

RECEPȚIONAT

Agenția Națională pentru  
Cercetare și Dezvoltare \_\_\_\_\_  
" " \_\_\_\_\_ 2024

AVIZAT

Secția AȘM \_\_\_\_\_  
" " \_\_\_\_\_ 2024

**RAPORT ȘTIINȚIFIC FINAL**  
pentru perioada 2020-2023  
privind implementarea proiectului din cadrul  
Programului de Stat (2020-2023)

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

Cifra proiectului 20.80009.5007.08  
Prioritatea Strategică V „Competitivitate economică și tehnologii inovative”

Rector U.T.M.

dr. hab. Viorel BOSTAN  
(numele, prenumele)

V. Bostan  
(semnătura)

Consiliul științific UTM

dr. hab. Vasile TRONCIU  
(numele, prenumele)

V. J  
(semnătura)

Conducătorul proiectului

dr. hab. Vasile TRONCIU  
(numele, prenumele)



## CUPRINS:

1. Scopul proiectului	3
2. Obiectivele proiectului	3
3. Rezultate planificate conform proiectului depus	4
4. Rezultatele obținute	5
5. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute	12
6. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului	12
7. Colaborare la nivel național/ internațional în cadrul implementării proiectului	12
8. Dificultățile în realizarea proiectului	13
9. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații	13
10. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice	14
11. Aprecierea și recunoașterea rezultatelor obținute în proiect	15
12. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media	16
13. Teze de doctorat / postdoctorat	16
14. Materializarea rezultatelor obținute în proiect	17
15. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei	17
16. Recomandări, propuneri	19
17. Concluzii	19
Anexa nr. 1. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect	20
Anexa nr. 2. Lista publicațiilor științifice pentru perioada 2020-2023	22
Anexa nr. 3. Volumul total al finanțării proiectului pentru perioada 2020-2023	31
Anexa nr. 4. Componența echipei pe parcursul anilor 2020-2023	32
Anexa nr. 5. Raportarea indicatorilor	35

### **1. Scopul proiectului**

Scopul proiectului a constat din câteva componente principale, iar activitatea propusă este interdisciplinară, combinând teoria sistemelor dinamice, designul dispozitivelor, precum și propuneri de realizare experimentală și aplicativă. Proiectul oferă o bază bună pentru diverse aplicații ale laserelor semiconductoare de diferite tipuri în deosebi de tipul GaN de lumină albastră. Studiile de bază vor crea o platformă pentru eforturile de proiectare a dispozitivelor cu proprietăți și performanțe care sunt atractive pentru aplicații practice în diferite sisteme de BD, display-uri color electro-luminescente, imprimante laser, detectoare, surse de comunicații subacvatice și de imagini confocale în biologie și medicină. Este bine cunoscut ca dispozitivele utilizate în viața cotidiană o cantitate enormă de energie este disipată în mediul înconjurător sub formă de energie termică. O mare parte din această energie o constituie căldură de temperaturi joase și medii. În consecință, pe lângă problema economică, nivelul de poluare a mediului este în continuă creștere, ca urmare a folosirii intense a surselor energetice neregenerabile. Conversoarele termoelectrice sunt dispozitive care permit recuperarea unei cantități de energie termică și transformarea ei directă în energie electrică. S-a demonstrat că anumite cristale organice cvasi-unidimensionale (CID), în particular cristalele de tetrathiotetracene-iodide (TTT2I3) și de tetracyanoquinodimenthan (TTT(TCNQ)2) manifestă proprietăți de perspectivă pentru aplicații termoelectrice, care pot fi optimizate prin tehnici chimice relativ simple. Utilizarea materialelor organice în termoelectricitate este un avantaj atât din punct de vedere economic, cât și ecologic. S-a investigat eficiența unui cuplu  $p-n$ , construit din cristale de TTT2I3 de tip  $p$  și de TTT(TCNQ)2 de tip  $n$ , în regim de generator termoelectric și a aceluiași cuplu în regim de refrigerator termoelectric. Vor fi elaborate recomandări pentru implementarea rezultatelor teoretice în practică. În final menționăm, că rezultatele teoretice preconizate vor fi comparabile cu cele ale nivelului internațional în domeniu.

## 2. Obiectivele proiectului 2020–2023

1. Utilizarea metodelor noi pentru efectuarea simulării experimentelor cu lasere semiconductoare.
2. Dezvoltarea unei metode ce caracterizează similitudinile modelelor comportamentale elaborate pentru procese cu elemente de incertitudine. Analiza datelor experimentale și evidențierea caracteristicilor intrinsece ale unei clase de modele comportamentale inerente proceselor/sistemelor complexe.
3. Studiarea fenomenelor termomagnetice cuantice de transport în bicristalele aliajelor de bismut - stibiu.
4. Modelarea cuplului  $p-n$  format din cristale organice de TTT2I3 și de TTT(TCNQ)2 în regim de răcire în funcție de parametrii cristalelor pentru a obține valoarea maximă a coeficientului de performanță. 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. Efectuarea cercetărilor fenomenelor cuantice de transport în bicristale semimetalice;
5. Modelarea dinamicii laserelor semiconductoare cu diferite topologii. Studiul influenței valorilor diferitor parametri asupra stabilității emisiei laserului. Efectuarea analizei bifurcațiilor datorită cărora apar instabilități. Studiul particularităților magnetorezistenței în câmpuri magnetice puternice;

6. Modelarea numerică a unui cuplu termoelectric  $p-n$  format din cristale organice de  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  și  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  în regim de generare a energiei electrice la aplicarea unui gradient de temperatură;
7. 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.
8. Ajustarea modelului ecuațiilor ratelor (1D) și a modelului undelor progresive (2D) pentru lasere GaN cu puncte cuantice. Pregătirea unui pachet software pentru simularea numerică a dinamicii laserului cu puncta cuantice. Compararea comportamentului laserelor cu puncte cuantice și cu gropi cuantice.
9. Modelarea eficienței termoelectrice în funcție de concentrația purtătorilor de sarcină și de temperatură în cristale organice de  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  de tip p și în cristale de  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  de tip n. Construirea graficelor dependențelor respective.
10. Modelarea impulsurilor de energii mari cu durata mai mică de 10 picosecunde în laserele semiconductoare InGaN din domeniul albastru.
11. Modelarea factorului termoelectric de putere în funcție de concentrația purtătorilor de sarcină și de temperatură în cristale organice de  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  de tip p și în cristale de  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  de tip n.

### 3. Rezultate planificate conform proiectului depus (obligatoriu)

1. Simularea comportamentului dinamic al laserelor semiconductoare cu mediu activ puncte cuantice utilizând sistemul de ecuații 2D. Analiza comportamentului haotic al astfel de lasere. Dezvoltarea unei metode de estimare a exactității, respectiv a similitudinii modelelor comportamentale elaborate pentru procese/sisteme cu elemente de incertitudine. Determinarea parametrilor caracteristici pentru modele comportamentale construite în baza rețelelor neuronale. Studierea fenomenelor termomagnetice cuantice de transport în bicristalele aliajelor de bismut - stibiu. Deducerea expresiilor analitice pentru modelarea unui cuplu termoelectric  $p-n$  format din cristale organice de  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  și de  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  în regim de răcire termoelectrică.
2. Studierea dependențelor tensiunii electromotoare termomagnetice de valorile inducției magnetice. Efectuarea cercetărilor experimentale ale structurilor cu microfibre realizate pe bază de aliaje feromagnetice și analiza dependenței forței coercitive de tensiunea de întindere la deformații elastice. Realizarea calculelor numerice pentru identificarea parametrilor optimi ai cristalelor pentru care se poate obține eficiență maximă de generare a energiei electrice și coeficient de performanță maxim în regim de refrigerare.
3. 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. Preconizăm să stabilim cum influențează interfața cristalitelor asupra proprietăților galvanomagnetice.
4. 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.

5. Se vor analiza și propune măsuri cantitative pentru estimarea și evaluarea calității modelelor comportamentale construite în baza rețelelor neuronale.
6. Analizând rezultatele obținute vom stabili modificările topologice ale suprafeței Fermi a interfețelor cristaline.
7. 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  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  și de  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$ .
8. 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.
9. Se vom propune dispozitive laser cu proprietăți de luminozitate înaltă. Vor fi determinați parametrii optimi pentru observarea fenomenului de sincronizare în laserele GaN cu mediu activ puncte cuantice. Cercetarea mecanismelor responsabile de generarea fenomenelor de autopulsații, sincronizare și excitabilitate în laserele cu puncte cuantice GaN. Vor fi propuse noi modele și structuri cu aplicații în controlul sistemelor complexe (nanotehnologii, medicină, etc.). Pentru cristalele de tipul  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  vor fi determinați parametri precum temperatura și concentrațiile purtătorilor de sarcină și ale impurităților la care se obțin valori maxime pentru eficiența termoelectrică. În structuri cristaline cu interfețe nano-dimensionale va fi studiat transportul cuantic galvanomagnetic ce include tranziția semiconductor-semimetal, precum și posibile noi armonici în spectrul oscilațiilor cuantice. Se vor efectua testarea posibilității aproximării ecuațiilor diferențiale ce descriu laserele semiconductoare cu ajutorul rețelelor neuronale.
10. Modelul ecuațiilor ratelor (1D) și cel al undelor progresive (2D) vor fi ajustate pentru lasere GaN cu puncte cuantice. Va fi elaborat un program software pentru simularea numerică a dinamicii laserului cu puncte cuantice. Se va efectua o comparație a comportamentului laserelor cu puncte cuantice față de cel cu grapi cuantice. Se vor obține ecuațiile ce descriu dinamica sistemelor complexe și se vor elabora algoritmi pentru simulări numerice. Ca rezultat al investigațiilor proprietăților cristalelor organice  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  se vor obține valorile concentrațiilor purtătorilor de sarcină și ale impurităților pentru eficiența termoelectrică înaltă. Se va obține dependenta coeficientului tensiunii electromotoare termomagnetice de inducția câmpului magnetic în izolatorul topologic 3D. Vor fi elaborate recomandări pentru realizări în practică a dispozitivelor cu eficiența înaltă.
11. Se va propune un model teoretic adecvat pentru investigarea impulsurilor de putere înaltă cu durată mai mică de 10 ps și se va investiga influența parametrilor de material asupra caracteristicilor impulsurilor.
12. Va fi modelat factorul termoelectric de putere în funcție de concentrația purtătorilor de sarcină și de temperatură în cristale organice de  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  de tip  $p$  și în cristale de  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  de tip  $n$ . Vor fi construite graficele dependențelor respective.

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

Laserele semiconductoare au devenit indispensabile în societatea modernă. Astăzi activitatea de zi cu zi este inimaginabilă fără computere personale, acces internet, imprimante laser, display-uri etc., a căror funcționare este bazată pe dispozitive laser. Laserele semiconductoare sunt utilizate

pe larg într-un șir de domenii, cum ar fi medicină, comunicații optice, industria chimică, sisteme CD, DVD, BD, mecanică și măsurători, spectroscopie, sisteme display și multe altele. Progresele recente înregistrate în dezvoltarea de noi dispozitive optoelectronice pe bază de GaN au impulsat cercetările tehnologiilor de creștere a structurilor cu puncte cuantice. Având în vedere acest lucru, am studiat laserul cu mediu activ puncte cuantice sub influența feedback-ului optic. Am obținut că modurile cavității externe pentru intensități mici ale feedback-ului sunt distribuite sub forma de „clopot”. La valori mari ale intensității feedback-ului se constată apariția sateliților de forma unor elipse deformate.

Menționăm că în ultimii ani, laserele de mare putere cu reflectoare Bragg distribuite (DBR) au atras un interes din ce în ce mai mare, deoarece ele permit funcționarea cu un singur mod longitudinal la o lățime de linie spectrală mică. Astfel de dispozitive sunt solicitate de o serie de aplicații emergente, cum ar fi generarea armonicii a doua, spectroscopia, metrologia cuantică și comunicarea optică. Sunt raportate rezultatele studiului teoretic al proprietăților dinamice ale laserelor DBR supuse unui feedback optic extern de la o oglindă situată la distanță. La dispozitivul considerat a fost adaptat modelul Lang-Kobayashi (LK). Parametrii adaptați: factorul Henry, durata de viață a fotonului, intensitatea feedback-ului și indicele modal de grup care intră în modelul LK depind puternic de lungimea de undă a laserului solitar. Stările staționare calculate cu modelul complet și cu cel adaptat LK arată un acord bun. Reflectivitatea și faza externă, precum și lungimea de undă a laserului solitar au fost considerate ca parametri de bifurcare. Astfel, a fost cercetat impactul acestor parametri asupra stabilității stărilor staționare. Analiza bifurcațională a ecuațiilor Lang-Kobayashi pentru acțiuni foarte îndelungate a feedback-ului confirmă formula simplă Helms-Petermann pentru limita de stabilitate calculată și cu parametrii renormalizați. Dacă întârzierea feedback-ului și perioada oscilațiilor de relaxare sunt de același ordin, atunci deja la 60 cm distanță între laser și oglindă apar contribuții suplimentare care variază nemonoton cu dezacordul. Aceste caracteristici sunt un efect specific al laserelor DBR, a căror frecvență de oscilație a relaxării variază considerabil cu dezacordul. Prin aplicarea formulei Helms-Petermann renormalizată, s-ar putea ajunge la o limită de stabilitate foarte mare, apropiată de 100%, reducând drastic constanta de cuplare  $\kappa$  a rețelei DBR. Aceste rezultate oferă posibilitatea unei comunicări tolerante la reflexie cu lasere DBR ieftine și compacte.

Este cunoscut că aplicațiile precum comunicarea în spațiul liber, spectroscopia și frecvența neliniară necesită dispozitive cu difracție spațială limitată și emisie spectrală în bandă îngustă la o putere de ieșire de câțiva wați. Amplificatorul de putere (PA) a oscilatorului master (MO) integrat monolitic devine un candidat bun al dispozitivelor cu o calitate bună a fasciculului și o lungime de undă stabilă care funcționează într-un interval de zeci de wați. Este bine cunoscut faptul că această stabilitate este obținută prin utilizarea unui MO fie un DBR, fie un laser cu feedback distribuit (DFB) conectat la amplificator într-un singur cip. Astfel, partea îngustă a MO este introdusă pentru selectarea unui singur mod lateral laser, care este puternic amplificat în partea conică a PA a dispozitivului. Sunt raportate rezultatele teoretice și experimentale privind stabilitatea lungimii de undă în amplificatoarele de putere a oscilatorului master cu DBR multi-secțiuni monolitice. Pentru a calcula puterea optică emisă și hărțile spectrale a fost utilizat modelul 2D a ecuației undelor progresive. S-a demonstrat influența reflectivității fațetei frontale asupra comportamentului laserului. Au fost prezentate dependențele atât experimentale, cât și calculate numeric ale puterii de ieșire în funcție de curentul injectat în preamplificator pentru diferiți curenți injectați în oscilatorului master. S-a realizat o optimizare a funcționării laserului, astfel încât pentru o gamă largă de curenți injectați în regiunea activă, laserul emite o putere de ieșire stabilă în timp.

Rezultatele numerice sunt în acord calitativ cu caracteristicile experimentale obținute de colegii noștri din Germania.

S-au efectuat investigații privind generarea de impulsuri de către un laser excitabil DFB cu reflector pasiv dispersiv încorporat. A fost obținut setul de parametri atunci când sistemul funcționează în regim de autopulsații și de excitabilitate. În regimul excitabil, în sistem a fost injectată o mică perturbare și a fost analizat răspunsul lui. La ieșire din laser s-au obținut impulsuri simetrice. Creșterea raportului dintre durata de viață a purtătorului și a fotonului reduce amplitudinea impulsurilor. De asemenea, au fost injectate în sistem secvențe ale perturbațiilor și a fost analizat răspunsul lor. S-a constatat că la perturbații mici nu se observă nici un răspuns. Pe de altă parte, atunci când perturbația este mărită, s-a observat un răspuns periodic. Astfel de impulsuri pot fi utilizate în sistemele de comunicare optică.

Au fost efectuate simulări numerice ale comportamentului dinamic al laserelor semiconductoare cu mediu activ puncte cuantice utilizând sistemul de ecuații 2D. S-a demonstrat un comportament haotic util pentru sistemele de comunicare bazate pe haos. În ultimii ani, datorită aplicațiilor în medicină, laserele cu lumină albastră și albastru-violet (450 și 405 nm) par să reprezinte o abordare interesantă pentru mai multe tratamente clinice. Pe de altă parte, laserele InGaN albastre și violete sunt utilizate pe scară largă în interferometre, imprimare laser, înregistrare a datelor, etc. Producția de lasere de lumină albastru și violetă sunt motivate de lungimile de undă relativ scurte. Am obținut rezultate ale calculelor numerice asupra influenței parametrilor laserului cu lumină albastră asupra regimurilor de autopulsații. Am studiat influența grosimii absorbantului de saturație, a lungimii laserului, și de asemenea a duratei de viață a purtătorilor de sarcină asupra regiunii de autopulsații. Utilizând analiza bifurcațională am trasat liniile bifurcației Hopf în planul diferiților parametri. Anume regiunile mărginite de bifurcația Hopf le indica domeniul auto-pulsațiilor cu frecvență mari.

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.

Am raportat exemple de obținere a efectului de bistabilitate în mecanică și demonstrarea experimentală a acestui efect. Este bine cunoscut faptul că în cazul în care parametrul de ieșire al unui dispozitiv fie laser sau rezonator este o funcție multivalorică a parametrului de intrare, acest dispozitiv poate funcționa în regim de bistabilitate. În acest caz, sistemul poate fi în două stări de echilibru stabil, separate unele de altele printr-o stare de echilibru instabilă. Adesea bistabilitatea este urmată de o buclă de histerezis. Aceasta înseamnă că trecerea sistemului de la o stare la alta are loc pe un sens, iar trecerea la starea inițială are loc pe altă cale. Efectul de bistabilitate este bine-cunoscut în optică (bistabilitate optică), magnetism (bistabilitate magnetică), electricitate (circuite bistabile) etc. În cele mai multe cazuri natura acestui efect este cuantică. Am folosit metoda grafica de rezolvare a problemelor cu bistabilitate. Metoda explică calitativ rezultatele teoretice, iar experimentul a demonstrat o dovadă clară de bistabilitate într-un sistem mecanic.

Este cunoscut că aliajele Bi-Sb sunt printre cele mai eficiente materiale termoelectrice, iar recent studiul acestor materiale a căpătat o nouă importanță datorită descoperirii experimentale a unui prim izolator topologic bazat pe aceste aliaje. În cercetările efectuate s-a depistat că oscilațiile cuantice ale efectului Hall longitudinal și ale magnetorezistenței în bicristale cu interfața cristalitelor de înclinație și de torsiune prezintă pentru diferite probe una sau două tranziții supraconductoare cu diferite temperaturi critice și bucle de histerezis magnetic specifice supraconductorilor puternici de tip II, sau caracteristici duale - supraconductoare și feromagnetice. S-a dovedit că spectrul de oscilații conține frecvențe ale suprafețelor Fermi ale cristalitelor și ale interfețelor. Similar cu bicristalele de Bi, au fost de asemenea observate cvasi-platouri Hall longitudinale, împreună cu minime ale magnetorezistenței în bicristale de înclinare de  $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$  cu conductivitate de tip n și cu unghiuri mici de dezorientare a cristalitelor, având un nivel mai scăzut al dezordinii și a densității dislocațiilor. În monocristale/cristalite, precum și în bicristale cu un grad ridicat de neomogenitate (conținut mai mare de Sb dopat cu impurități acceptoare de Sn, unghiuri de dezorientare mai mari etc.), astfel de particularități nu apare. Prin urmare, am ajuns la concluzia că platourile Hall sunt direct legate de electronii Dirac ai interfețelor. S-a constatat, de asemenea, că platourile Hall dispar prin inversarea câmpului magnetic, indicând astfel că fluxul de fermioni Dirac este sensibil la direcția câmpului și că procesul de localizare se desfășoară numai în câmp magnetic orientat de-a lungul planului interfețelor cristaline. Acest lucru sugerează că împrăștierea purtătorilor în starea cuantică Hall este suprimată la interfețele bicristalelor, dar poate fi restabilită prin dezordinea statică a proceselor multiple de împrăștiere. Astfel, studiul proprietăților galvanomagnetice în câmpuri magnetice înalte, în special în zona manifestării oscilațiilor cuantice ale magnetorezistenței arată că caracteristicile coexistenței supraconductivității și feromagnetismului slab în interfețele izolatoarelor topologice tridimensionali se datorează preponderent faptului că fluxul electronilor Dirac depinde de direcția câmpului magnetic, ia naștere un nou tip de simetrie la rotația suprafețelor izoenergetice ale purtătorilor de sarcină, topologia suprafeței Fermi se modifică semnificativ odată cu creșterea unghiului de dezorientare a cristalitului, are loc îmbunătățirea interacțiunii spin-orbită, la interfețele cristalite există stări electronice fără benzi energetice interzise iar la transportul cuantic al purtătorilor de sarcină participă mai multe grupuri de electroni cu mase efective diferite.



De asemenea în cercetările efectuate s-a depistat că dependența **coeficientului** tensiunii termoelectromotoare de inducția câmpului magnetic în bicristalele de Bi cu concentrația de Sb  $x \sim 0,04$ , prezintă o caracteristică a semimetalelor topologice tridimensionale: o creștere liniară în câmp magnetic, fără saturație și o schimbare a semnului purtătorilor de sarcină dincolo de limita cuantică. Dimpotrivă, în bicristalele cu un conținut mai mare de Sb ( $0,07 \leq x \leq 0,12$ ), partea monotonă a dependențelor coeficientul tensiunii termoelectromotoare de inducția câmpului magnetic ajunge la saturație sau crește treptat, ceea ce este tipic pentru izolatorii topologici tridimensionali. Deci, bicristalele Bi-Sb pot deschide perspective promițătoare pentru un studiu detaliat al tranzițiilor de fază topologică de la un semimetal topologic tridimensional la un izolator topologic tridimensional și pot aduce o contribuție semnificativă la dezvoltarea de noi dispozitive electronice.

De rând cu tehnicile costisitoare de funcționalitate a materialelor anorganice cu diferiți compuși, precum pământuri rare, s-a dezvoltat în paralel ramura materialelor organice cu perspectivă în termoelectricitate. Astfel, cristalele organice nanostructurate de  $TTT_2I_3$  și  $TTT(TCNQ)_2$  s-au dovedit a fi candidați de perspectivă datorită particularităților structurale și de transport. Conductivitatea termică joasă și conductivitatea electrică înaltă (aceste materiale se mai numesc cristale metalice), asigură obținerea unei performanțe termoelectrice înalte, după anumite manipulări asupra compoziției interne. Pentru cercetarea tranziției metal-dielectric în cristalele organice quasi-unidimensionale de tipul  $TTT(TCNQ)_2$  și  $TTT_2I_3$ , a fost aplicat un model fizic nou, mai complet, care ține cont de 2 mecanisme de interacțiune electron-fonon de tipul polaronului și de tipul potențialului de deformare. Au fost deduse expresiile analitice pentru ecuația de dispersie și pentru operatorul de polarizare în aproximația fazelor aleatorii. În baza modelului fizic nou și a expresiilor analitice obținute au fost efectuate modelări numerice ale spectrului renormat al fononilor în aproximația 3D a cristalului organic Q1D de  $TTT(TCNQ)_2$  și  $TTT_2I_3$ . În cristalul de  $TTT(TCNQ)_2$  tranziția a fost studiată pentru diferite valori ale concentrației purtătorilor de sarcină. S-a obținut, că odată cu mărirea concentrației purtătorilor de sarcină, temperatura critică Peierls se micșorează considerabil. În cristalele de  $TTT_2I_{3,1}$  s-a stabilit că tranziția începe să se manifeste la  $T = 35$  K și se încheie la  $T = 19$  K. A fost considerată interacțiunea dinamică a golurilor de conducție cu defectele rețelei în cristalele de  $TTT_2I_3$ . S-a demonstrat, că interacțiunea gol-fonon și defectele de structură reduc considerabil viteza sunetului într-un interval larg de temperaturi.

În afară de aceasta a fost obținută expresia analitică pentru densitatea stărilor electronice în cristalele de tipul  $TTT_2I_3$ . În baza acestei expresii, au fost realizate calcule numerice pentru densitatea de stări cu scopul de a demonstra apariția benzii interzise în spectrul electronic la diminuarea temperaturii. Rezultatul obținut descrie fenomenul de tranziție metal-dielectric de tip Peierls în aceste cristale la temperaturi joase. În rezultatul comparării calculelor numerice pentru operatorul de polarizare și cele ale spectrului renormat al fononilor au fost determinați parametrii cristalului de  $TTT_2I_3$ , precum viteza sunetului și valoarea raportului dintre amplitudinile interacțiunii de tip polaron la cele de tip potențial de deformare în direcția  $x$ . Ulterior au fost selectați parametrii optimi pentru un factor de putere ridicat (de ordinul  $10^{-2} \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-2}$  în intervalul de temperaturi  $T = 300 - 350$  K) în aceste materiale. Au fost deduse pentru cristale de  $TTT(TCNQ)_2$  expresiile analitice pentru conductivitatea electrică de tip  $p$  și  $n$  și factorul termoelectric de putere (coeficientul Seebeck). În rezultatul modelării au fost identificați parametrii optimi precum concentrația electronilor de conducție și parametrul adimensional  $D_0$ , ce descrie împrăștierea pe impurități, pentru care cristalele manifestă eficiență termoelectrică ridicată (cu valori precise ale coeficientului Seebeck  $S = 100 \mu\text{V/K}$  la  $T = 300$  K). De asemenea au fost

efectuate calcule numerice pentru spectrul renormat al fononilor la diferite concentrații ale purtătorilor de sarcină. În rezultat au fost construite dependențele spectrului renormat al fononilor pentru valoarea 1.7 a raportului dintre amplitudinile interacțiunii de tip polaron la cele de tip potențial de deformare în direcția  $x$ . A fost determinată temperatura optimă de tranziție metal-dielectric de tip Peierls, aceasta fiind  $T_p = 90$  K când interacțiunea dintre lanțurile de TTT este neglijată și  $T_p = 19.7$  K în cazul în care se consideră interacțiunea dintre lanțurile de TTT.

În cadrul proiectului au mai fost efectuate cercetări ale structurilor bicristaline cu interfețe de dimensiuni de nanometri, la orientarea câmpului magnetic de-a lungul interfețelor cristaline și a fost depistată dependența valorilor mărimilor care caracterizează fenomenele de transport de inversarea câmpului magnetic. În structurile bicristaline, dincolo de limita cuantică, se observă o caracteristică remarcabilă în câmpurile magnetice mari, unde purtătorii de sarcină ocupă doar cel mai scăzut nivel Landau și deplasarea marginii benzii energetice are loc în funcție de raportul dintre spin și scindarea nivelului orbital. Astfel, pentru un câmp magnetic orientat de-a lungul interfeței cristaline, primul maxim în dependențele  $\Delta\rho(B)/\rho$  pentru bicristalele cu unghiuri mici de dezorientare a cristalitelor este înregistrat la aceeași valoare a câmpului ca și pentru monocristale. Acest fapt sugerează că în cristalite se induce o tranziție semiconductor - semi-metal. Pentru câmpuri magnetice mai mari au fost depistate al doilea și al treilea maxime suplimentare. Apariția acestor maxime demonstrează apariția unei tranziții semiconductor - semi-metal în straturile adiacente și, respectiv, central ale interfețelor cristaline. Ambele maxime apar la valori diferite ale câmpurilor pentru bicristale cu diferite unghiuri de dezorientare. Tranzițiile apar și la valori destul de diferite ale lui  $B$ ; prin urmare, masa ciclotronică a purtătorilor de sarcină în cristalite și în regiunea interfețelor cristaline în bicristalele cu unghiuri mici de dezorientare a cristalitelor ar trebui să difere considerabil. Aceasta implică o creștere semnificativă a interacțiunii spin orbitale la interfețe și existența unor stări energetice fără bandă interzisă la interfața bicristalului. S-a depistat că spectrul oscilațiilor cuantice ale tensiunii termomagnetice conține frecvențe specifice cristalitelor și frecvențe specifice părții centrale a interfeței cristaline și părților adiacente ei. Dependențele tensiunii termomagnetice de inducția câmpului magnetic la interfețele studiate prezintă în mod clar caracteristici tipice izolatorilor cuantici tridimensionali: ajung la saturație sau cresc treptat, iar indicele de nivel Landau este extrapolat la 0,5 dacă valoarea inversă a câmpului magnetic ce corespunde maximului tensiunii termomagnetice tinde spre zero.

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. În context au fost efectuate cercetări extinse ale structurilor cu microfibre pe bază de aliaje feromagnetice cu o dependență ridicată a forței coercitive de tensiunea de întindere la deformării elastice. În rezultat, s-a obținut graficul dependenței forței coercitive ( $H_C$ ) de tensiunea de întindere aplicată ( $\sigma$ ) pentru fire fără, respectiv cu tratament termomecanic. Complementar cu aceasta a fost obținut graficul dependenței forței coercitive ( $H_C$ ) la deformare elastică ( $\Delta l/L$ ), atât pentru firul sensibil, cât și pentru firul de referință. De asemenea, a fost cercetată variația forței coercitive a firului sensibil în funcție de deformarea elastică ciclică. Rezultatele obținute în cadrul cercetărilor experimentale pot fi utilizate în proiectarea și implementarea senzorilor de deformării cu tensosensibilitate înaltă pentru diverse aplicații non-contact. La baza funcționării unui astfel de senzor stă aplicarea unui câmp magnetic extern și analiza răspunsului sistemului la câmpul magnetic aplicat. 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. Răspunsul

senzorului la câmpul magnetic alternativ aplicat depinde de deformația la întindere. Altfel spus, modificarea caracteristicilor magnetice ale buclei de histerezis este în corelație cu deformația la care este supus materialul magnetic.

A fost efectuat studiul măsurilor cantitative pentru evaluarea modelelor comportamentale orientate spre controlul proceselor/sistemelor complexe. În particular, au fost analizate și propuse măsuri cantitative pentru estimarea și evaluarea calității modelelor comportamentale construite în baza rețelelor neuronale. Abordările existente nu țin cont nici de natura procesului modelat și nici de influența factorului uman asupra procesului. În literatura de specialitate sunt prezentate mai multe metode pentru estimarea cantitativă a modelelor. O abordare comună apelează la calcularea erorii medii pătratice normalizate NMSE. În cazul când datele statistice care descriu procesul cercetat sunt ambigui/incerte, variația acestora în domeniul de valori are un caracter stohastic. În metoda dezvoltată se propune introducerea și calcularea unei valori de referință, care reprezintă un parametru specific în cadrul modelului. Astfel, pentru a analiza comportamentul unui subiect real (de exemplu al unui operator uman) se propune de a calcula eroarea medie pătratică normalizată relativ la valoarea prezisă de model:

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

unde

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

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

Valoarea de referință a parametrului de interes este determinată din fluxul de intrare al procesului decizional ca fiind valoarea cu distribuția maximă:

$$V_{in}^{ref} = \left\{ x \mid x \in \varphi_{in}^{nf}, x = \text{Max}(\delta(\varphi_{in}^{nf})) \right\} \quad (3)$$

unde  $(\delta(\varphi_{in}^{nf}))$  reprezintă funcția de distribuție a valorilor din fluxul de intrare nefiltrat  $\varphi_{in}^{nf}$ .

Reieșind din specificul procesului decizional al expertului uman a fost identificat faptul că acesta adesea operează intuitiv nu cu valorile absolute ale parametrilor de intrare/ieșire dar cu cele relative. În urma acestor observații se propune de a calcula valorile relative ale fluxului de intrare relativ la valoarea de referință a parametrului de intrare, iar valorile relative ale fluxului de ieșire - relativ la valoarea precedentă a acestui parametru. Astfel, pentru a obține fluxurile noi de intrare/ieșire sunt aplicate formulele:

$$\Delta\varphi_{in}^{nf} = \left\{ x \mid x = x_i - x_{ref}, x_i \in \varphi_{in}^{nf}, x_{ref} = \text{Max}(\delta(\varphi_{in}^{nf})) \right\}, \quad (4)$$

$$\Delta\varphi_{out}^{nf} = \left\{ x \mid x = x_{i+1} - x_i, x_{i+1}, x_i \in \varphi_{out}^{nf} \right\}. \quad (5)$$

În rezultat se obțin fluxuri noi de intrare/ieșire care pot fi utilizate pentru dezvoltarea modelelor de luare a deciziilor în baza rețelelor neuronale artificiale. Utilizând instrumentul NNT Matlab, pot fi proiectate și antrenate rețele care ar aproxima cu precizia necesară comportamentul expertului, fiind asigurată moștenirea proprietăților comportamentale specifice.

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

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.

În cadrul proiectului se efectuează cercetări științifice fundamentale. Totuși, aceste cercetări sunt benefice pentru cercetătorii și companiile din RM care utilizează lasere cu semiconductoare. Interesul celor care lucrează cu lasere semiconductoare este ca ele să funcționeze în regim stabil. Anume această stabilitate a laserelor este studiată în cadrul proiectului nostru. În plus venim cu propuneri de noi dispozitive pentru comunicare optică.

În plus, rezultatele teoretice noi obținute în proiect vor contribui la fundamentarea bazei teoretice în domeniul termoelectricității pe compuși organici. Impactul socio-economic este determinat de posibilitatea aplicării în practică a predicțiilor și metodelor de optimizare prezentate. Studiul proprietăților termoelectrice ale compușilor organici nanostructurați reprezintă o direcție strategică actuală, care constă în determinarea materialelor ieftine, ecologice și durabile pentru utilizarea în conversia energiei termice în energie electrică, recuperarea energiei disipate de la procesele industriale ș.a. Rezultatele obținute permit să se estimeze parametrii optimi ai materialelor utilizate pentru proiectarea de dispozitive și prototipuri reale. Impactul economic constă în propunerea unei noi clase de materiale pentru proiectarea dispozitivelor termoelectrice, economic și din punct de vedere al eficienței, competitive cu dispozitivele disponibile pe piață. În final menționăm ca, 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.

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

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.

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

- Colaborare bilaterală cu întreprinderea de cercetare și producere “Microfir Tehnologii Industriale” Srl., Chișinău;
- 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).
- Colaborare cu grupul domnului conf. dr. Nelly Ciobanu de la Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu” din Republica Moldova.

- Colaborarea cu grupul Prof. Denis Nica, Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Fizică și Inginerie.
- Colaborare cu grupul prof. Hans Wenzel de la Institutul Ferdinand Braun din Berlin, Germania;
- Colaborare cu grupul prof. Jens Pflaum de la Universitatea din Wuerzburg, Germania.
- Colaborare cu Departamentul Materiale Magnetice și Aplicații, INCDIE ICPE-CA, București (Dr. PĂTROI Eros).

## 8. Dificultățile în realizarea proiectului

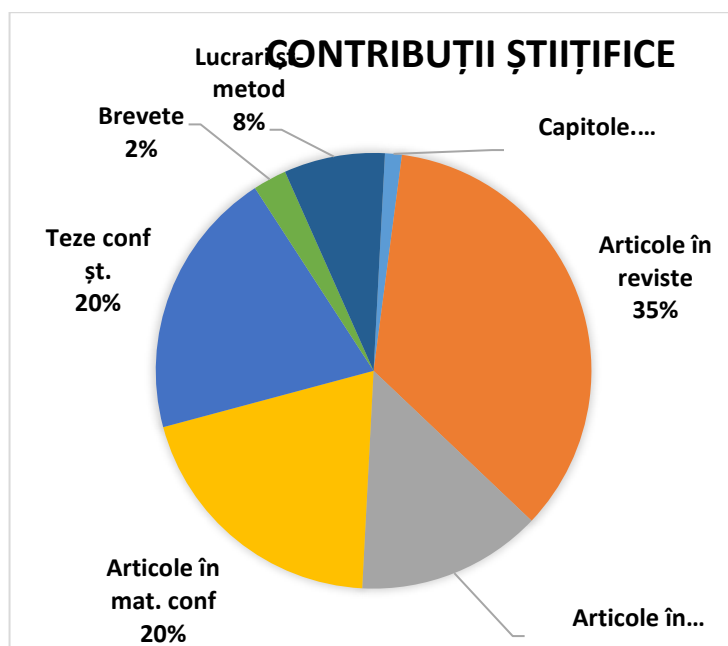
Dificultăți în realizarea proiectului nu au fost. Regretăm că din cauza COVID19 unele deplasări nu au putut fi valorificate.

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

În perioada 2020 -2023 echipa a publicat 82 de contribuții și a obținut 2 brevete de invenție - a se vedea Anexa nr.2.

Tip contribuție	Categorie	Nr.	P %
<b>1. Monografii</b>		-	
	1.1 monografii internaționale	-	
	1.2 monografii naționale	-	
<b>2. Capitole în monografii naț/int</b>		<b>1</b>	<b>1.3 %</b>
<b>3. Editor culegere de articole, materiale ale conf. naț./int.</b>		-	
<b>4. Articole în reviste științifice</b>		<b>28</b>	<b>35 %</b>
	4.1 Scopus/Web of Science <b>IF</b>	11	14 %
	4.2 În alte reviste din străinătate recunoscute	2	2.5 %
	4.3 în reviste din Registrul Național	15	19 %
	Cat. A	1	
	Cat. B+	10	
	Cat. B	1	
	Cat. C	2	
	4.4 Alte reviste naționale	1	
<b>5. Articole în culegeri șt. naț./int.</b>		<b>11</b>	<b>14 %</b>
	5.1 culegeri de lucrări științifice editate peste hotare	7	
	5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova	4	
<b>6. Articole în mat. ale conf. șt.</b>		<b>16</b>	<b>20 %</b>
	6.1 în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)	3	
	6.2 în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)	2	
	6.3 în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională	11	
	6.4 în lucrările conferințelor științifice naționale	-	
<b>7. Teze ale conf. științifice</b>		<b>16</b>	<b>20 %</b>
	7.1 în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)	7	

	7.2 în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)	9	
	7.3 în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională	-	
	7.4 în lucrările conferințelor științifice naționale	-	
<b>8. Alte lucrări științifice</b>		-	
	8.1 cărți (cu caracter informativ)	-	
	8.2 enciclopedii, dicționare	-	
	8.3 atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)	-	
<b>9. Brevete de invenții și alte OPI, mat. la saloanele de invenții</b>		2	2.5 %
<b>10. Lucrări șt.-met. și didactice</b>		6	7.5 %
	10.1 manuale pentru învățământul preuniversitar	3	
	10.2 manuale pentru învățământul universitar	2	
	10.3 alte lucrări științifico-metodice și didactice	1	
<b>TOTAL</b>		<b>80</b>	<b>100%</b>



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

### ➤ Manifestări științifice internaționale (în străinătate)

1. ZAPOROJAN, S. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii ProInvent 2023. Ediția a XXI-a, Cluj-Napoca 25-27.10.2023.
2. ZAPOROJAN, S. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii ProInvent 2022. Ediția a XX-a, Cluj-Napoca 26-28.10.2022.
3. CHISTOL, V. The International Online Conference on Nano Materials (ICN 2021) on 9 - April 2021 at Mahatma Gandhi University, Kottayam, Kerala, India (poster).
4. CHISTOL, V. A 26-a ediție a Colocviului Internațional de Fizică EVRIKA! – CYGNUS, 3-5.09.2021, Covasna, România (oral).

5. CHISTOL, V. Sesiunea Internațională de Comunicări Științifice. Ediția a XVI-a, 28-29 mai, 2021, Bârlad, România (oral).
6. ZAPOROJAN, S. comunicare în cadrul conferinței *IEEE 16<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing*, Sept. 3-5, 2020, Cluj-Napoca, Romania /**Session - Intelligent Systems: Fuzzy Reasoning And Brain Signal Classification** (Friday, September 4, 10:00-11:20) Channel: Track 01, **Chair:** Sergiu Zaporojan.
7. BURLACU, A. comunicare [Bringing together few-shot learning and self-supervision for greater sample efficiency](#) Advances in Learning from/with Multiple Learners (ALML) from IJCNN International Joint Conference on Neural Networks, IEEE World Congress on Computation Intelligence, 19 July 2020, Glasgow, UK (online)

➤ **Manifestări științifice internaționale (în Republica Moldova)**

1. CHISTOL, V. The 12th International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of Superconducting Spintronics. 22-25 September 2021, Chisinau, Moldova (poster).
2. CHISTOL, V. 5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, Chisinau, November 03-05, 2021 (poster).
3. CHISTOL, V. Conferința științifică internațională „abordări inter/trans disciplinare în predarea științelor reale, (CONCEPT STEAM)” dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol GREMALSCHI (oral).
4. GRIGORIEV, E. și DOBROVOLSCHI, V. comunicări în cadrul conferinței *Theses of the Technical Scientific Conference of undergraduate, master and PhD Students*, Chisinau, 1-3, April, 2020.

➤ **Manifestări științifice naționale**

- Nu sunt

➤ **Manifestări științifice cu participare internațională**

- Nu sunt

➤ **Comunicări, postere**

1. Tronciu V. “Securitatea comunicării optice bazate pe haos” seminar la Academia Forțelor Terestre "Nicolae Bălcescu" din Sibiu în perioada 14-18 noiembrie 2023

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

1. ZAPOROJAN, S.; TRONCIU, V.; MUNTEANU, E.; PAVEL, V.; CHICU, L. **Diplomă și Medalia de Bronz.** Pentru “Contactless strain measurement sensor based on amorphous ferromagnetic microwires”. *Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT 2023, ediția a XVIII-a. 22-24 noiembrie 2023.*
2. ZAPOROJAN, S.; TRONCIU, V.; MUNTEANU, E.; PAVEL, V.; CHICU, L. **Diplomă și Medalia de Aur.** Pentru “Approach in the development of specific contactless applications”. *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii ProInvent 2023. Ediția a XXI-a, Cluj-Napoca 25-27.10.2023.*
3. ZAPOROJAN, S.; LARIN, V.; TRONCIU, V.; MUNTEANU, E.; PAVEL, V.; CHICU, L. **Diplomă și Medalia de Aur.** Pentru “Contactless strain measurement sensor based on amorphous ferromagnetic microwires”. *The International Exhibition INVENTCOR. 3<sup>rd</sup> edition, 15-17.12.2022, Deva, Romania.*

4. 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.*
5. 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.*
6. 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.*

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

- **Emisiuni radio/TV de popularizare a științei**
  1. Tronciu V. Moldova 1 Rolul științei în societate.
  2. Chistol Vitalie/ Noutăți la canalul „Primul în Moldova”, 12 august 2021/Curentul de meteoriți Perseidele
- **Articole de popularizare a științei**
  1. CHISTOL Vitalie, TERCU J.-O., POPOVICI A. Tranzitul planetelor Mercur și Venus și determinarea valorii unității astronomice. *Evrika*. 2021, nr. 7-8-9, pp. 22-28

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

- Zaporojan Sergiu. Conducător științific la teza de doctorat „Arhitecturi hardware adaptive pentru sisteme neuro-fuzzy cu autoorganizare” (competitor Cărbune Viorel), care a fost susținută cu succes în cadrul CȘS al UTM în data de 18 decembrie 2020.
- Teza dlui Grigoriev Eugeniu “Studiul dinamicii laserelor semiconductoare GaN de lumină albastră și violetă cu mediu activ gropi sau puncte cuantice”, specialitatea științifică 131.03, a fost finisată. Conducător științific dr. hab., prof. univ. Tronciu Vasile
- Teza de doctor a dnei Tatiana Oloinic “Dinamica complexă a laserelor semiconductoare cu mediu activ puncte cuantice”, specialitatea științifică 131.03, a fost finisată. Conducător științific dr. hab., prof. univ. Tronciu Vasile
- Teza de doctor a dnei Istrati Daniela „Metode de optimizare și interfețe în organizarea sistemelor de producție”, spec. șt. 122.03. *Modele, metode matematice și produse program*, este la etapa de susținere în cadrul CȘS ad-hoc în data de 09.02.2024. Conducători șt.: dr., prof.univ. Moraru Vasile & dr., conf.univ. Zaporojan Sergiu.
- Teza de doctor a dlui Munteanu Eugeniu „Elaborarea sistemelor inteligente încorporate pentru aparatură de măsurare și control fără contact”, spec. șt. 232.01. *Sisteme de conducere, calculatoare și rețele informaționale*, este în proces de finisare. Conducător



șt.: dr., conf.univ. Zaporojan Sergiu

- Teza doamnei Dobrovolschi Veronica „Analiza și modelarea sistemelor dinamice complexe” este în proces de elaborare. Conducător științific dr. hab., prof. univ. Tronciu Vasile
- Teza doamnei Gubceac Natalia „Studiul influenței radiației electromagnetice asupra sistemelor biomoleculare” este în proces de elaborare. Conducător științific dr. hab., prof. univ. Tronciu Vasile
- Teza de master A. Burlacu: FEW-SHOT AUTOMATIC DEEP LEARNING / ÎNVĂȚAREA AUTOMATIZATĂ CU UN NUMĂR MIC DE DATE, susținută în cadrul programului de dubla diploma UTM-USV în decembrie 2020 și septembrie 2021 respectiv, Stagiul de cercetare la Universitatea Sorbonne Paris Nord, laboratorul LIPN, cu tema Few Shot Automatic Machine Learning, perioada mai-octombrie 2021.

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

1. În cadrul proiectului se efectuează cercetări fundamentale.
2. Forme de materializare a rezultatelor cercetării în cadrul proiectului pot fi produse, utilaje și servicii noi, documente ale autorităților publice aprobate etc.
3. Rusu Spiridon. Coautor al manualului FIZICA CLASA XI. Manualul este editat cu suportul MECC și este destinat profesorilor și elevilor din toate liceele Republicii Moldova.
4. Burlacu Alexandru. Teza de master *Învățare aprofundată automată cu puține exemple*.

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

- **Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor.**
  - TRONCIU Vasile/ Seminarul științific de profil ad-hoc din cadrul UTM pentru examinarea tezei de doctor în științe fizice cu tema: ”Proprietățile optice și electronice ale compușilor calcogenizi cristalini  $ZnAl_2Se_4$ ,  $XIn_2S_4$  ( $X=Zn, Hg$ ),  $TlGaSe_2$ ”, la specialitatea 134.01 Fizica și tehnologia materialelor, doctorand: Tîron Andrei, conducător: Dr.hab., prof.univ., acad. Ion Tighineanu. / **Membru al consiliului științific (2023)**
  - TRONCIU Vasile/ 6-th International conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. ICNBE-2023, Chisinau, Moldova/ **Membru al comitetului internațional de program**
  - TRONCIU Vasile/ CONFERINȚA TEHNICO-ȘTIINȚIFICĂ A STUDENȚILOR, MASTERANZILOR ȘI DOCTORANZILOR Chișinău, 5-7 aprilie 2023/ **Membru al comitetului organizatoric**
  - TRONCIU Vasile/ CONFERINȚA TEHNICO-ȘTIINȚIFICĂ A STUDENȚILOR, MASTERANZILOR ȘI DOCTORANZILOR Chișinău, 29-31 martie 2022/ **Membru al comitetului organizatoric**

- TRONCIU Vasile/ 5-th International conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. ICNBE-2021, Chisinau, Moldova/ **Membru al comitetului internațional de program**
- TRONCIU Vasile/ XI International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC|ECCO-2021)/ **Membru al comitetului de program. Chairman. Secțiunea “Theoretical and Applied Physics - In Memoriam Anatolie Casian”**
- ZAPOROJAN Sergiu /IEEE 19th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP 2023)/ October 26-28, 2023, Cluj-Napoca/ **Membru al Comitetului de Program - <https://iccp.ro/program-committee>**
- 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 /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 / 2021 IEEE 17th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing / Octombrie 28-30, 2021, Cluj-Napoca, Romania / **Membru al Comitetului de Program.**
- ZAPOROJAN Sergiu /Seminarul Științific de Profil **232. Calculatoare și tehnologii informaționale** - UTM/ **Membru.**
- SANDULEAC Ionel/ Seminarul științific de profil ad-hoc din cadrul UTM pentru examinarea tezei de doctor in stiinte fizice cu tema: ”Proprietățile optice și electronice ale compușilor calcogenizi cristalini ZnAl<sub>2</sub>Se<sub>4</sub>, XIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> (X=Zn, Hg), TlGaSe<sub>2</sub>”, la specialitatea 134.01 Fizica și tehnologia materialelor, doctorand: Tîron Andrei, conducător: Dr.hab., prof.univ., acad. Ion Tighineanu. / **Membru al consiliului științific**
- SANDULEAC Ionel/ CONFERINȚA TEHNICO-ȘTIINȚIFICĂ A STUDENȚILOR, MASTERANZILOR ȘI DOCTORANZILOR Chișinău, 5-7 aprilie 2023/ **Membru al comitetului științific**
- SANDULEAC Ionel/ CONFERINȚA TEHNICO-ȘTIINȚIFICĂ A STUDENȚILOR, MASTERANZILOR ȘI DOCTORANZILOR Chișinău, 29-31 martie 2022/ **Membru al comitetului științific**
- SANDULEAC Ionel/ CONFERINȚA TEHNICO-ȘTIINȚIFICĂ A STUDENȚILOR, MASTERANZILOR ȘI DOCTORANZILOR Chișinău, 23-25 martie 2021/ **Membru al comitetului de program**
- SANDULEAC Ionel/ XI International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC|ECCO-2021)/ **Membru al comitetului organizatoric**
- SANDULEAC Ionel/ CONFERINȚA TEHNICO-ȘTIINȚIFICĂ A STUDENȚILOR, MASTERANZILOR ȘI DOCTORANZILOR Chișinău, 1-3 aprilie 2020/ **Membru al comitetului de program**

- ANDRONIC Silvia/ XI International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC|ECCO-2021)/ **Membru al comitetului de program local. Secțiunea “Theoretical and Applied Physics - In Memoriam Anatolie Casian”**
- **Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale**
  - 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/>.
  - CASIAN Anatolie/Academia Internațională de Termoelectricitate/ **Membru**
  - CASIAN Anatolie/Academia Româno-Americană de Arte și Științe/**Membru-corespondent**
  - CASIAN Anatolie/ Revista *Journal of Applied Physics*/ **Recenzent**
  - CASIAN Anatolie/ Revista *Journal of Thermoelectricity*/ **Membru al colegiului de redacție**
  - CASIAN Anatolie/ Revista *Moldavian Journal of the Physical Sciences*/ **Membru al colegiului de redacție**

#### 16. Recomandări, propuneri.

- Venim cu propunerea de a face mai ușoara procedura de schimbări in Devizul de Cheltuieli.
- După doi ani de activitate in cadrul proiectului ar fi necesară o mica ajustare a etapelor planificate pentru următorii 2 ani la schimbările parvenite in domeniul fotonicii în ultimii 2 ani.

#### 17. Concluzii

Activitățile care au fost propuse în proiect au fost realizate în întregime. Ținem sa menționăm ca unele rezultate obținute la sfîrsitul proiectului vor fi publicate la inceputul anului 2024. Tot la început de 2024 avem 3 teze de doctor în proces de susținere. În concluzie este necesară o finanțare ulterioară pentru a continua cercetările și susținerea tinerilor care îi avem în echipă.

Conducătorul de proiect  / dr. hab. Vasile TRONCIU

Data: 11.01.2024



**Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023****Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor termoelectrice cu eficiență înaltă****Cifrul proiectului 20.80009.5007.08**

Au fost efectuate simulări numerice ale comportamentului dinamic al laserelor semiconductoare cu mediu activ gropi și puncte cuantice utilizând diferite modele elaborate în cadrul proiectului. 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. Sunt raportate rezultatele studiului teoretic al proprietăților dinamice ale laserelor DBR supuse unui feedback optic extern de la o oglindă situată la distanță. Analiza bifurcațională a ecuațiilor obținute pentru timpi mari ai feedback-ului confirmă formula simplă Helms-Petermann pentru limita de stabilitate calculată și cu parametri renormalizați. Astfel, prin aplicarea acestei formule s-a demonstrat o limită de stabilitate apropiată de 100%, reducând drastic constanta de cuplare  $\kappa$  a rețelei DBR. Au fost obținute rezultate ale investigațiilor teoretice a generării impulsurilor cu durată mai mică de 10 ps de către laserul InGaN cu două secțiuni. S-a studiat principiul generării impulsurilor și influența diferitor parametri precum lungimea secțiunii de comutare și lungimea de undă asupra stărilor staționare și comportamentului dinamic. Au fost efectuate cercetări experimentale ale structurilor cu microfibre realizate pe bază de aliaje feromagnetice cu o dependență puternică a forței coercitive a firului sensibil de tensiunea de întindere la deformații elastice. Rezultatele obținute confirmă aplicabilitatea structurilor cu microfibre pe bază de aliaje feromagnetice în proiectarea și implementarea senzorilor de deformații pentru diverse aplicații non-contact. Astfel de structuri electronice non-contact se pretează la realizarea dispozitivelor încorporate inteligente pentru aplicații avansate IoT, în particular IIoT. A fost efectuat studiul măsurilor cantitative pentru evaluarea modelelor comportamentale orientate spre controlul proceselor complexe și s-a propus o metodă de estimare a acurateții modelelor construite cu rețele neuronale, având la bază calcularea erorii medii pătratice normalizate relativ la valoarea de referință prezisă de model. În cercetările efectuate asupra aliajelor Bi-Sb ca perspectivă de izolator topologic, s-a depistat că oscilațiile cuantice ale efectului Hall longitudinal și ale magnetorezistenței în bicristale cu interfața cristalitelor de înclinație și de torsiune prezintă pentru diferite probe una sau două tranziții supraconductoare cu diferite temperaturi critice și bucle de histeresis magnetic specifice supraconductorilor puternici de tip II, sau caracteristici duale - supraconductoare și feromagnetice. Au fost raportate exemple de obținere a efectului de bistabilitate în mecanică, cu demonstrarea experimentală a acestui efect. A fost îmbunătățit modelul fizic existent pentru cristalele de TTT2I3 și TTT(TCNQ)2 prin suplimentare cu dependența de temperatură a constantei rețelei cristaline. Au fost deduse expresiile analitice pentru conductivitatea electrică, conductivitatea termică electronică și factorul de putere în cadrul modelului fizic nou și a fost calculat voltajul generat și coeficientul de performanță la refrigerare pentru un cuplu  $p-n$  format din aceste cristale. Au fost identificate regimurile de funcționare optimă, ca funcție de parametri variabili (concentrația purtătorilor de sarcină, impurități, temperatură). S-a demonstrat că coeficientul de performanță poate atinge valori de până la 0.4 în condiția optimizării cristalelor. Astfel de dispozitive își pot găsi aplicații în sistemele de aer condiționat, frigider, sau pentru răcire locală (răcirea dispozitivelor electronice, aplicații biomedicale).

Numerical simulations of the dynamic behavior of semiconductor lasers with active medium quantum well and dots were performed using different models developed within the project. Theoretical results on the wavelength stability of a power amplifier based on a multi-section master oscillator emitting at a wavelength of 1064 nm have been reported. The results of the theoretical study of the dynamic properties of DBR lasers subjected to external optical feedback from a remotely located mirror are reported. The bifurcation analysis of the equations obtained for large feedback times confirms the simple Helms-Petermann formula for the calculated stability limit and with the renormalized parameters. Thus, by applying this formula, a stability limit close to 100% was demonstrated, drastically reducing the coupling constant of the DBR network. Results of theoretical investigations of the generation of pulses with duration less than 10 ps by the two-section InGaN laser have been reported. The principle of pulse generation and the influence of various parameters such as switching section length and wavelength on steady states and dynamic behavior were studied. Experimental investigations of microwire structures made on the basis of ferromagnetic alloys with a strong dependence of the coercive force of the sensitive wire on the tensile stress at elastic deformations were carried out. The obtained results confirm the applicability of microwire structures based on ferromagnetic alloys in the design and implementation of strain sensors for various non-contact applications. Such non-contact electronic structures lend themselves to the realization of smart embedded devices for advanced IoT applications, in particular IIoT. The study of quantitative measures for the evaluation of behavioral models oriented towards the control of complex processes was carried out and a method was proposed to estimate the accuracy of models built with neural networks, based on the calculation of the normalized mean squared error relative to the reference value predicted by the model.

In research on Bi-Sb alloys as a topological insulator perspective, it was found that quantum oscillations of the longitudinal Hall effect and magnetoresistance in bicrystals with the interface of tilt and torsion crystallites show for different samples one or two superconducting transitions with different critical temperatures and magnetic hysteresis loops specific to strong type II superconductors, or dual characteristics - superconducting and ferromagnetic. Examples of achieving the bistability effect in mechanics have been reported, with experimental demonstration of this effect.

The existing physical model for  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  and  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  crystals was improved by adding the temperature dependence of the crystal lattice constant. Analytical expressions for electrical conductivity, electronic thermal conductivity and power factor were derived within the new physical model and the generated voltage and cooling performance coefficient for a p-n couple formed from these crystals were calculated. The optimal operating regimes were identified as a function of variable parameters (concentration of charge carriers, impurities, temperature). It has been shown that the performance coefficient can reach values up to 0.4 under the condition of crystal optimization. Such devices can find applications in air conditioning systems, refrigerators, or for local cooling (cooling of electronic devices, biomedical applications).

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

**Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor termoelectrice cu eficiență înaltă**

(denumirea proiectului)

**Cifrul proiectului 20.80009.5007.08**

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

1.1. monografii internaționale

- nu sunt

1.2. monografii naționale

- nu sunt

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

1. SANDULEAC, I.; CASIAN A. *Thin Film and Flexible Thermoelectric Generators, Devices and Sensors*. Editors: Skipidarov, Sergey, Nikitin, Mikhail (Eds.) Pages 259-280 eBook ISBN 978-3-030-45862-1 DOI: 10.1007/978-3-030-45862-1.

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

- nu sunt

**4. Articole în reviste științifice**

- 4.1** în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)
2. CHISTOL, V., CIOCHINA, D., TRONCIU, V. Bistability effects in mechanics and its experimental demonstration. In: *Romanian Reports in Physics*, 2023, vol. 75, pp. 1-10. ISSN 1221-1451. **10.59277/RomRepPhys.2023.75.908** (IF: 2.7)
3. MUNTYANU F., CHISTOL V., CONDREA E., SIDORENKO A., Topological features of quantum transport in Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 0.2) bicrystals. *Low Temp. Phys.* 1 January 2023; 49 (1): 130. <https://doi.org/10.1063/10.0016486> (IF: 1.618)
4. 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)
5. 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)
6. TRONCIU, V.; Werner, N.; Wenzel, H.; Wünsche, H.-J. Theoretical Study of the Behavior of a DBR Laser Subject to External Optical Feedback. *Rom. Rep. Phys.*, vol. 73, no. 4, art. 408 (2021). <http://www.rrp.infim.ro/inpress.html> (IF: 2.147).
7. TRONCIU, V.; Werner, N.; Wenzel, H.; Wünsche, H.-J. Feedback Sensitivity of Detuned DBR Semiconductor Lasers. *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. 57, no. 5, pp. 2100107

- (2021) <https://ieeexplore.ieee.org/document/9502076> (IF: 2.384).
8. CHISTOL, V.; TRONCIU, V. Graphical method of solving problems on bistability in physical systems. *European Journal of Physics*, Vol. 42, No. 6, p. 065002 (2021) <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6404/ac1447/meta> (IF: 0.756).
  9. TRONCIU, V., WENZEL, H., A KNIGGE, A. Theoretical studies of the generation of picoseconds pulses with two-section blue-violet semiconductor lasers. *Semiconductor Science and Technology*, 35(4), pp. 045029: 1-10, 2020. doi: [10.1088/1361-6641/ab74f0](https://doi.org/10.1088/1361-6641/ab74f0). (IF: 2.654)
  10. TRONCIU, V., ARAR, B., WENZEL, H. Travelling-wave analysis of extended cavity diode lasers. *Romanian Reports in Physics*, 72(3), pp. 411: 1-9, 2020. (IF: 1.9)
  11. MUNTYANU, F.M., GILEWSKI, A., NENKOV, K., ZALESKI, A. J., CHISTOL, V. Influence of the pronounced degree of imperfection on the superconductivity, weak magnetism, and quantum transport of crystallite structures with one or more nano-width multilayer interfaces of Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0.07 ≤ x ≤ 0.2) alloys. *Physica B: Condensed Matter*, 592, pp. 412262:1-6, 2020. doi:[10.1016/j.physb.2020.412262](https://doi.org/10.1016/j.physb.2020.412262). (IF: 1.902)
  12. ANDRONIC, S., CASIAN, A. Peierls structural transition in Q1D crystals of TTT<sub>2</sub>I<sub>3</sub> for different values of carrier concentration. *Advances in Materials Physics and Chemistry*, 10, pp. 239-251, 2020. doi:[10.4236/ampc.2020.1010018](https://doi.org/10.4236/ampc.2020.1010018). (IF: 1.13)

#### 4.2 în alte reviste din străinătate recunoscute

13. ANDRONIC S, SANDULEAC I., Investigating the Potential of Quasi-One-Dimensional Organic Crystals of TTT(TCNQ)<sub>2</sub> for Thermoelectric Applications, *Advances in Materials Physics and Chemistry*, accepted (2023),
14. CASIAN, A., SANDULEAC, I. Temperature dependence of the thermoelectric power factor of TTT<sub>2</sub>I<sub>3</sub> organic crystals. *ARA Journal of Sciences*, 2, pp. 108-112, 2020.

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

15. ANDRONIC, S., SANDULEAC, I., Analysis of Phonons Behavior in Quasi-One-Dimensional Crystals of TTT(TCNQ)<sub>2</sub> near the Peierls Structural Transition in a 3D Approximation, *Journal of Engineering Science*, Vol. XXX, No. 3, pp. 7-15, ISSN 2587-34-74, eISSN 2587-3482, UDC 536.784:539.21, [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(3\).01](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(3).01) (2023).
16. ZAPOROJAN, S.; MUNTEANU, E.; LARIN, V.; PAVEL, V.; CHICU, L. Embedded devices and methods for development of special non-contact applications. *Journal of Engineering Science*, vol. XXX, no. 4, 2023, pp. 1-12. ISSN 2587-3474 (in press)
17. 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).
18. 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).

19. MORARU, V.; GUȚULEAC, E.; ZAPOROJAN, S. Uncertainty modelling of dynamically reconfigurable systems based on rewriting stochastic reward nets with z-fuzzy parameters. *Computer Science Journal of Moldova*, v.29, no.3 (87), 2021, pp.388-406. ISSN 1561-4042. Categoria A.
20. MUNTYANU F.M.; NENKOV K.; ZALESKI A. J.; CONDREA E.; CHISTOL V. Various manifestations of weak magnetism and superconductivity in bicrystal interfaces of Bi, Sb and Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0.07 ≤ x ≤ 0.2) alloys. *Moldavian Journal of the Physical Sciences*, vol. 20, nr. 2, 2021.
21. MUNTYANU F. M.; CHISTOL V.; CONDREA E. Unusual topological features of the Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 0.2) nano- width bicrystal interfaces. *Moldavian Journal of the Physical Sciences*, vol. 20, nr. 2, 2021.
22. DOBROVOLSCHI, V.; PYRTSAC, C.; TRONCIU, V. The influences of the asymmetric gain saturation effect on the dynamics of InGaAsP Fabry-Perot lasers. *Journal of Engineering Sciences*, 2021, nr. 1, pp. 61-66. ISSN 2587-3474.10.52326/jes.utm.2021.28(1).05 Categoria B+.
23. ANDRONIC, S.; GRIGOREV, E.; TRONCIU, V. Generation of pulses with excitable DFB Laser with dispersive reflector, *Journal of Engineering Science*, Categoria B+. vol. XXIX nr. 1 (2022) pp. 17-22 [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(1\).02](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(1).02)
24. RUSU, S., OLOINIC, T., CHISTOL, V., TRONCIU, V. Characteristics of quantum dots laser subjected to conventional and filtered optical feedback. *Journal of Engineering Science*, vol. XXVII, no.2, pp. 44-51, 2020.
25. CASIAN, A., SANDULEAC, I. Density of states for an electronic spectrum with a forbidden band. *Journal of Engineering Science*, vol. XXVII, no.3, pp. 33-37, 2020. DOI: 10.5281/zenodo.3949645
26. GUȚULEAC, E., ZAPOROJAN, S., MORARU, V., SCLIFOS, A, FURTUNA, A. Approximate main value performance analysis of computing process using SHPN with fuzzy parameters. *Journal of Engineering Science*, vol. XXVII, no.3, pp. 111-133, 2020.
27. DOBROVOLSCHI, V., PIRTAC, C., TRONCIU, V. The influences of the asymmetric gain saturation effect on the dynamics of InGaAsP Fabry-Perot lasers. *Journal of Engineering Science*, vol. XXVIII nr. 1, (2021) pp. 61-66 [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(1\).05](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(1).05)
28. RUSU, S., GRIGOREV, E.; TRONCIU, V. Stări staționare ale laserului cu mediu activ puncte cuantice cu feedback optic. *Akademios*, vol. 57, nr. 2, pag. 18-21, 2020. [http://akademios.asm.md/files/pag\\_18\\_21\\_Akademios\\_2\\_2020.pdf](http://akademios.asm.md/files/pag_18_21_Akademios_2_2020.pdf)

#### 4.4 în alte reviste naționale

29. CHISTOL, V., POPOVICI, A., TRONCIU, V. Efectul Cuantic Zenon. *Fizica și Tehnologiile Moderne*, vol. 18, nr. 1-2, pag. 59-66, 2020.

## 5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

### 5.1 culegeri de lucrări științifice editate peste hotare



30. MUNTEANU, E.; ZAPOROJAN, S.; DULGHERU, V.; SLAVESCU, R.R.; LARIN, V.; RABEI, I. Intelligent Condition Monitoring of Wind Turbine Blades: A preliminary approach. In: *Proceedings of the IEEE 18<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP 2022)*, September 22-24, 2022, Cluj-Napoca, Romania, pp. 9-16. DOI: [10.1109/ICCP56966.2022.10053939](https://doi.org/10.1109/ICCP56966.2022.10053939). (publicat în 2023) – volum indexat WoS & Scopus.
31. GRIGORIEV E., RUSU S., TRONCIU V., New Characteristics of Blue Self-pulsating InGaN Lasers, in *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering (ICNBME-2023)*, Springer, vol. 91, pp. 174-181, Chisinau, Moldova, September 20-23, 2023, doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_19) volum indexat Scopus.
32. SANDULEAC, I., ANDRONIC S., BALMUȘ I., Organic Nanostructured Crystals for Thermoelectric Cooling in Medical Applications, in *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering (ICNBME-2023)*, Springer, vol. 91, pp. 88-95, Chisinau, Moldova, September 20-23, 2023, doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_10) volum indexat Scopus.
33. GRIGOREV, E.; TRONCIU, V. Investigation of Dynamical Properties of a Laser with Incorporated DBR Section Under the Influence of External Optical Feedback. *5<sup>th</sup> International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering ICNBME-2021*, 3-5 November 2021, Chisinau, Moldova, vol. 87. pp.439-447. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0\\_57](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_57)
34. GRIGOREV, E.; RUSU, S.; TRONCIU, V. Influence of Double Feedback on Stationary States of Quantum Dots Lasers. *5<sup>th</sup> International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering ICNBME-2021*, 3-5 November 2021, Chisinau, Moldova, vol.87, (2021) pp. 3-10. DOI:10.1007/978-3-030-92328-0\_1
35. ZAPOROJAN, S., CARBUNE, V., CALMICOV, I. Data-Based Technique for Extracting Knowledge from Data Generated in Experiments. In: *Proceedings of the IEEE 16<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP 2020)*, September 3-5, 2020, Cluj-Napoca, Romania, pp.13-19. DOI: 10.1109/ICCP51029.2020.9266187 - volum indexat WoS & Scopus
36. ZAPOROJAN, S.; CARBUNE, V.; SLAVESCU, R.R. Hardware implementation of Hopfield-like neural networks: Quantitative analysis of FPGA approach. In: *Proceedings of the IEEE 17<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP 2021)*, October 28-30, 2021, Cluj-Napoca, Romania, pp.243-250. DOI: 10.1109/ICCP53602.2021.9733628 - volum indexat Scopus

## 5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

37. SANDULEAC, I. Thermoelectric properties of a p-n module made of organic crystals of  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  and  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$ , In: *Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC|ECCO-2021)*, 21-22 October 2021, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 132-135. (2021).
38. SANDULEAC, I.; ANDRONIC S. Organic Crystals of p - type  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  and n-type  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  as Prospective Thermoelectric Materials for Biomedical Sensors, *In*

*Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering (ICNBME-2021)*, Springer, vol.87, pp. 544-551, Chisinau, Moldova, November 3-5, 2021, doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0\\_70](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_70)

39. MUNTYANU, F.M.; GILEWSKI, A.; NENKOV, K.; ZALESKI, A.J.; CHISTOL, V. Superconductivity, weak magnetism, and quantum transport of  $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$  ( $0.07 \leq x \leq 0.2$ ) crystallite structures with nano-width interfaces at an increased degree of imperfection. *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*, Chisinau, November 03-05, 2021 pp.69-72.
40. CONDREA, E.; MUNTYANU, F.; CHISTOL, V. Magneto thermopower features in bismuth nanowires at 80 K. *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*, Chisinau, November 03-05, 2021 pp. 68-71.

## 6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

### 6.1 în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

41. 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](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_1).
42. 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](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_57).
43. SANDULEAC I.I., ANDRONIC S.C. Organic Crystals of  $p$  - Type  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  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](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_70).

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

44. 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 (ECCO)*, 21-22 October, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 154-157 (2023).
45. MIHĂLACHE, A. Studiarea experimentului Franck-Hertz. *Materialele conferinței științifice internaționale. Abordări inter/trans disciplinare în predarea științelor reale (concept STEAM)*, Chișinău, 29-30, octombrie, 2021, Vol. II, p.45-48, CZU: 372.853:371.388

### 6.3 în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

46. GUBCEAC N., Controlul Dinamicii Fotonilor Emiși în Mediile Biologice, *Thecnical Scientific Conference of Undergraduate, Master and PhD students, Technical University of Moldova, Chisinau, 5-7 April 2023, vol.1, pp.19- 23.*
47. GRIGORIEV E. Investigații ale generării de impulsuri în lasere cu mediu activ gromi 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.*
48. 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.*
49. 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.*
50. CHISTOL V., TRONCIU V. Principiul nonlocalismului cuantic și inseparabilitatea cuantică a particulelor International Scientific Conference „INTER /TRANSDISCIPLINARY APPROACHES IN THE TEACHING OF THE REAL SCIENCES, (STEAM CONCEPT)”. Chisinau, Republic of Moldova 28 - 29 octombrie 2022, p. 394-398.
51. DOBROVOLSCHI, V. Controlul emisieii optice al laserului Fabry - Perot de tip InGaAsP. În: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor. Vol.1, 23-25 martie 2021, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Tehnica-UTM, 2021, pp. 30-31. ISBN 978-9975-45-699-9.*
52. GUBCEAC, N. Interacțiunea radiației electromagnetice cu sistemele biomoleculare. În: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor. Vol.1, 23-25 martie 2021, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Tehnica-UTM, 2021, pp. 38-41. ISBN 978-9975-45-699-9.*
53. GRIGORIEV, E. Caracteristica structurilor DBR MOPA cu mai multe secțiuni. În: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor. Vol.1, 23-25 martie 2021, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Tehnica-UTM, 2021, pp. 35-37. ISBN 978-9975-45-699-9.*
54. GRIGORIEV, E. Study of stationary states and dynamics of a laser with feedback from external cavities. *Theses of the Technical Scientific Conference of undergraduate, master and PhD Students, Chisinau, 1-3, April, vol. 1, p. 20, 2020.*
55. DOBROVOLSCHI, V. Analiza și modelarea sistemelor dinamice complexe. *Theses of the Technical Scientific Conference of undergraduate, master and PhD Students, Chisinau, 1-3, April, vol. 1, pp. 18-19, 2020.*
56. BURLACU, A. Optical reservoir computing: prospects of using sub-10 picosecond lasers. *Theses of the Technical Scientific Conference of undergraduate, master and PhD Students,*

Chisinau, 1-3, April, vol. 1, pp. 263-264, 2020.

#### 6.4 în lucrările conferințelor științifice naționale

- *nu sunt*

### 7. Teze ale conferințelor științifice

#### 7.1 în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

57. ZAPOROJAN S., CARBUNE V., SLAVESCU R.R., MUNTEANU E., DULGHERU V., GUȚU M. Modeling the deformation behavior of wind turbine blades using artificial neural networks. In: *Book of Abstracts of the IEEE 19th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP 2023)*, October 26-28, 2023, Cluj-Napoca, Romania, p.8.
58. 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.
59. 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.
60. GUBCEAC N., CIOBANU N., TRONCIU V. Control dynamics of the generated Frohlich photons by biological system. *The 10<sup>th</sup> IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering - EHB 2022*, Iasi, Romania, 17-19 noiembrie, 2022.
61. TRONCIU, V. Dynamical properties and feedback sensitivity of detuned DBR semiconductor lasers, *International Workshop on Nonlinear Dynamics in Semiconductor Lasers* – NDSL, WIAS Berlin, June 16–18, 2021 (invited) p. 49
62. MUNTYANU, F.M.; CHISTOL, V.; CONDREA E. Magneto transport features induced by Dirac electrons behavior and quantum phases transitions at the Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 0.2) bicrystal interfaces. *Technical program of International Online Conference on Nano Materials (ICN 2021)* Mahatma Gandhi University, P.D Hills P.O, Kottayam Kerala, India, p.106.
63. MUNTYANU, F.M.; CHISTOL, V.; CONDREA E. Unusual electronic properties of the BiSb nano- width bicrystal interfaces, *International Semiconductor Conference CAS-21- an IEEE event*, October 6-8, 2021, Bucharest, Romania Nanoscience & Nanoengineering 4 - Posters paper.

#### 7.2 în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

64. 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.
65. GRIGOREV, E.; TRONCIU, V. Investigation of Dynamical Properties of a Laser with Incorporated DBR Section Under the Influence of External Optical Feedback. In Program and Abstract Book. *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering ICNBME-2021*, 3-5 November 2021, Chisinau, Moldova, p. 97.

66. GRIGOREV, E.; RUSU, S.; TRONCIU, V. Influence of Double Feedback on Stationary States of Quantum Dots Lasers. In Program and Abstract Book. *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering ICNBME-2021*, 3-5 November 2021, Chisinau, Moldova, p. 60.
67. SANDULEAC, I.; ANDRONIC S. Organic Crystals of p - type  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  and n-type  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  as Prospective Thermoelectric Materials for Biomedical Sensors, In Program and Abstract Book. *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering ICNBME-2021*, 3-5 November 2021, Chisinau, p. 107.
68. MUNTYANU, F.M.; GILEWSKI, A.; NENKOV, K.; ZALESKI, A.J.; CHISTOL, V. Superconductivity, weak magnetism, and quantum transport of  $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$  ( $0.07 \leq x \leq 0.2$ ) crystallite structures with nano-width interfaces an at increased degree of imperfection. In Program and Abstract Book. *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*, Chisinau, November 03-05, 2021, Chisinau, Moldova, p.69.
69. CONDREA, E.; MUNTYANU, F.; CHISTOL, V. Magneto thermopower features in bismuth nanowires at 80 K. In Program and Abstract Book. *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*, Chisinau, November 03-05, 2021, Chisinau, Moldova, p.68.
70. MUNTYANU, F.M.; CHISTOL, V.; CONDREA E.; SIDORENKO A. Topological features of quantum magneto transport. Features of correlation of electronic properties with an atomic scale characterization in  $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$  ( $0 \leq x \leq 0.2$ ) bicrystals, *The 12<sup>th</sup> International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of Superconducting Spintronics*, Conference Abstract Book, 22-25 September 2021, Chisinau, Moldova, p. 58.
71. ANDRONIC, S.; GRIGOREV, E.; TRONCIU, V. Generation of pulses with excitable DFB Laser with dispersive reflector, *International Conference on Electronics, Communications and Computing*, IC|ECCO-2021, 21-23 October 2021, Chisinau, Moldova.
72. MORARU, V.; ISTRATI, D.; ZAPOROJAN, S. Solving the days-off scheduling problem using quadratic programming with circulant matrix. *Journal of Engineering Science*, vol. XXIX, no. 4, pp. 97-108. 2022, ISSN 2587-3474. Categoria B+.

### 7.3 în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

- nu sunt

### 7.4 în lucrările conferințelor științifice naționale

- nu sunt

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

### 8.1 cărți (cu caracter informativ)

- nu sunt

### 8.2 enciclopedii, dicționare

- nu sunt

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

- nu sunt

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

73. LARIN, V., ZAPOROJAN, S., MUNTEANU, E., et al. *Senzor de deformare fără contact*. MD 4876, Int Cl G01B 7/16; G01B 7/24; G01L 1/12. Brevet de invenție B1 (MD), BOPI nr. 11/2023A2.

74. DULGHERU, V., ZAPOROJAN, S., LARIN, V., MANOLI, I., MUNTEANU, E., RABEL, I. *Dispozitiv și metodă de monitorizare predictivă a stării turbinei eoliene și de implementare a contramăsurilor*. Brevet de invenție de scurta durată MD 1701 Y. F03D 1/00, F03D 7/02, G08B 1/08. BOPI nr. 3/2023.

## 10. Lucrări științifico-metodice și didactice

### 10.1 manuale pentru învățământul preuniversitar (aprobate de ministerul de resort)

75. 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.

76. 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.

77. MARINCIUC, M.; RUSU S. *Fizică: Manual pentru cl. a 11-a. (Profil real, profil umanist)*, Chișinău, Î.E.P. Știința, 2020

### 10.2 manuale pentru învățământul universitar (aprobate de consiliul științific /senatul instituției)

78. PÎNTEA Valentina, TRONCIU Vasile. *Fizica Generală Support de curs* 201 pagini, Chișinău Editura Tehnica –UTM, 2023

79. CHISTOL Vitalie, GUȚULEAC Leonid. *Fizica. Note de curs. Vol. 1*. Chișinău, Editura Tehnica –UTM, 2023.

### 10.3 alte lucrări științifico-metodice și didactice

80. CHISTOL, V. *Determinarea valorii unității astronomice din observațiile tranzitului planetei Mercur. Materialele Conferinței științifice internaționale „abordări inter/trans disciplinare în predarea științelor reale, (CONCEPT STEAM)” dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol GREMALSCHI Volumul II, 2021, pp 31-35.*

## Volumul total al finanțării proiectului 2020-2023

Cifrul proiectului: 20.80009.5007.08

Anul	Finanțarea planificată (mii lei)	Finanțarea Executată (mii lei)	Cofinanțare (mii lei)
2020	557,4	557,4	
2021	557,4	557,4	
2022	557,4	557,4	
2023	649,3	654,3	
<b>Total</b>	<b>2321,5</b>	<b>2326,5</b>	

Conducătorul de proiect V. J. / dr. hab. Vasile TRONCIU

Data: 11.01.2024



## Componența echipei pe parcursul anilor 2020-2023

Cifra proiectului 20.80009.5007.08

## Componența echipei proiectului conform contractului de finanțare 2020

<b>Echipei proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru a.2020</b>						
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume (conform contractului de finanțare)</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>	<b>Data eliberării</b>
1.	Casian Anatolii	1935	dr.hab	1,0	03.01.2020	29.05.2020
2.	Tronciu Vasile	1965	dr.hab	0,5	03.01.2020	31.12.2020
3.	Rusu Spiridon	1955	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
4.	Andronic Silvia	1988	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
5.	Sandulleac Ionel	1989	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
6.	Oloinic Tatiana	1987	f-grad	0,25	03.01.2020	31.12.2020
7.	Grigoriev Eugen	1980	f-grad	0,25	03.01.2020	31.12.2020
8.	Dobrovolschi Veronica	1987	f-grad	0,25	03.01.2020	31.12.2020
9.	Burlacu Alexandru	1996	f-grad	0,25	03.01.2020	31.12.2020

Pondere tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	<b>55</b>
---	-----------

<b>Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2020</b>					
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>
1.	Chistol Vitalie	1961	dr.	0,25	03.01.2020
2.	Zaporojan Sergiu	1961	dr.	0,5	01.06.2020

Pondere tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	<b>50</b>
--	-----------

## Componența echipei proiectului conform contractului de finanțare 2021

<b>Echipei proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru a.2021</b>						
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume (conform contractului de finanțare)</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>	<b>Data eliberării</b>
1.	Tronciu Vasile	1965	dr.hab.	0,50	04.01.2021	31.12.2021
2.	Rusu Spiridon	1955	dr.	0,50	04.01.2021	31.12.2021
3.	Zaporojan Sergiu	1961	dr.	0,50	04.01.2021	31.12.2021
4.	Andronic Silvia	1988	dr.	0,50	04.01.2021	31.12.2021
5.	Sandulleac Ionel	1989	dr.	0,50	04.01.2021	31.12.2021
6.	Oloinic Tatiana	1987	f-grad	0,25	04.01.2021	03.09.2021
7.	Grigoriev Eugen	1980	f-grad	0,50	04.01.2021	31.12.2021
8.	Dobrovolschi V.	1987	f-grad	0,50	04.01.2021	31.12.2021
9.	Chistol Vitalie	1961	f-grad	0,25	04.01.2021	31.12.2021
10.	Burlacu Alexandru	1996	f-grad	0,25	04.01.2021	31.12.2021
11.	Gubceac Natalia	1987	f-grad	0,25	04.01.2021	31.12.2021

Pondere tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	<b>54,5</b>
---	-------------



<b>Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2021</b>					
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>
1.	Mihalache Alexei	1973	dr.	0,25	03.09.2021

<b>Pondere tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării</b>	<b>45,5</b>
---	-------------

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

<b>Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru a.2022</b>						
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume (conform contractului de finanțare)</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>	<b>Data eliberării</b>
1.	Tronciu Vasile	1965	dr.hab.	0,50	03.01.2022	31.12.2022
2.	Rusu Spiridon	1955	dr.	0,50	03.01.2022	31.12.2022
3.	Zaporojan Sergiu	1961	dr.	0,75	03.01.2022	31.12.2022
4.	Andronic Silvia	1988	dr.	0,50	03.01.2022	31.12.2022
5.	Sandulleac Ionel	1989	dr.	0,50	03.01.2022	31.12.2022
6.	Oloinic Tatiana	1987	f-grad		03.01.2022	31.12.2022
7.	Grigoriev Eugen	1980	f-grad	0,50	03.01.2022	31.12.2022
8.	Dobrovolschi Veronica	1987	f-grad	0,50	03.01.2022	31.12.2022
9.	Chistol Vitalie	1961	f-grad	0,50	03.01.2022	31.12.2022
10.	Burlacu Alexandru	1996	f-grad		03.01.2022	31.12.2022
11.	Gubceac Natalia	1987	f-grad	0,50	03.01.2022	31.12.2022

<b>Pondere tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare</b>	<b>54,5</b>
--	-------------

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

<b>Pondere tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării</b>	<b>54,5</b>
---	-------------

## Componența echipei proiectului conform contractului de finanțare 2023


<b>Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru a.2023</b>						
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume (conform contractului de finanțare)</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>	<b>Data eliberării</b>
1.	Tronciu Vasile	1965	dr.hab.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
2.	Rusu Spiridon	1955	dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
3.	Zaporojan Sergiu	1961	dr.	0,75	03.01.2023	31.12.2023
4.	Andronic Silvia	1988	dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
5.	Sandulleac Ionel	1989	dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
6.	Grigoriev Eugen	1980	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
7.	Dobrovolschi Veronica	1987	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
8.	Chistol Vitalie	1961	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
9.	Gubceac Natalia	1987	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023

Pondere tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	<b>44,4</b>
---	-------------

<b>Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2023</b>					
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>

Pondere tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	<b>44,4</b>
--	-------------

Rector U.T.M.

  
(semnătura)

**dr. hab. Viorel BOSTAN**

(numele, prenumele)


Contabil (economist)

  
(semnătura)

**Victoria IOVU**

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect

  
(semnătura)

**Dr. hab. Vasile TRONCIU**

(numele, prenumele)



**EXTRAS din Procesul Verbal nr. 1  
al ședinței Consiliului Științific UTM  
din 11 ianuarie 2024**

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

**S-A DISCUTAT:** audierea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2023 în cadrul proiectului Program de Stat: **20.80009.5007.08 "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 2023 și în perioada 2020-2023 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.

**Formular privind raportarea indicatorilor în cadrul proiectului Programe de Stat  
pentru perioada 2020 – 2023, cifrul 20.80009.5007.08**

Indicator 1	Rezultat				Indicator 2	Rezultat				Indicator 3	Rezultat			
	2020	2021	2022	2023		2020	2021	2022	2023		2020	2021	2022	2023
Nr. de cereri de brevete înregistrate în cadrul proiectului de cercetare finanțat			2		Nr. de brevete obținute în cadrul proiectului de cercetare finanțat				2	Procentul lucrărilor științifice aplicate în practică, din totalul lucrărilor publicate în cadrul proiectului de cercetare finanțat	15	15	15	10
<b>Total</b>			2						2		15	15	15	10

Conducător de proiect \_\_\_\_\_ dr. hab. Vasile TRONCIU



(Nume, prenume, Semnătura)

Data 11.01.2024

LS

