valoarea care rezultă trebuie recalculată în funcție de coeficientul sensibilității la întindere a firului sensibil cu un algoritm încorporat pe un dispozitiv de procesare a semnalelor. Rezultatul obținut în urma calculelor va reprezenta mărimea deformației, care nu depinde de distanța față de dispozitivul de excitare-detectare. A fost elaborată structura dispozitivului de procesare, care poate fi implementată în aplicații reale sub forma unui dispozitiv de calcul la margine (edge computing), cu încadrare în paradigma calculului continuu de la margine în cloud.

De asemenea, a fost efectuat studiul măsurilor cantitative pentru evaluarea modelelor comportamentale orientate spre controlul proceselor/sistemelor complexe, au fost analizate și propuse măsuri cantitative pentru estimarea și evaluarea calității modelelor comportamentale construite în baza rețelelor neuronale. În particular, au fost analizate și propuse măsuri cantitative pentru estimarea și evaluarea calității modelelor comportamentale construite în baza rețelelor neuronale. Estimarea erorii (acurateței) modelelor complexe bazate pe rețelele neuronale artificiale este realizată prin utilizarea metodelor clasice, de regulă pornind de la metoda de estimare a erorii medii pătratice. Cu toate acestea, abordările existente nu țin cont nici de natura procesului modelat și

nici de influența factorului uman asupra procesului. În aceste condiții, incertitudinea și ambiguitatea datelor pot avea un efect distructiv asupra procesului de înțelegere a deciziilor luate de experți în diverse condiții, ceea ce poate duce la interpretarea eronată a parametrilor estimativi și, ca rezultat, la o estimare greșită a acurateței modelului. În literatura de specialitate sunt prezentate mai multe metode pentru estimarea cantitativă a modelelor. O abordare comună apelează la dispersia valorilor de ieșire:

$$NMSE = \frac{1}{\sigma^2} \frac{1}{h} \sum_{i=1}^h (X(t_i) - \hat{X}(t_i))^2 \quad (1)$$

unde $NMSE$ reprezintă eroarea medie pătratică normalizată, $X(t_i)$ – valoarea i observată, $\hat{X}(t_i)$ – valoarea i prezisă, h – numărul de valori prezise, σ – variația sau dispersia, care se calculează cu relația:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^h (X(t_i) - \bar{X})^2 \quad (2)$$

\bar{X} reprezentând valoarea medie a vectorului $X(t_i)$.

În cazul în care datele statistice care descriu procesul cercetat sunt destul de ambigui sau incerte, variația acestora în domeniul de valori poate fi destul de mare, neuniformă și poate căpăta un caracter aliator (stochastic). În rezultatul cercetărilor efectuate se propune o abordare, care este o adaptare a metodei descrise mai sus, și care are ca scop eliminarea proprietății cumulative a erorii asociată metodei clasice de estimare a calității modelelor.

Pentru atingerea acestui obiectiv se propune, pe de o parte, introducerea unui parametru de referință care ar caracteriza dinamica și specificul decizional în controlul procesului (sistemului) de către expertul uman, iar pe de altă parte, se propune o metodă de calcul a acestui parametru de referință din fluxul de date ieșire colectat de la expertul uman. În acest context, a fost adaptată metoda de calcul a erorii medii pătratice normalizate, calculate în baza procesării și interpretării fluxurilor de date ieșire achiziționate de la experții umani. Astfel, se analizează comportamentul real al operatorului, respectiv modelul elaborat, iar pentru aceasta se calculează eroarea medie pătratică normalizată relativ la valoarea prezisă $\Delta \hat{P}_i$ de model, conform relației (3):

$$NMSE^* = \frac{1}{\sigma^2} \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (P_i - \hat{P}_i)^2 \quad (3)$$

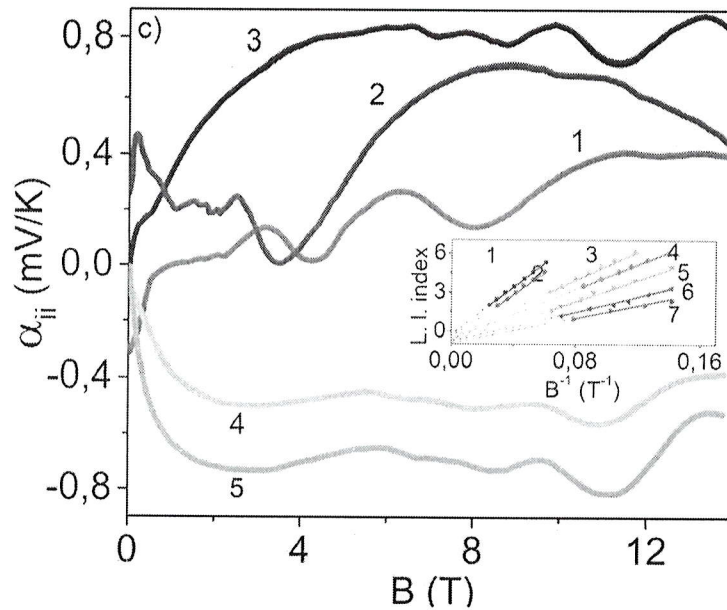
unde:

$$\sigma^2 = \sum_{i=0}^n (P_i - P^*)^2 \quad (4)$$

\hat{P}_i reprezintă valoarea prezisă a parametrului de interes. Dispersia (variația) este calculată relativ la valoarea parametrului de interes P^* , care constituie valoarea de referință și reprezintă valoarea cu distribuție maximă: $P^* = P_i$, unde $\delta(P_i) = \max$, iar $\delta(P_i)$ – reprezintă funcția de distribuție.

În urma analizei comparative a datelor obținute după testarea modelelor neuronale, au fost identificate o serie de caracteristici asociate diferitor operatori (experți), moștenite de către modelele proceselor decizionale dezvoltate, cum ar fi universalitatea unor modele și individualitatea altora, superioritatea unor experți în unele condiții specifice, dar și flexibilitatea și adaptabilitatea altora noilor condiții.

Au fost studiate oscilațiile cuantice ale efectului Hall longitudinal și ale magnetorezistenței, la fel fenomenele termomagnetice în câmpuri magnetice cuantice la bicristale ale izolatoarelor topologice 3D semimetalici. Au fost dezvăluite caracteristici topologice neobișnuite legate de



Dependența $\alpha_{ii}(B)$ pentru bicristale de tip n sau p ale aliajelor $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ ($0 \leq x \leq 0,2$): (1) $\theta = 8^\circ$, 8.6 K, $x = 0.04$, (2) $\theta = 8^\circ$, 7.6 K, $x = 0.04$, (3) $\theta = 7^\circ$, 4.25 K, Bi, (4) $\theta = 8^\circ$, 6.7 K, $x = 0.11$, (5) $\theta = 4^\circ$, 6.8 K, $x = 0.09$; Insert: Dependența indicelui nivelului Landau de pozițiile maximelor oscilațiilor cuantice $1/B_n$ pentru interfețele cristaline ale bicristalelor $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$. (1) $x = 0.07$, $\theta = 68^\circ$, (2) $x = 0.15$, $\theta_1 = 15^\circ$, $\theta_2 = 3^\circ$, (3) $x = 0.04$, $\theta = 8^\circ$, (4) $x = 0.06$, $\theta = 9^\circ$, (5) $x = 0.07$, $\theta = 68^\circ$, (6) $x = 0.07$, $\theta = 5^\circ$, (7) $x = 0.15$, $\theta_1 = 15^\circ$, $\theta_2 = 3^\circ$, (2,3,4,6,7) bicristale de tip n , (1,5) bicristale de tip p .

interfața cu electronii Dirac: cvasi-platouri în oscilațiile cuantice Hall longitudinale, împreună cu minime în magnetorezistență; manifestarea efectului Umkehr, nepermis la monocristale; două noi armonice în oscilațiile cuantice în straturile de interfață, care caracterizează zone mai mari decât secțiunile transversale ale suprafeței Fermi a cristalitelor; particularități ale magnetorezistenței, indicând tranzițiile electronice de fază de tip semiconductor-semimetal în câmp magnetic. În monocristalele anizotrope ale aliajelor semimetalice cu structură romboedrică de tip $A-7$, astfel de caracteristici neașteptate nu apar în condiții ambientale normale.

În figură sunt prezentate exemple de dependențe ale tensiunii termo-magneto-electrice de inducția câmpului magnetic $\alpha_{ii}(B)$ la bicristale semimetalice de conductivitate de tip n și p . Rezultatele pentru bicristale diferă semnificativ de cele obținute în monocristale, mai ales că α_{ii} este mult mai mare (de cel puțin două ori) datorită conductivității ridicate a straturilor constitutive ale interfețelor nanodimensionate.

Spectrul oscilațiilor cuantice $\alpha_{ii}(B)$ ale bicristalelor semimetalice de conductivitate de tip n și p , la fel ca și în cazul altor fenomene de transport, conține frecvențe pentru cristalite și două armonice noi aparținând interfeței cristalitelor alcătuite dintr-un strat central și două straturi adiacente. În câmpurile magnetice direcționate de-a lungul axelor C_3 (planul interfeței cristaline) a fost detectată o singură frecvență a oscilațiilor cuantice pentru cristalite, care caracterizează stările electronice de tip Schrodinger, întrucât indicele nivelului Landau la pozițiile extremale ale valorilor inverse ale inducției magnetice $n(1/B_n)$ iau o valoare întregă. Pe de altă parte, în câmpuri mai mari de 2,5 T s-au înregistrat două armonice $\alpha_{ii}(B)$ cu frecvențe de aproximativ 2 și 5 ori depășind cele ale cristalitelor. Pentru a specifica tipul de electroni în interfețele cristaline ale bicristalelor de înclinare și torsiune, au fost analizate în detaliu dependențele $n(1/B_n)$ pentru straturile centrale și adiacente. S-a constatat că în bicristalele de înclinație în ambele cazuri $n(1/B_n)$ ia valori apropiate de $-0,5$

dacă $1/B_n \rightarrow 0$, așa cum ar fi de așteptat pentru fermionii Dirac fără masă, în timp ce în bicristalele de torsione cu un mai mic grad de perfecțiune stările electronice ale interfeței sunt de tip Schrodinger, deoarece n ia valori întregi. Faza netrivială π -Berry observată în oscilațiile cuantice $\alpha_{ii}(B)$ și $\rho_{ij}(B)$ (a se vedea insertul figurii) ale straturilor interfeței cristaline (centrale și adiacente), confirmă în mod convingător manifestarea fazei topologice 3D la întreaga interfață a bicristalului.

În baza expresiilor analitice pentru conductivitatea electrică longitudinală, conductivitatea termică longitudinală și pentru puterea termoelectrică (coeficientul Seebeck) au fost deduse expresiile analitice pentru puterea generată și parametrul termoelectric de calitate ZT pentru un modul termoelectric construit în baza cristalelor de tip p - TTT_2I_3 și de tip n - $TTT(TCNQ)_2$. S-a ținut cont de influența defectelor structurale în rețeaua cristalină, modificarea constantelor cristaline la dilatarea materialului odată cu variația temperaturii, și de influența impurităților punctiforme. Expresia analitică a fost construită ca funcție de temperatură, au fost realizate calcule pentru o serie de valori ale parametrilor liberi și au fost trasate grafice.

A fost studiat cristalul organic Q1D (cvasi-unidimensional) de $TTT(TCNQ)_2$, de tip n. Pentru o descriere mai completă a modelului fizic al cristalului, au fost considerate două mecanisme de interacțiune electron-fononică. Un mecanism este de tipul potențialului de deformare, iar cel de-al doilea este de tipul polaronului. Raportul amplitudinilor celor două interacțiuni în direcțiile x , y și z sunt caracterizate de parametrii γ_1 , γ_2 , și γ_3 , respectiv. Inițial au fost modelate dependențele operatorului de polarizare ca funcție de temperatură pentru diferite valori ale lui d și k_F în modelul fizic 2D al cristalelor de $TTT(TCNQ)_2$. Mai apoi au fost construite dependențele operatorului de polarizare ca funcție de temperatură pentru diferite valori ale parametrilor d_1 , d_2 și k_F în aproximația 3D a materialelor cvasi-unidimensionale de $TTT(TCNQ)_2$. În baza rezultatelor obținute au fost pregătite materialele pentru publicare a unei lucrări științifice.

6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații (obligatoriu)

Vezi anexa 1A.

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

Rezultatele științifice obținute în cadrul proiectului au impact științific atât pe plan național, cât și internațional. Lucrările au fost publicate în reviste cotate în străinătate, în care a fost inclusă afilierea la Republica Moldova și referința la cifrul proiectului. Investigarea proprietăților termoelectrice ale cristalelor organice quasi-unidimensionale va aduce plus valoare la cunoștințele generale. Determinarea parametrilor optimi de funcționare va permite proiectarea dispozitivelor eficiente de conversie a energiei termice în energie electrică direct, fără agent termic.

8. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului (obligatoriu)

Cercetările din cadrul proiectului se efectuează în cadrul Laboratorului de cercetare a dispozitivelor laser și a materialelor nanostructurate – 3-314. Fiecare membru al grupului de cercetare are acces la server și la calculatoarele instalate în laborator. Calculele numerice au fost efectuate la serverul pe care îl avem în cadrul laboratorului. Datele experimentale au fost furnizate de către colegii noștri din Germania.

În bază de colaborare bilaterală este accesată infrastructura întreprinderii de cercetare și producere "Microfir Tehnologii Industriale" Srl., Chișinău.

9. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)
- Colaborare bilaterală cu întreprinderea de cercetare și producere “Microfir Tehnologii Industriale” Srl., Chișinău (LARIN Vladimir);
 - Colaborare cu grupul profesorului universitar Ion Moldovanu din cadrul Institutului de neurologie și neurochirurgie „Diomid Gherman”, proiectul de stat „*Utilizarea principiilor medicinei 4P (preventive, predictive, personalizate și participative) în analiza factorilor de risc pentru debutul, perpetuarea și progresarea durerii cronice*” (20.80009.8007.01).
10. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)
- Colaborare cu grupul prof. Hans Wenzel de la Institutul Ferdinand Braun din Berlin, Germania;
 - Colaborare cu Departamentul Materiale Magnetice și Aplicații, INCDIE ICPE-CA, București (Dr. PĂTROI Eros).

11. Dificultățile în realizarea proiectului. Financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc. (obligatoriu)

Dificultăți în realizarea proiectului nu au fost.

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)

Lista forurilor la care au fost prezentate rezultatele obținute în cadrul proiectului de stat (Opțional) se va prezenta separat (conform modelului) pentru:

- Manifestări științifice internaționale (în străinătate)
- Manifestări științifice internaționale (în Republica Moldova)
- Manifestări științifice naționale
- Manifestări științifice cu participare internațională

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

Model: Nume, prenume; Distincția; Evenimentul (expoziție, concurs, târg ș.a.)

1. ZAPOROJAN, S.; LARIN, V.; TRONCIU, V.; MUNTEANU, E.; PAVEL, V.; CHICU, L. *Diplomă de Excelență și Medalia de Aur*. Pentru “Sensor fără contact de măsurare a deformării bazat pe microfibre feromagnetice amorfe”. *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii ProInvent 2022. Ediția a XX-a, Cluj-Napoca 26-28.10.2022.*

2. ZAPOROJAN, S.; LARIN, V.; TRONCIU, V.; MUNTEANU, E.; PAVEL, V.; CHICU, L. *Diplomă de Excelență*. Pentru “Sensor fără contact de măsurare a deformării bazat pe microfibre feromagnetice amorfe”. Acordată de INCDIE ICPE-CA, București la *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii ProInvent 2022. Ediția a XX-a, Cluj-Napoca 26-28.10.2022.*

3. ZAPOROJAN, S. *Diplomă de Excelență și Medalia de Aur*. Pentru contribuția remarcabilă

la susținerea prin jurizarea de specialitate a celor peste 300 de invenții prezentate la *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii ProInvent 2022. Ediția a XX-a, Cluj-Napoca 26-28.10.2022.*

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

- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei
Tronciu V. Moldova 1 Rolul stiintei in societate.

Model: Nume, prenume / Emisiunea / Subiectul abordat

- Articole de popularizare a științei

15. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2022 de membrii echipei proiectului (Opțional)

- Coordonarea tezei de doctorat a doctorandului E. Grigoriev Studiul dinamicii laserelor semiconductoare InGaN de lumină albastră și violetă cu medii active - gropi și puncte cuantice de V. Tronciu, specialitatea științifică 131.03.
- Coordonarea tezei de doctorat a doctorandei V. Dobrovolschi Analiza și modelarea sistemelor dinamice complexe de V. Tronciu, specialitatea științifică 131.03.
- Coordonarea tezei de doctorat “Elaborarea sistemelor inteligente încorporate pentru aparatură de măsurare și control fără contact”, specialitatea științifică 232.01. Sisteme de conducere, calculatoare și rețele informaționale; drd. Eugeniu Munteanu (doctorat conform programului vechi de studii). Conducător științific: dr., conf.univ. Sergiu Zaporozjan. Teza este în stadiu de cercetare avansată. Examinarea tezei la unitatea primară de cercetare este preconizată pentru perioada iunie-august 2023.
- Coordonarea tezei de doctorat “Metode de optimizare și interfețe în organizarea sistemelor de producție”, specialitatea științifică 122.03. Modelare, metode matematice, produse program; drd. Daniela Istrati (doctorat conform programului vechi de studii). Conducători științifici: dr., prof.univ. Vasile Moraru, dr., conf.univ. Sergiu Zaporozjan. Teza este în curs de finalizare și urmează a fi prezentată spre examinare la unitatea primară de cercetare în perioada februarie-martie 2023.

16. Materializarea rezultatelor obținute în proiect (Opțional)

În cadrul proiectului se efectuează cercetări fundamentale.

Forme de materializare a rezultatelor cercetării în cadrul proiectului pot fi produse, utilaje și servicii noi, documente ale autorităților publice aprobate etc.

17. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2022

- Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor (Opțional)
 - ZAPOROJAN Sergiu /IEEE 18th International Conference on Intelligent Computer

Communication and Processing (ICCP 2022)/ September 22-24, 2022, Cluj-Napoca/
Membru al Comitetului de Program - <https://iccp.ro/iccp2022/program-committee/>

- ZAPOROJAN Sergiu /IEEE 18th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing, September 23, 2022, Cluj-Napoca/ Session on Intelligent Systems/Predictive Maintenance/ **Chair** - <https://iccp.ro/iccp2022/technical-program/>
 - ZAPOROJAN Sergiu /Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției ProInvent 2022. Ediția a XX-a, 26-28.10.2022, Cluj-Napoca/ **Membru al comisiei de jurizare.**
 - ZAPOROJAN Sergiu /Seminarul Științific de Profil **232. Calculatoare și tehnologii informaționale** - UTM/ **Membru.**
- Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale (Opțional)

Model: Nume, prenume / Revista / Calitatea (membru/redactor/recenzent oficial)

- TRONCIU Vasile_/Revista JES, UTM/ **Membru al colegiului de redacție & recenzent** - <https://jes.utm.md/editorial-board/>.
- ZAPOROJAN Sergiu /Revista JES, UTM/ **Membru al colegiului de redacție & recenzent** - <https://jes.utm.md/editorial-board/>.

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

Au fost efectuate investigații ale evoluției sistemelor dinamice complexe cu feedback optic provenit de la diferite cavități. Au fost prezentate rezultatele teoretice ale generării impulsurilor în lasere cu gropi cuantice multiple InGaN cu absorbant de saturație. A fost studiată influența parametrilor dispozitivului asupra energiei impulsului și a maximului impulsului la ieșire. Au fost raportate rezultate teoretice privind stabilitatea lungimii de undă a unui amplificator de putere în baza unui oscilator master cu mai multe secțiuni care emite la o lungime de undă de 1064 nm. A fost utilizat modelul ecuațiilor cu unde progresive pentru a calcula puterea optică de ieșire și hărțile spectrale în funcție de curenții injectați în diferitele secțiuni ale dispozitivului. Modelul numeric explică cantitativ constatările experimentale, în special prăbușirea puterii dacă curentul injectat într-o secțiune de control adiacentă laserului reflector Bragg distribuit care acționează ca oscilator master depășește anumite valori. A fost cercetată influența reflectivității la fațeta amplificatorului de putere asupra comportamentului laserului. Au fost prezentate rezultatele teoretice ale influenței parametrilor laserului cu lumină albastră asupra auto-pulsațiilor. S-a studiat influența grosimii absorbantului de saturație, a lungimii laserului, precum și a duratei de viață a purtătorilor de sarcină asupra regiunii de auto-pulsații.

A fost modelat un modul termoelectric de tip p-n construit din cristale organice cvasi-uni-dimensional de TTT_2I_3 și $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$. Au fost deduse expresiile analitice pentru puterea electrică generată în condițiile aplicării unui gradient de temperatură. A fost dedusă expresia pentru parametrul termoelectric de calitate ZT. Modelul fizic îmbunătățit ține cont de influența defectelor structurale ale rețelei cristaline, activate termic, cât și de dilatarea termică a materialului. În rezultat, expresiile obținute pot fi construite ca funcție de temperatură. Au fost realizate calcule numerice pentru diferite valori ale parametrilor liberi (temperatura, concentrația impurităților, concentrația purtătorilor de sarcină). Datele numerice au fost reprezentate sub formă grafică pentru a identifica combinația optimă de parametri ce ar permite proiectarea unui modul cu eficiență termoelectrică maximă.

Au fost efectuate cercetări experimentale ale structurilor cu microfibre realizate pe bază de aliaje feromagnetice cu structură amorfă. Datorită comportamentului bistabil la remagnetizare, răspunsul magnetic al structurilor cercetate se caracterizează printr-un salt gigant Barkhausen, fapt care permite detectarea impulsurilor electromagnetice induse la remagnetizare. Pentru microfibre realizate pe bază de aliaje cu o magnetostricție pozitivă ridicată, aria buclei de histerezis S_H respectiv forța coercitivă H_C cresc odată cu deformația. Rezultatele obținute în cadrul cercetărilor experimentale pot fi utilizate în proiectarea și implementarea senzorilor de deformații pentru aplicații specifice, în particular la monitorizarea inteligentă a stării corpurilor/echipamentelor supuse solicitărilor mecanice. A fost efectuat studiul măsurilor cantitative pentru evaluarea modelelor comportamentale orientate spre controlul proceselor/sistemelor complexe, au fost analizate și propuse măsuri cantitative pentru estimarea acurateții modelelor comportamentale construite în baza rețelelor neuronale. În acest context se propune calcularea erorii medii pătratice normalizate relativ la valoarea prezisă de modelul comportamental.

We report the results on investigations of the evolution of complex dynamical systems with optical feedback from different cavities. Theoretical results of pulse generation in InGaN multiple quantum well lasers with saturation absorber were presented. The influence of device parameters on pulse energy and peak output pulse was studied. We report also theoretical results on the wavelength stability of a multisection master-oscillator power-amplifier emitting at 1064 nm. We use a traveling wave equation model to calculate the optical output power and spectral maps versus the currents injected into the different sections of the device. The numerical model explains quantitatively the experimental findings, particularly the collapse of the power if the current injected into a control section adjacent to the distributed Bragg reflector laser acting as master oscillator exceeds certain values. We investigate the influence of the reflectivity at the facet of the power amplifier on the laser behavior. We present theoretical results of the influence of blue light laser parameters on self-pulsations. We studied the influence of the thickness of the saturation absorber, the length of the laser, as well as the lifetime of the charge carriers on the self-pulsation region in terms of several parameters

A thermoelectric p-n module made of quasi-one-dimensional organic crystals of TTT_2I_3 and $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$ was modeled. Analytical expressions for electrical power generated under a temperature gradient and for thermoelectric figure-of-merit ZT were deduced. The novel physical model used is considering the structural thermally activated defects in the crystalline lattice, as well as the thermal dilatation of the material. Thus, the new expressions can be made as function of temperature. Further, the numerical calculations were performed for different values of free parameters (temperature, impurity concentration, charge carriers concentration). As result, the dependences were plotted in order to figure out the optimal combination of the parameters that will lead to maximum thermoelectric efficiency of the module.

Experimental research of microwire structures based on amorphous ferromagnetic alloys have been carried out. Due to the bistable behavior during magnetization reversal, the magnetic response of the studied structures is characterized by a giant Barkhausen jump, which makes it possible to detect electromagnetic pulses induced upon remagnetization. For microwires based on alloys with high positive magnetostriction, the area of the hysteresis loop S_H and the coercive force H_C increase with deformation. The results obtained in the course of experimental research can be used in the design and implementation of strain sensors for specific applications, in particular, for intelligent condition monitoring of bodies/equipment subjected to mechanical stress. A study of quantitative measures for the evaluation of behavioral models oriented towards the control of complex processes/systems was carried out, quantitative measures were analyzed and proposed for estimating the accuracy of behavioral models built on the basis of neural networks. In this regard, it is proposed to calculate the normalized mean squared error relative to the value predicted by the behavioral model.

19. Recomandări, propuneri

Venim cu propunerea de a face mai ușoara procedura de schimbări in Devizul de Cheltuieli.

Conducătorul de proiect YJF / Tronciu Vasile

Data: 17.11.2022



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

Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor termoelectrice cu eficiență înaltă
(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)

1. TRONCIU V., GRIGORIEV E., ZINK C., WENZEL H. Characteristics of monolithic multisection distributed-Bragg-reflector master-oscillator power-amplifiers, *Opt. Quant. Electron.*, vol. 54, no. 9, art. 559, 2022, <https://doi.org/10.1007/s11082-022-03953-9>, (IF: 2.084)
2. CHISTOL V., CIOCHINA D., TRONCIU V. Bistability effects in mechanics and its experimental demonstration, *Romanian Reports in Physics*, accepted (2022). (IF: 2.085)
3. MUNTYANU F., CHISTOL V., CONDREA E., SIDORENKO A. Topological features of quantum transport in $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ ($0 \leq x \leq 0.2$) bicrystals. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 2022 (submitted).
4. ZAPOROJAN S., CARBUNE V., MORARU V., LARIN V., DOBROVOLSCHI V. Estimation of the accuracy of behavioral models based on experimental data. *International Journal of Computers Communications & Control*, pp.1-14. (submitted).

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

–

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

–

5. GRIGORIEV E., TRONCIU V., WERNER N., WENZEL H. The Influence of a Residual Reflectivity at the Front Facet of a Multisection Master-Oscillator Power-Amplifier *Journal of Engineering Science*, vol. XXIX, no. 2, pp. 62-67, 2022, [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(2\).06](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(2).06).

6. ANDRONIC S., GRIGORIEV E., TRONCIU V. Generation of high amplitudes pulses with excitable DFB lasers and an integrated dispersive reflector, Journal of Engineering Science Vol. XXIX, no.1, pp. 17-22 2022, [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(1\).02](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(1).02).
 7. SANDULEAC I. Applications of nanostructured organic crystals for thermoelectric generators, Journal of Engineering Science (2002) (submitted)
- 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)

8. GRIGORIEV E., RUSU S., TRONCIU V. Influence of Double Feedback on Stationary States of Quantum Dots Lasers. In: *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering of ICNBME-2021, November 3–5, 2021, Chisinau, Moldova*. Springer, IFMBE Proceedings, Vol. 87, pp. 3 – 10, 2022, https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_1.
 9. GRIGORIEV E., TRONCIU V. Investigation of Dynamical Properties of a Laser with Incorporated DBR Section Under the Influence of External Optical Feedback. In: *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering of ICNBME-2021, November 3–5, 2021, Chisinau, Moldova*. Springer, IFMBE Proceedings, Vol. 87, pp. 439 – 447, 2022, https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_57.
 10. SANDULEAC I.I., ANDRONIC S.C. Organic Crystals of p - Type TTT_2I_3 and n – Type $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$ as Prospective Thermoelectric Materials for Biomedical Sensors. In: *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering of ICNBME-2021, November 3–5, 2021, Chisinau, Moldova*. Springer, IFMBE Proceedings, Vol. 87, pp. 544 – 551, 2022, https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_70.
- 6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)
11. ISTRATI D., MORARU V., ZAPOROJAN S. A Method for Binary Quadratic Programming with circulant matrix. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing, IC-ECCO-2022, October 20-21, 2022, Chisinau, Republic of Moldova*, pp. 1-4 (in press)
- 6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională
-

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

12. GRIGORIEV E. Investigații ale generării de impulsuri în lasere cu mediu activ gropi cuantice cu absorbant de saturație. În: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor. Vol.1, 29-31 martie 2022*, Chișinău, Republica Moldova: Tehnica-UTM, 2022, pp. 39-42. ISBN 978-9975-45-828-3.
13. DOBROVOLSCHI V. Investigații de codificare și transmiterea mesajului cu folosirea metodei OOPSK. În: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor. Vol.1, 29-31 martie 2022*, Chișinău, Republica Moldova: Tehnica-UTM, 2022, pp. 31-34. ISBN 978-9975-45-828-3.
14. GUBCEAC N. Undele milimetrice - metoda modernă de diagnostică și tratament. În: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor. Vol.1, 29-31 martie 2022*, Chișinău, Republica Moldova: Tehnica-UTM, 2022, pp. 35-38. ISBN 978-9975-45-828-3.
15. CHISTOL V., TRONCIU V. Principiul nonlocalismului cuantic și inseparabilitatea cuantică a particulelor Conferința științifică internațională „Abordări interdisciplinare/transdisciplinare în predarea științelor reale. 2022 (in press)

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

16. GRIGORIEV E., RUSU S., TRONCIU V. Features of self-pulsating InGaN lasers International Colloquium "Physics of Materials" – PM 7, November 10-11, Bucharest, Romania p. 13 (2022) oral presentation.
17. ZAPOROJAN S., LARIN V., TRONCIU V., MUNTEANU E., PAVEL V., CHICU L. Senzor fără contact de măsurare a deformării bazat pe microfibre feromagnetice amorfe. In: *Catalogul Salonului Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PROINVENT 2022*. Ediția a XX-a, Cluj-Napoca 26 - 28 octombrie 2022. Editura U.T.PRESS, p.240. ISSN 2810-2789, ISSN-L 2810-2789.
18. GUBCEAC N., CIOBANU N., TRONCIU V. Control dynamics of the generated Frohlich photons by biological system. *The 10th IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering - EHB 2022*, Iasi, Romania, 17-19 noiembrie, 2022. (acceptat)

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

19. ISTRATI D., MORARU V., ZAPOROJAN S. A Method for Binary Quadratic Programming with circulant matrix. In: *Book of Abstracts of the 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing, IC-ECCO-2022*, October 20-21, 2022, Chișinău, Republic of Moldova, p. 72.

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

20. LARIN V., ZAPOROJAN S., MUNTEANU E., et al. *Senzor de deformare fără contact*. Cerere de Brevet de Invenție, nr. 7029. Nr. depozit a 2022 0020, data 2022.04.19.

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

21. RUSU A., RUSU S., PÎRȚAC C. Lucrări de laborator la mecanică asistate de calculator. Îndrumar de laborator la fizică. Chișinău, Tehnica – UTM, 2022, 76 p.

22. RUSU A., RUSU S., PÎRȚAC C. Lucrări de laborator la oscilații mecanice asistate de calculator. Îndrumar de laborator la fizică. Chișinău, Tehnica – UTM, 2022, 44 p.

**Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare
(la data raportării)**

Cifrul proiectului: 20.80009.5007.08

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune 2022	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii conform statelor	211180	404,9		404,9
Contribuții și prime de asigurări obligatorii	212100	97,2		97,2
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710			
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	34,5		34,5
Servicii editoriale	222910			
Servicii de protocol	222920			
Servicii de cercetări științifice contractate	222930			
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	20,8	-20,8	
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110		+20,8	20,8
Procurarea activelor nemateriale	317110			
Procurarea combustibilului, carburanților și lubrifianților	331110			
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110			
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
Procurarea altor materiale	339110			
TOTAL		557,4		557,4

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

Rector U.T.M.

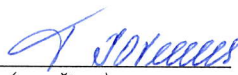


(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)



(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

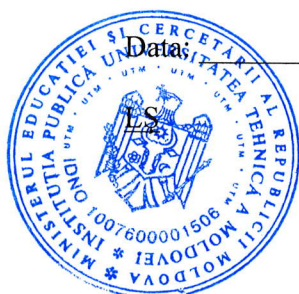
Conducătorul de proiect



(semnătura)

Dr. hab. Vasile TRONCIU

(numele, prenumele)



Data: _____

Componența echipei proiectului

Cifrul proiectului 20.80009.5007.08


Echipea 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.	Tronciu Vasile	1965	dr.hab.	0,50	03.01.2022	
2.	Rusu Spiridon	1955	dr.	0,50	03.01.2022	
3.	Zaporojan Sergiu	1961	dr.	0,75	03.01.2022	
4.	Andronic Silvia	1988	dr.	0,50	03.01.2022	
5.	Sandulleac Ionel	1989	dr.	0,50	03.01.2022	
6.	Oloinic Tatiana	1987	f-grad		03.01.2022	
7.	Grigoriev Eugen	1980	f-grad	0,50	03.01.2022	
8.	Dobrovolschi Veronica	1987	f-grad	0,50	03.01.2022	
9.	Chistol Vitalie	1961	f-grad	0,50	03.01.2022	
10.	Burlacu Alexandru	1996	f-grad		03.01.2022	
11.	Gubceac Natalia	1987	f-grad	0,50	03.01.2022	

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	54,5
--	------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2022					
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	54,5
---	------

Rector U.T.M.


 (semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)


Contabil (economist)


 (semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect


 (semnătura)

Dr. hab. Vasile TRONCIU

(numele, prenumele)



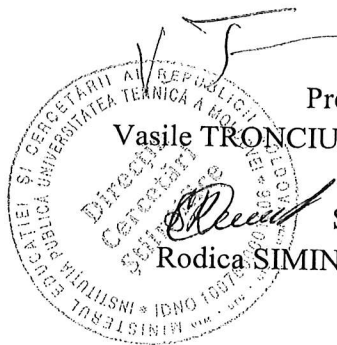


**EXTRAS din Procesul Verbal
al ședinței Consiliului Științific UTM
din 15 noiembrie 2022**

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

S-A DISCUTAT: audierea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2022 în cadrul proiectului Program de Stat: **20.80009.5007.08 "Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor termoelectrice cu eficiență înaltă"**, Conducător de proiect: **dr. hab. Vasile Tronciu**.

S-A DECIS: aprobarea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2022 în cadrul proiectului Program de Stat: **20.80009.5007.08 "Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor termoelectrice cu eficiență înaltă"**.



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

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