

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru
Cercetare și Dezvoltare _____
” ” _____ 2025

AVIZAT

Secția AȘM _____
” ” _____ 2025

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL
(pentru etapa 2025)

privind implementarea proiectului din cadrul concursului
Proiecte ”Măsurile de promovare a mobilității bilaterale dintre Republica Federală
Germană și Republica Moldova bazate pe proiecte – ProMoMo”

Proiectul „Explorarea fezabilității pentru dezvoltarea de materiale compozite hibride”
(titlul proiectului)

Cifra proiectului 25.80013.5007.08GER

Prioritatea Strategică V „Tehnologii inovative, energie sustenabilă, digitalizare”

Rector U.T.M.

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

V. Bostan

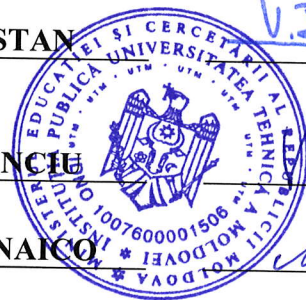
(semnătura)

Președintele

Consiliului științific UTM

dr. hab. Vasile TRONCIE

(numele, prenumele)



(semnătura)

Conducătorul proiectului

dr. hab. Eduard MONAICO

(numele, prenumele)

(semnătura)

L.Ș.

Chișinău, 2025

CUPRINS:

1. Scopul etapei 2025 conform proiectului depus la concurs.....	3
2. Obiectivele etapei 2025.....	3
3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2025.....	3
4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2025.....	3
5. Rezultatele obținute	3
6. Diseminarea rezultatelor la foruri științifice.....	7
7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului 2025.....	8
8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului 2025.....	8
9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului 2025.....	8
10. Dificultăți în realizarea proiectului: financiare, organizatorice, legate de resursele umane.....	9
11. Recomandări, propuneri.....	9
12. Lista lucrărilor științifice, publicate în anul 2025 (Anexa 2).....	10
13. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2025 în limba română și în limba engleză (Anexa 1).....	11
14. Executarea devizului de cheltuieli din contractul de finanțare pentru anul 2025 (Anexa 3).	14
15. Componența echipei conform contractului de finanțare pentru anul 2025 (Anexa 4).....	15

1. Scopul etapei 2025 conform proiectului depus la concurs (obligatoriu).

Scopul principal al proiectului constă în dezvoltarea și optimizarea proceselor de depunere a straturilor atomare (ALD) pentru materiale 2D sub formă de nanotuburi, adaptate pentru a se conforma formelor geometrice ale șabloanelor semiconductoare poroase și arhitecturi tridimensionale.

2. Obiectivele etapei 2025 (obligatoriu).

- Designul și obținerea templatelor pe baza compușilor semiconductori nanostructurați.
- Optimizarea parametrilor în procesul depunerii straturilor ultrasubțiri prin metoda ALD

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2025 (obligatoriu)

- Obținerea templatelor poroase pe bază de InP, GaP, GaAs și template ultraporoase pe baza nanoarhitecturilor 3D formate din nanotetrapode și multipode de ZnO.
- Depunerea și studiul morfologiei a straturilor ultrasubțiri pe bază de TiO₂:Mg, TiO₂/SnSe/TiO₂, SbO, BiO, MoO și a metalelor magnetice prin metoda ALD.
- Organizarea atelierului de lucru la CNSTM, UTM și participarea la atelierul de lucru la IFW Dresden, Germania

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2025

- Au fost obținute template poroase pe bază de InP, GaP și GaAs, precum și template ultraporoase formate din nanoarhitecturi 3D pe bază de nanotetrapode și multipode de ZnO.
- Au fost depuse și investigate, din punct de vedere morfologic, straturi ultrasubțiri pe bază de TiO₂:Mg, TiO₂, SnSe, SnSe₂, MoO, precum și straturi de metale magnetice, utilizând tehnica ALD.
- A fost organizat atelierul de lucru la CNSTM, UTM în luna Martie cu participarea partenerilor Prof Kornelius Niesch și Dr. Sebastian Lehmann de la IFW Dresden, Germania.
- Participarea la atelierul de lucru desfășurat la IFW Dresden, Germania în perioada 20 – 24 octombrie 2025. (Dr. Hab. Eduard Monaico, Acad. Ion Tighineanu, Dr. Tudor Braniște, Dr. Vladimir Ciobanu).

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

Pregătirea probelor de către echipa Centrului Național de Studiu și Testare a Materialelor (CNSTM) din cadrul UTM

În cadrul etapei 2025, un obiectiv major a fost optimizarea tehnologiei de fabricare a nanofirelor de GaAs prin corodare electrochimică controlată a substraturilor de GaAs. În acest scop, au fost utilizate substraturi cu diferite orientări cristaline: (100), (111)B și (001). Alegerea orientării substratului permite controlul direcției de obținere a nanofirelor: nanofirele rezultate pot fi înclinate, perpendiculare sau predominant paralele față de suprafața substratului. Spre deosebire de tehnicile de creștere epitaxială, nanofirele de GaAs nu sunt crescute prin depunere, ci obținute prin dizolvarea electrochimică selectivă a materialului înconjurător. Această metodă păstrează cristalinitatea și calitatea structurală a cristalului GaAs de bază, furnizând un templat pentru transformări și funcționalizări ulterioare.

Pe baza nanofirelor de GaAs obținute, au fost realizate selectiv structuri core-shell GaAs-Ga₂O₃, prin controlul parametrilor tehnologici în timpul tratamentului termic. Factorii esențiali au fost conținutul de oxigen din fluxul de argon și durata expunerii la temperaturi ridicate, ceea ce a permis oxidarea parțială a suprafeței nanofirelor fără a afecta cristalinitatea nucleului de GaAs. Formarea stratului de Ga₂O₃ a fost confirmată prin măsurători de difracție de raze X (XRD), EDX și spectroscopie Raman, care au evidențiat prezența fazei oxidice și păstrarea integrității structurale a nanofirelor. Această abordare oferă un control precis asupra grosimii și uniformității stratului oxidic, rezultatele fiind publicate în lucrarea J. Manuf. Mater. Process. 2025, 9, 376 <https://doi.org/10.3390/jmmp9110376>.

În paralel, au fost pregătite probe poroase din alte materiale semiconductoare, respectiv InP și GaP, cu morfologie dirijată. Probele obținute prezintă straturi poroase cu pori de formă circulară, uniform distribuiți, spre deosebire de nanofirele de GaAs, ceea ce permite ulterior formarea de structuri tip core-shell. Structurile poroase de InP și GaP au fost investigate morfologic prin microscopie electronică de baleiaj (SEM) confirmând uniformitatea și regularitatea porilor, pentru depunerea ulterioară Atomic Layer Deposition ALD de straturi funcționale ultrasubțiri de SnSe, TiO₂ și Ni, Cu în vederea realizării unor materiale hibride cu proprietăți optoelectronice și fotocatalitice îmbunătățite.

În etapa următoare se vor desfășura cercetări dedicate controlului direcției de propagare a porilor, orientați paralel cu suprafața substratului. Pentru atingerea acestui obiectiv, va fi necesară utilizarea tehnologiei de litografie cu flux laser, infrastructură care este disponibilă la parteneri din IFW Dresden. Este important de menționat că acest concept a fost demonstrat anterior de echipa CNSTM, UTM, prin aplicarea proceselor de fotolitografie tradițională, folosind măști fizice, ceea ce a permis stabilirea principiilor de bază pentru controlul morfologiei poroase.

Un alt tip de template utilizat pentru depunerea straturilor ultrasubțiri a fost reprezentat de rețelele 3D de ZnO tetrapodal. Tetrapozii de ZnO, cu lungimea brațelor de ordinul zecilor de micrometri, au fost utilizați pentru a forma template 3D cu densități controlate între 0,5 și 1 mg/cm³. Pentru aceasta, o cantitate predeterminată de tetrapozi de ZnO a fost presată într-o formă specifică, obținându-se structuri tridimensionale stabile și cu distribuție uniformă. Ulterior, probele presate au fost supuse tratament termic, pentru a consolida structura și a crește stabilitatea mecanică înainte de depunerea straturilor ultrasubțiri.

Probele preparate au fost transmise partenerilor din IFW Dresden, Germania, pentru depunerea straturilor ultrasubțiri de SnSe, SnS₂, TiO₂, Zn₂TiO₄ și MgTiO₄ prin metoda ALD. Această abordare a permis obținerea unor materiale hibride complexe, în care rețeaua de ZnO tetrapodal servește drept șablon sacrificabil, păstrând arhitectura 3D și asigurând o distribuție uniformă a straturilor depuse.

Obținerea nanostructurilor hibride prin depunerea ALD la IFW Dresden

Materialul aero-titania (aero-TiO₂) a fost obținut prin utilizarea tehnicii Atomic Layer Deposition pentru formarea straturilor ultrasubțiri de TiO₂ și TiO₂:MgO pe un template de sacrificiu constituit din rețea interconectată de micro-tetrapozi de ZnO. Template-ul de ZnO a servit drept schelet tridimensional, pe suprafața căruia se depune uniform filmul subțire de TiO₂, păstrând astfel arhitectura inițială a rețelei.

Depunerile au fost realizate la IFW Dresden, într-un reactor ALD termic echipat cu o cameră de tip disc, cu diametrul de 300 mm și înălțimea de 7 mm. Pentru depunerea stratului de TiO₂ cu grosimea de aproximativ 50 nm, s-au utilizat drept precursori tetraclorura de titan

(TiCl₄) și apa (H₂O), în timp ce azotul de înaltă puritate (20 sccm) a fost folosit ca gaz purtător. Temperatura substratului a fost menținută constant la 150 °C pe toată durata procesului de depunere.

Un ciclu ALD optimizat pentru TiO₂ a constat în succesiunea impulsurilor TiCl₄/N₂/H₂O/N₂, cu timpi de 0,2/120/0,015/120 s. Acești parametri au permis obținerea unor straturi uniforme, adaptate geometriei complexe a rețelei de microtetrapozi. A se vedea *Int. J. Mol. Sci.* **2025**, 26(22), 11035; <https://doi.org/10.3390/ijms262211035>.

După depunerea stratului de TiO₂, înlăturarea template-ului sacrificial de ZnO a fost realizată la 800 °C într-un flux de gaz coroziv (Ar și H₂). La această temperatură ridicată și în atmosferă corozivă, tetrapozii de ZnO au fost eliminați, printr-un proces de descompunere selectivă.

Probele aero-TiO₂ obținute au fost investigate morfologic utilizând microscopia electronică de baleiaj (SEM), care a confirmat faptul că structura tetrapodală se păstrează integral după procesul de depunere ALD și după îndepărtarea template-ului de ZnO, ceea ce demonstrează conformalitatea ridicată a filmelor subțiri de TiO₂ pe suprafețe cu geometrie complexă. Distribuția dimensională a brațelor tetrapozilor a fost evaluată prin prelucrarea imaginilor SEM, rezultând dimensiuni medii cuprinse în intervalul 1–3 μm, atât pentru template-ul de ZnO, cât și pentru materialul aero-TiO₂ rezultat.

Pentru evaluarea cristalinității materialelor, au fost efectuate analize de difracție de raze X (XRD). Template-ul de ZnO utilizat prezintă o structură hexagonală bine definită, cu maxime de difracție intense și clar conturate, caracteristice structurii wurtzite. După procesul complet de sinteză al aero-TiO₂, în spectrul XRD au fost observate prezența atât a fazei rutil ale TiO₂, cât și a unor maxime de ZnO rezidual. Prezența acestora din urmă indică faptul că în timpul tratamentului coroziv la temperaturi înalte, scheletul de ZnO nu este îndepărtat complet în toate regiunile tetrapozilor.

Au fost depuse straturi subțiri de SnSe pe rețelele de nanofire de GaAs utilizând metoda ALD, în vederea obținerii nanoarhitecturilor hibride destinate studiului proprietăților optice și electronice. Grosimea straturilor depuse a fost variată în intervalul 20 – 50 nm, pentru a evalua influența grosimii asupra uniformității stratului, acoperirii conformale a nanofirelor și interacțiunii dintre semiconductorul bidimensional SnSe și rețeaua tridimensională de GaAs. Analiza morfologică realizată prin SEM a demonstrat o depunere uniformă a SnSe pe întreaga suprafață a nanofirelor, evidențiind avantajele conformalității specifice tehnicii ALD în structuri cu geometrie complexă. Pentru confirmarea compoziției chimice și identificarea omogenității stratului depus, au fost efectuate analize EDX, care au arătat prezența elementelor Sn și Se în proporțiile caracteristice compusului SnSe. În plus, pentru a asigura un set de date comparativ în studiul fotoluminescenței, straturile de SnSe cu aceleași grosimi au fost depuse și pe substraturi de cuarț. Rezultatele măsurătorilor de fotoluminescență indică faptul că straturile de SnSe depuse la temperaturi joase de 150 °C prezintă un nivel redus de emisie optică, ceea ce sugerează o cristalinitate insuficientă. Ca rezultat, în vederea stimulării procesului de cristalizare și îmbunătățirii proprietăților optice ale SnSe este necesară efectuarea tratamentului termic post-depunere în atmosferă de Se. Astfel, probele vor fi transmise partenerilor de la IFW Dresden pentru efectuarea tratamentului termic în atmosferă controlată de Se.

Pe rețelele de nanofire de GaAs a fost depus și cupru, utilizând condiții controlate de depunere ALD pentru a asigura o acoperire uniformă pe întreaga arhitectură tridimensională. Integrarea cuprului pe astfel de nanostructuri este deosebit de importantă datorită rolului său

esențial în domenii precum nanoelectronică, interconectări avansate, cataliză electrochimică și dezvoltarea platformelor funcționale pentru senzori. Studiul proprietăților acestor nanostructuri este preconizată pentru etapa următoare.

Vizite bilaterale de lucru (CNSTM, UTM – IFW Dresden, Germania)

În perioada de implementare a proiectului, partenerii CNSTM/UTM și IFW Dresden au desfășurat vizite de lucru și ateliere tehnico-științifice menite să consolideze colaborarea, să faciliteze schimbul de expertiză și să asigure coordonarea eficientă a activităților de cercetare. Interacțiunile au inclus discuții tematice, prezentări ale rezultatelor obținute, planificarea etapelor următoare și vizite în infrastructurile de laborator ale ambelor instituții.

Un prim atelier de lucru a fost organizat în Chișinău la CNSTM, UTM în data de 26 martie 2025, la care au participat 18 cercetători științifici din partea UTM și Prof. Kornelius Nielsch, Dr. Sebastian Lehmann din partea IFW Dresden (vizita din 25-28 martie 2025); discuțiile s-au axat pe prezentarea progresului, ajustarea metodologiilor de confecționare a probelor pentru depuneri ALD și vizitarea laboratoarelor CNSTM, UTM. Următoarea vizită de lucru a fost efectuată în perioada 25-27 iunie 2025 de către Prof. Kornelius Nielsch din partea IFW Dresden. În cadrul vizitei au fost transmise probe cu straturi depuse ALD și discutate rezultatele preliminare. La 26 iunie 2025 Prof. Kornelius Nielsch a prezentat o prelegere în cadrul Școlii de vară „Calea spre descoperiri științifice”, unde a avut posibilitatea să se întâlnească și să discute cu elevii, studenții și tinerii cercetători participanți la evenimentele de popularizare a științei, organizate în Republica Moldova.

În cadrul vizitei dlui dr. Vladimir Ciobanu la IFW Dresden, desfășurată în perioada 29 iunie – 12 iulie 2025, au fost realizate experimente comune de depunere ALD pe probele obținute la UTM, vizând formarea straturilor de SnSe₂, a materialelor magnetice pe bază de Cu și a filmelor de TiO₂.

Ulterior, în data de 20-24 octombrie 2025, echipa CNSTM, UTM (Dr. hab. Eduard Monaico, Acad. Ion Tighineanu, Dr. Tudor Braniste, Dr. Vladimir Ciobanu) a efectuat o vizită de lucru la IFW Dresden (Germania) unde, în cadrul atelierului tehnico-științific desfășurat în perioada 21–23 octombrie 2025 au fost susținute prezentări și o sesiune de postere, iar participanții au efectuat vizite în laboratoarele IFW Dresden (ALD, PPMS, XRD, MST, ARPES, clean room, etc) pentru evaluarea infrastructurii și consolidarea cooperării experimentale.

Ultima vizită din etapa 2025 la IFW Dresden a fost efectuată de către dl Dr. hab. Eduard Monaico în perioada 24–27 noiembrie 2025, în cadrul căreia au fost analizate rezultatele obținute, stabilit numărul de participări comune ale echipei CNSTM, UTM și IFW Dresden la conferința DPG Spring Meeting of the Condensed Matter Section (SKM) 8 - 13 March 2026, Dresden University of Technology, Dresden Germany.

Lista rezumatelor transmise la Conferința Internațională DPG Spring Meeting of the Condensed Matter Section (SKM) 8 - 13 March 2026, Dresden University of Technology, Dresden Germany <https://dresden26.dpg-tagungen.de/>. *Cu Bold sunt notate persoanele din ambele echipe.*

1. **Eduard Monaico, Sebastian Lehmann, Elena Monaico, Xinzhi Li, Veaceslav Ursaki, Ion Tiginyanu, Kornelius Nielsch.** GaAs nanowire networks obtained by electrochemical etching as a universal platform for oxide and nitride architectures.
2. **Tudor Braniste, Vladimir Ciobanu, Sebastian Lehmann, Phil Goldberg, Kornelius Nielsch, Niklas Wolff, Lorenz Kienle, Rainer Adelung and Ion Tiginyanu.** Titania-based aerodynamic nanomaterials produced by atomic layer deposition.

3. **Vladimir Ciobanu**, Alejandra Ruiz-Clavijo, **Tudor Braniste**, **Sebastian Lehmann**, Niklas Wolff, **Dongho Shin**, **Eduard Monaico**, Rainer Adelung, Lorenz Kienle, **Kornelius Nielsch**, **Ion Tiginyanu**. Creating Chalcogenide Aeromaterials through Atomic Layer Deposition.

De asemenea au fost inițiate experimentele de nitridare a nanofirelor de GaAs.

De menționat că, în afară de vizitele reciproce, au fost organizate sistematic videoconferințe prin Zoom pentru prezentarea progresului cercetărilor comune și ajustarea parametrilor experimentali.

Extinderea infrastructurii de cercetare prin proiectul pentru înființarea laboratorului ALDMOLD la UTM

Partenerii CNSTM, UTM și IFW Dresden au elaborat și depus în comun o propunere de proiect către Federal Ministry of Research, Technology and Space (BMFTR) din Germania, care a fost declarată câștigătoare. Proiectul „Bilateral Laboratory for Atomic Layer Deposition in the Republic of Moldova” cu acronimul ALDMOLD a obținut finanțare pentru perioada 01 octombrie 2025 – 30 septembrie 2028 și prevede crearea unui laborator ALD modern la Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor din cadrul Universității Tehnice a Moldovei. Implementarea acestui laborator va consolida infrastructura de cercetare în domeniul materialelor funcționale și al nanotehnologiilor, oferind capacități avansate pentru depunerea controlată de filme subțiri și realizarea de nanoarhitecturi complexe. Prin acest proiect, UTM își va extinde autonomia experimentală, va forma noi competențe locale în tehnologii de vârf și va întări colaborarea strategică cu partenerii internaționali, deschizând noi direcții de cercetare în materialele și tehnologiile moderne.

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

1. MONAICO, E.I., **MONAICO, E.V.**, **URSAKI, V.V.**, **TIGINYANU, I.M.** Micro- and Nano-Integration in the Production of GaAs and Ga₂O₃ Nanowire Arrays by Top-Down Design. În: *Journal of Manufacturing and Materials Processing* 2025, Vol. 9, p. 376, <https://doi.org/10.3390/jmmp9110376>. FI – 3.3
2. NICOLAESCU, M., **BRANISTE, T.**, ORHA, C., MORARIU, M.-I., LEHMANN, S., NIELSCH, K., **TIGINYANU, I.M.**, FAUR, R., **ZALAMAI, V.**, LAZAU, C., BANDAS, C. Room Temperature UV Photodetector Based on Aero-Titanium. În: *International Journal of Molecular Sciences* 2025, Vol. 26, p. 11035, <https://doi.org/10.3390/ijms262211035>. FI – 4,9
3. **MONAICO, E.V.**, **TIGINYANU, I.M.** How Semiconductor Terminology Has Been Enriched by Research of Electrochemical Pore Etching and Electrodeposition. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*; Springer, Cham, 2025; pp. 311–321, https://doi.org/10.1007/978-3-032-06494-3_31 ISBN 978-3-032-06494-3.
4. Ion **TIGINYANU**. Semiconductor-based Aeromaterials. In: *German Moldovan Workshop on Material Science 2025, 21-23 October 2025, Dresden, Germany*. Prezentare

5. Eduard V. MONAICO, Elena I. MONAICO, Veaceslav V. URSAKI, Ion M. TIGINYANU. Fabrication of Semiconductor Templates via Electrochemical Methods as Matrices for Atomic Layer Deposition. In: *German Moldovan Workshop on Material Science 2025, 21-23 October 2025, Dresden, Germany*. Poster.
6. Tudor BRANISTE. Synthesis and characterization of TiO₂-based nanoarchitectures. In: *German Moldovan Workshop on Material Science 2025, 21-23 October 2025, Dresden, Germany*. Poster
7. Vladimir CIOBANU. Development of chalcogenide aeromaterials by means of ALD. In: *German Moldovan Workshop on Material Science 2025, 21-23 October 2025, Dresden, Germany*. Poster
8. Catalin CRECIUNEL, Vladimir CIOBANU. Towards obtaining composite nanofibers using homemade electrospinning setup. In: *German Moldovan Workshop on Material Science 2025, 21-23 October 2025, Dresden, Germany*. Poster

Lista publicațiilor din anul 2025 în care se reflectă doar rezultatele obținute în proiect, perfectată conform cerințelor față de lista publicațiilor (a se vedea Anexa 2)

Notă: Lista va include și brevetele de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții în cazul în care sunt (conform Anexei 2)

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

Rezultatele proiectului contribuie semnificativ la avansarea cunoașterii în domeniul nanomaterialelor funcționale și a tehnologiilor moderne de fabricare a structurilor poroase, nanoarhitecturilor 3D și a materialelor hibride tip core-shell. Impactul științific este consolidat prin publicarea rezultatelor în reviste internaționale cu factor de impact, ceea ce crește vizibilitatea și recunoașterea internațională a echipei de cercetare. Proiectul are, de asemenea, un rol esențial în formarea resursei umane de înaltă calificare: pe baza rezultatelor obținute sunt în pregătire o teză de doctor habilitat (Dr. Fiodor Braniște) și două teze de doctorat (drd Tatiana Galatonova și drd Simon Busuioc), ceea ce demonstrează continuitatea și relevanța științifică a activităților. Din perspectivă socială și economică, proiectul contribuie la consolidarea infrastructurii de cercetare a UTM, la pregătirea tinerilor specialiști și la creșterea competitivității naționale în domeniul materialelor avansate și nanotehnologiilor.

8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)

În cadrul implementării proiectului, s-a realizat colaborare cu Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii (IEN D Ghițu) al UTM, în vederea depunerii contactelor electrice pe nanostructurile obținute, precum și cu MICRO NANO TECH SRL pentru identificarea domeniilor de aplicare ale nanostructurilor hibride, asigurând astfel atât caracterizarea funcțională, cât și exploatarea potențialului acestora în diverse tehnologii. Directorul Marcel Vârlan și colaboratorul dl Dumitru Popa de la MICRO NANO TECH SRL au fost invitați la atelierul de lucru organizat în perioada 21-23 octombrie 2025 la IFW Dresden, Germania.

9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)

Cooperarea cu grupul prof. Cornelia Bandas, Timișoara, România, grupul prof. Rainer Adelung, Kiel, Germania, grupul prof. Marius Enăchescu, București, România a permis realizarea unor

investigații complexe care nu sunt accesibile local, oferind acces la infrastructură avansată și expertiză specializată. A fost inițiată colaborarea cu Universitatea din Vilnius (Prof. Juras Banys) în vederea investigării proprietăților THz ale probelor obținute în cadrul proiectului.

10. Dificultățile în realizarea proiectului de natură financiară, organizatorică, legate de resursele umane etc. (obligatoriu).

Nu au fost întâmpinate dificultăți majore care să ducă la devierea de la planul de realizare a proiectului.

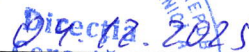
11. Recomandări, propuneri (opțional).

Se recomandă accelerarea implementării laboratorului ALD, ca infrastructură strategică necesară pentru asigurarea independenței experimentale și pentru creșterea capacității instituției de a participa la proiecte internaționale competitive. Totodată, pentru valorificarea deplină a tehnologiilor ALD, este esențială dezvoltarea complementară a infrastructurii de caracterizare avansată (microscopie, spectroscopie, analiză structurală și compozițională). În acest context, se consideră oportună lansarea unor apeluri dedicate finanțării infrastructurii de cercetare, având în vedere că în ultimii opt ani nu au existat astfel de programe, iar în proiectele aflate în derulare cheltuielile pentru infrastructură nu sunt eligibile. O astfel de inițiativă ar accelera modernizarea capacităților naționale de cercetare și ar spori competitivitatea comunității științifice.

Conducătorul de proiect

 dr. hab. Eduard MONAICO

Data:

 Decembrie 2025

LȘ



**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul 2025 în cadrul proiectului**

„Explorarea fezabilității pentru dezvoltarea de materiale compozite hibride”

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

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

2. Capitole în monografii naționale/internaționale

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

4. Articole în reviste științifice

4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)

1. MONAICO, E.I., MONAICO, E.V., URSAKI, V.V., TIGINYANU, I.M. Micro- and Nano-Integration in the Production of GaAs and Ga₂O₃ Nanowire Arrays by Top-Down Design. În: *Journal of Manufacturing and Materials Processing* 2025, Vol. 9, p. 376, <https://doi.org/10.3390/jmmp9110376>. FI – 3,3

2. NICOLAESCU, M., BRANISTE, T., ORHA, C., MORARIU, M.-I., LEHMANN, S., NIELSCH, K., TIGINYANU, I.M., FAUR, R., ZALAMAI, V., LAZAU, C., BANDAS, C. Room Temperature UV Photodetector Based on Aero-Titania. În: *International Journal of Molecular Sciences* 2025, Vol. 26, p. 11035, <https://doi.org/10.3390/ijms262211035>. FI – 4,9

3. MONAICO, E.V., TIGINYANU, I.M. How Semiconductor Terminology Has Been Enriched by Research of Electrochemical Pore Etching and Electrodeposition. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*; Springer, Cham, 2025; pp. 311–321, https://doi.org/10.1007/978-3-032-06494-3_31 ISBN 978-3-032-06494-3.

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

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

4.4. în alte reviste naționale

5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

- Ion TIGINYANU. Semiconductor-based Aeromaterials. In: *German Moldovan Workshop on Material Science 2025, 21-23 October 2025, Dresden, Germany*. Presentare
- Eduard V. MONAICO, Elena I. MONAICO, Veaceslav V. URSAKI, Ion M. TIGINYANU. Fabrication of Semiconductor Templates via Electrochemical Methods as Matrices for Atomic Layer Deposition. In: *German Moldovan Workshop on Material Science 2025, 21-23 October 2025, Dresden, Germany*. Poster.
- Tudor BRANISTE. Synthesis and characterization of TiO₂-based nanoarchitectures. In: *German Moldovan Workshop on Material Science 2025, 21-23 October 2025, Dresden, Germany*. Poster
- Vladimir CIOBANU. Development of chalcogenide aeromaterials by means of ALD. In: *German Moldovan Workshop on Material Science 2025, 21-23 October 2025, Dresden, Germany*. Poster
- Catalin CRECIUNEL, Vladimir CIOBANU. Towards obtaining composite nanofibers using homemade electrospinning setup. In: *German Moldovan Workshop on Material Science 2025, 21-23 October 2025, Dresden, Germany*. Poster

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

Notă: vor fi considerate teze și nu articole materialele care au un volum de până la 0,25 c.a.

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

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

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

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

10. Lucrări științifico-metodice și didactice

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

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

10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice

11. Recomandări, propuneri.

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifra proiectului 25.80013.5007.08GER

Denumirea Proiectului „Explorarea fezabilității pentru dezvoltarea de materiale compozite hibride”

Rezumat în limba engleză pentru anul 2025

În etapa de raportare 2025, echipa Centrului Național de Studiu și Testare a Materialelor (CNSTM) din cadrul Universității Tehnice a Moldovei a realizat progrese semnificative în domeniul nanomaterialelor funcționale, punând accent pe dezvoltarea de nanoarhitecturi 3D, materiale hibride și tehnologii avansate de depunere prin Atomic Layer Deposition (ALD).

Au fost obținute nanostructuri core-shell ($\text{GaAs}/\text{Ga}_2\text{O}_3$) și materiale poroase pe bază de InP , GaP și rețele 3D de ZnO tetrapodal de către echipa de la CNSTM, UTM, care au servit drept template-uri pentru depunerea de straturi ultrasubțiri de TiO_2 , SnSe , SnS_2 și Cu prin ALD la IFW Dresden, păstrând arhitectura inițială și proprietățile structurale. Analizele SEM, XRD și EDX au confirmat integritatea morfologică și compozițională a nanostructurilor.

Colaborarea internațională cu IFW Dresden a inclus vizite de lucru și ateliere, consolidând expertiza și coordonarea experimentală. În cadrul vizitelor bilaterale de lucru, pe lângă discuțiile tehnice și prezentările rezultatelor, au fost realizate și experimente comune de depuneri ALD, ceea ce a permis compararea tehnicilor, optimizarea parametrilor și pregătirea probelor pentru investigații ulterioare în cadrul colaborării.

Un rezultat strategic îl constituie câștigarea proiectului „Bilateral Laboratory for Atomic Layer Deposition in the Republic of Moldova” (ALDMOLD), deus în parteneriat cu IFW Dresden și finanțat de Federal Ministry of Research, Technology and Space (BMFTR) din Germania pentru perioada 2025–2028, care prevede crearea unui laborator ALD modern la UTM ce va permite dezvoltarea infrastructurii naționale de cercetare în domeniul materialelor funcționale.

În cadrul etapei au fost publicate trei articole indexate în baza de date Springer, realizate în colaborare între CNSTM, UTM și IFW Dresden. De asemenea, au fost transmise trei rezumate pentru prezentare la DPG Spring Meeting of the Condensed Matter Section (SKM), care va avea loc în perioada 8–13 martie 2026 la Dresden University of Technology, unde vor fi comunicate rezultatele comune obținute în cadrul colaborării bilaterale.

Rezultatele obținute contribuie la pregătirea unei teze de doctor habilitat și a două teze de doctor, demonstrând impactul semnificativ al proiectului asupra formării specialiștilor și consolidării capacității de cercetare la nivel instituțional.

Rezumat în limba engleză pentru anul 2025 1 pagină

In the 2025 reporting period, the team from the National Center for Material Study and Testing (CNSTM) at the Technical University of Moldova (UTM) made significant progress in the field of functional nanomaterials, focusing on the development of 3D nanoarchitectures, hybrid materials, and advanced Atomic Layer Deposition (ALD) technologies.

The CNSTM, UTM team produced core-shell nanostructures (GaAs/Ga₂O₃), porous materials based on InP and GaP, and 3D networks of ZnO tetrapods, which served as templates for the deposition of ultrathin TiO₂, SnSe, SnS₂, and Cu layers via ALD at IFW Dresden, preserving the original architecture and structural properties. SEM, XRD, and EDX analyses confirmed the morphological and compositional integrity of these nanostructures.

The international collaboration with IFW Dresden included working visits and workshops, strengthening expertise and experimental coordination. During these bilateral visits, in addition to technical discussions and result presentations, joint ALD deposition experiments were carried out, allowing for technique comparison, parameter optimization, and preparation of samples for subsequent investigations within the collaboration.

A strategic outcome of this collaboration is the successful award of the project “Bilateral Laboratory for Atomic Layer Deposition in the Republic of Moldova” (ALDMOLD), submitted in partnership with IFW Dresden and funded by the Federal Ministry of Research, Technology and Space (BMFTR) of Germany for 2025–2028. The project foresees the creation of a modern ALD laboratory at UTM, which will enhance the national research infrastructure in the field of functional materials.

During this reporting period, three articles indexed in the Springer database were published through collaboration between CNSTM, UTM, and IFW Dresden. Additionally, three abstracts were submitted for presentation at the DPG Spring Meeting of the Condensed Matter Section (SKM), to be held on 8–13 March 2026 at Dresden University of Technology, where the collaborative results will be presented.

The results obtained contribute to the preparation of one habilitation thesis and two doctoral theses, demonstrating the significant impact of the project on specialist training and the strengthening of research capacity at the institutional level.

Conducătorul de proiect  dr. hab. Eduard MONAICO

Data: 09.12.2025

LS



Executarea devizului de cheltuieli,
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2025
Cifrul proiectului 25.80013.5007.08GER

Cheltuieli, lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710	17 630,0		17 630,0
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	67 270,0		67 270,0
Servicii medicale	222810			
Servicii de editare	222910			
Servicii de protocol	222920			
Servicii de cercetări științifice contractate	222930	9 900,0		9 900,0
Servicii neatribuite altor aliniate (taxe de publicare a articolelor științifice)	222999			
Servicii neatribuite altor aliniate (Salarizarea – cumul extern)	222999			
Alte cheltuieli în bază de contracte cu persoane fizice	281600			
Cheltuieli curente neatribuite la alte categorii	281900			
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110			
Procurarea activelor nemateriale	317110			
Procurarea combustibilului, carburanților și lubrifianților	331110			
Procurarea produselor alimentare	333110	800,0		800,0
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	2 700,0		2 700,0
Procurarea materialelor de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110	1 700,0		1 700,0
TOTAL		100 000,0		100 000,0

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

Rector U.T.M.



(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)

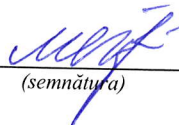


(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect



(semnătura)

dr. hab. Eduard MONAICO

(numele, prenumele)

Data: 12.04.2025


 Cercetări
 Științifice

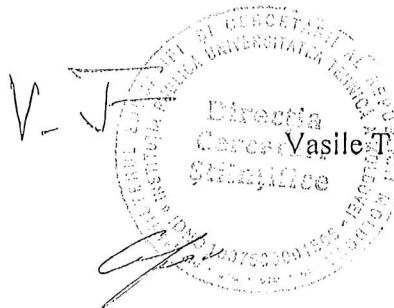


EXTRAS
din Procesul Verbal
al ședinței Consiliului Științific UTM
din 02 decembrie 2025

Prezenți: 14 membri ai Consiliului științific al UTM – Vasile Tronciu, *Prorector pentru cercetare, prof. univ., dr. hab.*; Bostan Ion, *Academician AȘM, prof. univ., dr. hab.*; Bostan Viorel, *Rector UTM, prof. univ., dr. hab.*; Siminiuc Rodica, *Directoare a ȘD UTM, conf. univ, dr.*; Sturza Rodica, *Membriu cor. AȘM, prof. univ., dr. hab.*; Ghendov-Moșanu Aliona, *conf. univ., dr. hab.*; Caisîn Larisa, *prof. univ., dr. hab.*; Cepoi Liliana, *Director, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al UTM, conf.univ., dr.*; Gheorghiiță Maria, *prof. univ., dr.*; Monaico Eduard; *dr., conf. cercet.*; Țurcanu Dinu, *dr., conf. univ.*; Țirșu Mihai; *Director Institutul de Energetică UTM, conf. univ., dr.*; Popovici Mihail, *conf. univ., dr.*; Muntean Viorel, *Doctorand UTM*

S-A DISCUTAT: audierea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2025 al proiectului din cadrul Concursului de proiecte "Măsuri de promovare a mobilității bilaterale dintre Republica Federală Germană și Republica Moldova bazate pe proiecte – ProMoMo": **25.80013.5007.08GER „Explorarea fezabilității pentru dezvoltarea de materiale compozite hibride nanomateriale”**, Conducător de proiect: *dr. hab. Eduard MONAICO.*

S-A DECIS: aprobarea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2025 al proiectului din cadrul Concursului de proiecte "Măsuri de promovare a mobilității bilaterale dintre Republica Federală Germană și Republica Moldova bazate pe proiecte – ProMoMo": **25.80013.5007.08GER „Explorarea fezabilității pentru dezvoltarea de materiale compozite hibride nanomateriale”**, Conducător de proiect: *dr. hab. Eduard MONAICO.*



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

Secretar al CȘ UTM,
Liliana CEPOI, dr. hab.