

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru
Cercetare și Dezvoltare _____

” ” _____ 2024

AVIZAT

Secția AȘM _____

” ” _____ 2024

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL 2024
privind implementarea proiectului din cadrul concursului
„Proiecte Tineri Cercetători”

Proiectul **Obținerea aeromaterialelor în bază de semiconductori**
prin metode cost-eficiente

Cifra proiectului **24.80012.5007.12TC**

Prioritatea Strategică ***V „Tehnologii inovative, energie sustenabilă***

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

Președintele
Consiliului științific UTM **dr. hab. Vasile TRONCIU** _____
(numele, prenumele) (semnătura)

Conducătorul proiectului **dr. Vladimir CIOBANU** _____
(numele, prenumele) (semnătura)

L.Ș.

Chișinău 2024

CUPRINS:

1. Scopul etapei 2024
2. Obiectivele etapei 2024
3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2024
4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2024
5. Rezultatele obținute
6. Diseminarea rezultatelor la foruri științifice
7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului 2024
8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului 2024
9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului 2024
10. Dificultăți în realizarea proiectului: financiare, organizatorice, legate de resursele umane
11. Recomandări, propuneri
12. Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice publicate în anul 2024 (Anexa 1)
13. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2024 în limba română și în limba engleză (Anexa 2)
14. Executarea devizului de cheltuieli din contractul de finanțare pentru anul 2024 (Anexa 3)
15. Componența echipei conform contractului de finanțare pentru anul 2024 (Anexa 4)

1. Scopul etapei 2024 conform proiectului depus la concurs (obligatoriu)

Elaborarea tehnologiei de depunere chimică a straturilor subțiri de semiconductori (GaN, ZnTe, SnO₂, Ga₂O₃, Fe₂O₃) pe substrat format dintr-o rețea de microtetrapozi din ZnO.

2. Obiectivele etapei 2024 (obligatoriu)

1. Obținerea aeromaterialelor pe baza compușilor semiconductori GaN și ZnTe prin metoda electrochimică în regim potențiostatic și galvanostatic în impulsuri.
2. Obținerea aeromaterialelor pe bază de Ga₂O₃, SnO₂ și Fe₂O₃ prin metoda depunerii din faza chimică ce implică și tehnica aerosol.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2024 (obligatoriu)

1. Depunerea prin metoda aerosol a straturilor subțiri de SnO₂ și Ga₂O₃ pe microtetrapozi din ZnO; analiza morfologică și chimică a materialelor obținute; studiul influenței concentrațiilor precursorilor asupra stoichiometriei materialului.
2. Depunerea straturilor de GaN, ZnTe și Fe₂O₃ pe substraturi din microtetrapozi de ZnO prin metoda electrochimică; studiul influenței parametrilor de depunere precum tensiunea, concentrația și temperatura electrolitului, analiza morfologică și chimică a aeromaterialelor obținute.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2024 (obligatoriu)

1. A fost optimizat procesul de depunere prin metoda aerosoli a straturilor de SnO₂, Ga₂O₃ și Fe₂O₃ pe tetrapozi din ZnO.
2. A fost studiat procesul de creștere electrochimică a straturilor de Fe₂O₃, GaN și ZnTe pe suprafața tetrapozilor din ZnO.
3. A fost studiat procesul de corodare selectivă a ZnO pentru obținerea aeromaterialelor în baza straturilor subțiri depuse (GaN, Ga₂O₃, Fe₂O₃, ZnTe, SnO₂).
4. A fost investigat gradul de umectabilitate ale aeromaterialelor.
5. A fost elaborat aeromaterial din TiO₂ și investigată performanța fotocatalitică pentru descompunerea tetraciclinei.

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

În cadrul proiectului, etapa 1 s-a concentrat pe elaborarea protocoalelor de obținere a materialelor ultra-poroase (aeromateriale) din compuși semiconductori cu bandă largă și oxidici, precum GaN, ZnTe prin metoda electrochimică, și Ga₂O₃, SnO₂ și Fe₂O₃ prin metoda chimică ce implică tehnica aerosoli.

Tematica proiectului este o continuare a studiilor deja efectuate la Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor (CNSTM) din cadrul UTM. Aeromaterialele dezvoltate anterior prin metode precum Depunerea Straturilor Atomare (ALD) sau Epitaxia Hidridă din Faza de Vaporii (HVPE) prezintă interes sporit pentru aplicații practice. Metodele utilizate la obținerea aeromaterialelor s-au dovedit a fi eficiente pentru obținerea aero-GaN, aero-Ga₂O₃, aero-ZnS, aero-TiO₂, însă dezavantajul principal îl reprezintă prețul înalt de fabricare și echipamentul costisitor disponibil doar în laboratoarele partenerilor de cercetare de peste hotare. Astfel, dezvoltarea metodelor cost-eficiente de obținere a aeromaterialelor este necesară.

Elaborarea aeromaterialelor pe baza oxizilor semiconductori prin tehnica aerosoli

Pe parcursul acestei etape, procesul de depunere prin metoda aerosol a fost optimizat pentru obținerea straturilor subțiri din SnO₂, Ga₂O₃ și Fe₂O₃ pe microtetrapozi din ZnO. Această activitate a implicat analiza influenței concentrației precursorilor asupra stoichiometriei materialelor rezultate, folosind tehnici avansate de caracterizare, precum microscopia electronică cu baleiaj (SEM) și spectroscopia de dispersie a energiei razelor X (EDX).

Pentru obținerea materialului din Ga₂O₃, a fost utilizată o soluție ce constă din GaCl₃ dizolvat în alcool etilic cu concentrația finală de 0,25 M. A fost elaborat un dispozitiv ce permite depunerea din faza de aerosoli, cu viteza controlată prin setarea fluxului de gaz de transport, iar temperatura suportului a fost menținută la 450 °C. Timpul de depunere de asemenea a variat pentru a observa dependența capacității de penetrare în structura 3D pe bază de microtetrapode interpenetrante de ZnO.

În figura 1a,b sunt prezentate imagini SEM ale structurilor din Ga₂O₃/ZnO depuse timp de 1 min și 5 min, respectiv, grosimea în primul caz fiind de circa 80 nm, iar după 5 min, de circa 400 nm. Este necesar de menționat că după procesul de creștere din aerosoli, materialul a fost tratat termic la temperatura de 900 °C timp de o oră în aer, cu scopul de a îmbunătăți calitatea cristalină a materialului.

Imaginea de rezoluție înaltă SEM demonstrează formarea granulelor după tratarea termică. Pentru obținerea aeromaterialului final din aero-Ga₂O₃, a fost necesar de a coroda selectiv ZnO ce servește drept material de sacrificiu. Pentru aceasta, materialul a fost plasat în soluție de acid citric cu concentrația de 0,1 M timp de 24 h la temperatura camerei. În figura 1d sunt prezentate imagini SEM ce reflectă morfologia materialului pe bază de aero-Ga₂O₃, ce prezintă microtetrapozi cu cavități în interior, grosimea pereților tuburilor fiind de circa 400 nm. Analiza chimică EDX pe probele de Ga₂O₃/ZnO demonstrează prezența oxidului de galiu, iar abundența oxidului de zinc este legată cu cantitatea mai mare în volumul unde semnalul este colectat de detectorul EDX.

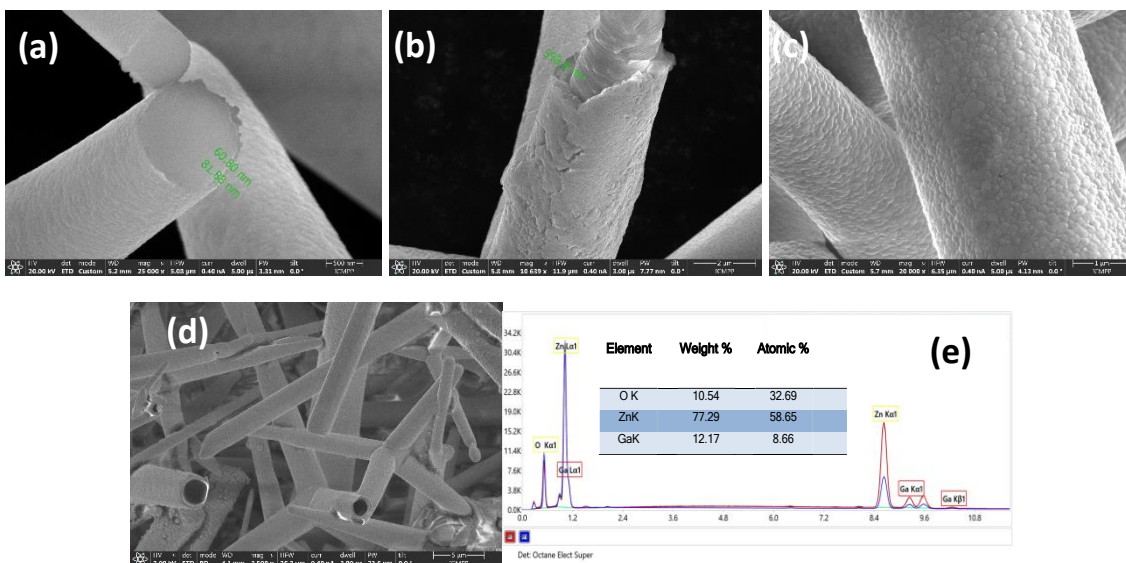


Figura 1. Imagini SEM a structurilor din $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$ la depunerea Ga_2O_3 timp de (a) 1 min, (b) 5 min; (c) imagine SEM de rezoluție înaltă a stratului de Ga_2O_3 după tratamentul termic, și (d) după corodarea ZnO sacrificial. Analiza chimică compozițională este prezentată în figura (e)

Pentru obținerea materialului din SnO_2 , a fost utilizată o soluție ce constă din SnCl_4 dizolvat în alcool etilic cu concentrația finală de 0,25 M. Temperatura substratului pe care are loc depunerea din aerosoli a fost menținută la 450 °C, iar timpul a fost de asemenea setat în intervalul 1-5 minute. În figurile 2a,b sunt prezentate imagini SEM ale structurilor din SnO_2/ZnO crescute timp de 5 min, respectiv, grosimea stratului de SnO_2 fiind de circa 300 nm.

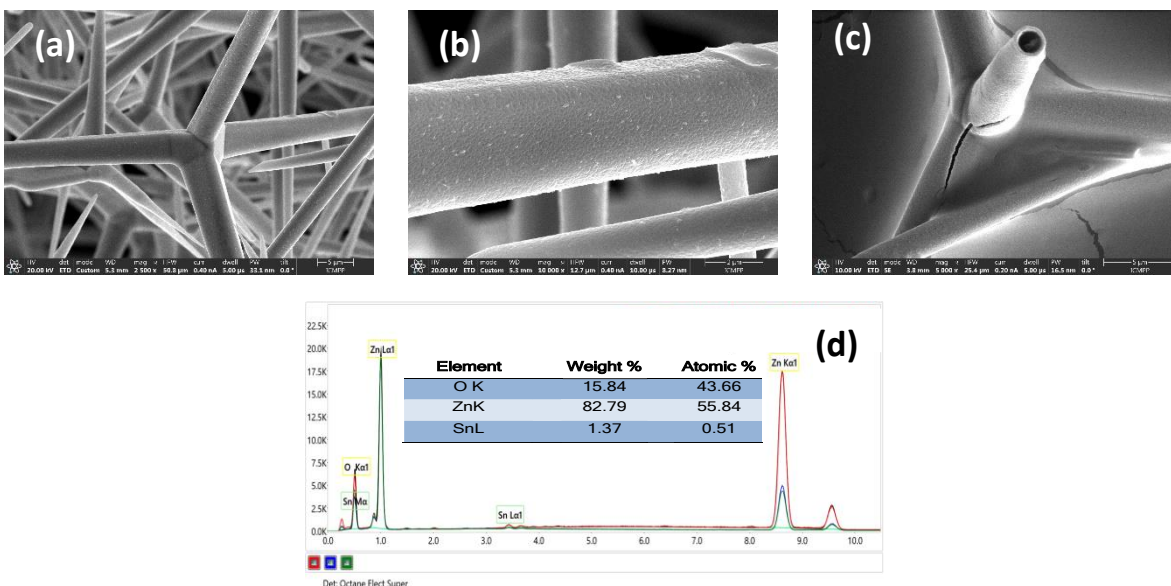


Figura 2. Imagini SEM ale structurii SnO_2/ZnO înainte (a, b), și după corodarea ZnO (c). Analiza chimică EDX a straturilor din SnO_2 depuse pe substrat din tetrapozi din ZnO este prezentată în figura (d)

Materialul a fost ulterior tratat termic la temperatura de 500 °C timp de o oră în aer pentru îmbunătățirea calității cristaline. Aeromaterialul final din aero-SnO_2 , ilustrat în figura 2c, a fost obținut în urma corodării selective a ZnO ce servește drept substrat de sacrificiu, în soluție de acid citric, timp de 24 h. Analizele EDX au demonstrat prezența elementelor țintă, validând compoziția chimică dorită.

Elaborarea aeromaterialelor prin metoda depunerii electrochimice

Procesul de depunere electrochimică a fost investigat pentru straturile din GaN , ZnTe și Fe_2O_3 , folosindu-se electroliți cu concentrații variabile și tensiuni de depunere ajustabile. Depunerile electrochimice au fost făcute într-un sistem cu 2 electrozi utilizând instalația Gill AC Potentiostat/Galvanostat. Experimentele au arătat că parametrii de depunere, precum concentrația precursorilor și temperatura electrolitului, au un impact semnificativ asupra grosimii, uniformității și compoziției straturilor depuse. Analiza morfologică în cazul straturilor din Fe_2O_3 a evidențiat formarea unor straturi compacte și bine aderente pe microtetrapozii din ZnO , pregătind materialele pentru procesul ulterior de corodare selectivă, pe când în cazul materialelor din GaN și ZnTe , au fost observate structuri lamelare, crescute pe suprafața microtetrapozilor din ZnO .

Pentru depunerea electrochimică a straturilor din Fe_2O_3 , a fost utilizată o soluție apoasă ce constă din $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$ și Na_2SO_4 . pH-ul soluției a fost menținut la 7.2. Depunerile au avut loc în regim potențiostatic în intervalul 1.5 V – 10 V, iar timpul de depunere a variat de la 3 min la 10 min. În figura 3a, b sunt prezentate imagini SEM ale straturilor din Fe_2O_3 depuse electrochimic pe microtetrapozi din ZnO , iar în figura 3c este ilustrat aeromaterialul după corodarea selectivă a oxidului de zinc. Se poate observa că grosimea stratului depus timp de 5 min este de aproximativ 600 nm, iar analiza EDX pe materialul $\text{ZnO/Fe}_2\text{O}_3$ demonstrează prezența oxidului de fier.

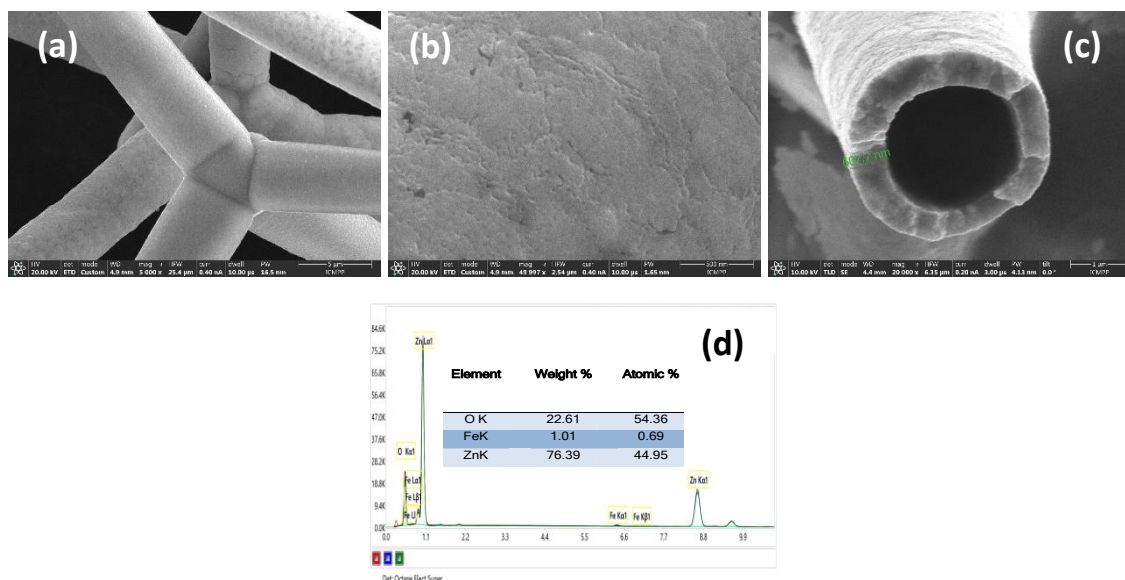


Figura 3. Imagini SEM ale materialului $\text{ZnO/Fe}_2\text{O}_3$ depus timp de 5 min la tensiunea de 5 V, și aeromaterialul după corodarea ZnO (a-c). Analiza chimică EDX a straturilor din Fe_2O_3 depuse pe substrat din tetrapozi din ZnO este prezentată în figura d.

Pentru depunerea electrochimică a straturilor din GaN, a fost utilizată o soluție apoasă ce constă dintr-un amestec de $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ și NH_4NO_3 . Rezultatele au demonstrat că la tensiuni de depunere mai mici, precum la 3 V, stratul depus este mai uniform în comparație cu cele crescute la 5 V și 10 V, respectiv. Imaginile SEM din figura demonstrează depunerea uniformă cu mici defecte în cazul electrodepunerii la 3 V și creșterea structurilor lamelare la tensiuni mai înalte. Corodarea selectivă a ZnO este demonstrată în figura 4d.

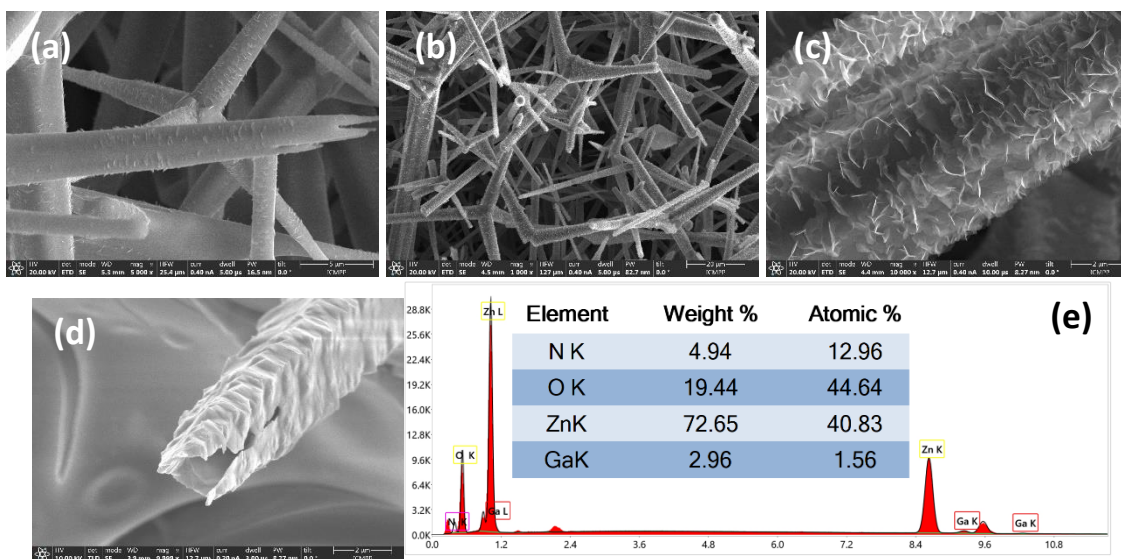


Figura 4. Imagini SEM ale structurilor GaN/ZnO depuse electrochimic pe substrat din ZnO, la 3V (a), 5 V (b), HR SEM (c), și aeromaterialul obținut după corodarea ZnO. Analiza chimică EDX a straturilor din GaN depuse pe substrat din tetrapozi din ZnO este prezentată în figura (e)

Pentru depunerea electrochimică a straturilor din ZnTe, a fost utilizată o soluție apoasă ce constă dintr-un amestec de ZnSO_4 și TeO_2 . Imaginile SEM din figura 5 demonstrează depunerea structurilor lamelare la tensiuni mai mari de 3V.

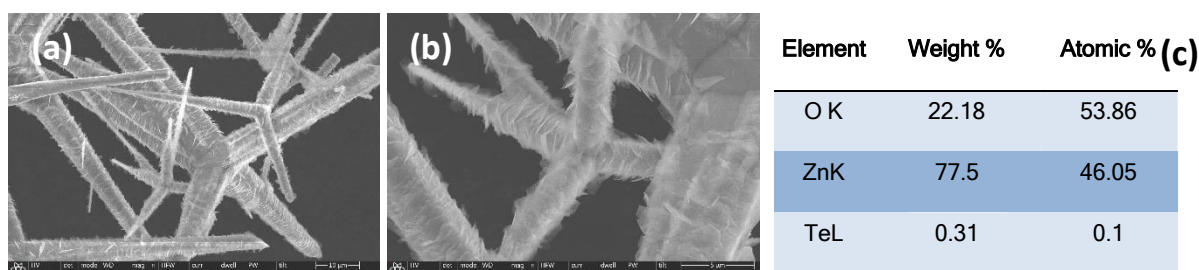


Figura 5. Imagini SEM ale structurilor ZnTe/ZnO depuse electrochimic pe tetrapozii din ZnO la tensiunea de 3 V (a, b), și analiza chimică a materialului (c).

Determinarea gradului de umectabilitate ale aeromaterialelor

Rezultatele pentru etapa 1 sunt completate prin măsurători ale unghiului de contact, utilizate pentru a evalua gradul de umectabilitate al aeromaterialelor obținute. Valorile unghiului de contact au indicat variații semnificative în funcție de natura chimică și tipul tehnicii de depunere.

Gradul de umectabilitate al structurilor elaborate a fost determinat cu ajutorul instalației Kruss DSA-25. A fost observat că ZnO inițial creează un unghi de contact cu apa de aproximativ 131° . Este necesar de menționat că materialul devine hidrofîl în urma tratamentului termic la temperaturi mai mari de 300°C . În cazul materialelor crescute prin tehnica aerosoli, unghiurile de contact cu apa au fost de 110° în cazul Ga_2O_3 și 131° în cazul SnO_2 . În cazul materialelor crescute prin electrodepunere, unghiurile de contact au fost de 134° pentru Fe_2O_3 în timp ce structurile din GaN/ZnO s-au demonstrat a fi superhidrofîle, apa fiind adsorbită instant de material precum este ilustrat în secvența de imagini 1-3 de mai jos.

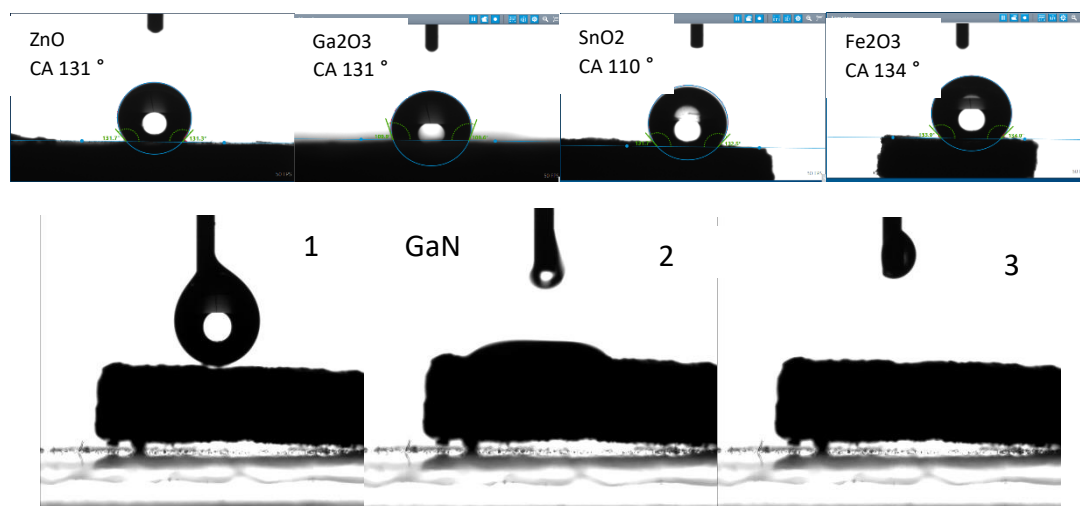


Figura 6. Determinarea gradului de umectabilitate ale aeromaterialelor elaborate.

Pe lângă materialele de bază, un material nou nano-arhitecturat compus din microtetrapozi de TiO_2 goi în interior (figura 7), cu o grosime a pereților de doar 50 nm , cu incluziuni de $\text{Zn}_2\text{Ti}_3\text{O}_8$, a fost fabricat prin tehnica ALD.

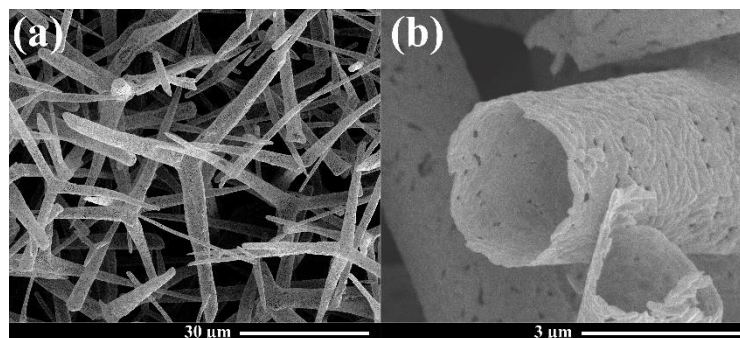


Figura 7. Imagini SEM ale aeromaterialului din compusul mixt $\text{TiO}_2\text{-Zn}_2\text{Ti}_3\text{O}_8$

Performanța sa fotocatalitică a fost investigată prin degradarea tetraciclinei sub iradiere cu lumină vizibilă sau UV. Performanța fotocatalitică a arătat o rată de degradare a tetraciclinei de $0,0064\text{ min}^{-1}$ și $0,0119\text{ min}^{-1}$ în uram iradierii materialului cu lumină vizibilă sau UV, respectiv.

6. Diseminarea rezultatelor la foruri științifice (obligatoriu)

- Remote-Controlled Temperature Setup Designed for ZnO Nanostructures Fabrication. C. Creciunel, V. Ciobanu and E.V. Monaico. 8th International Colloquium Physics of Materials - PM-8, November 14-15, 2024, Bucharest, Romania, P.6. <http://repository.utm.md/handle/5014/28619>
- Design and Implementation of a Low-Cost Electrospinning Setup for Nanofibers Fabrication. Cătălin Creciunel, Vladimir Ciobanu, Vitalie Postolache, Eduard V. Monaico. 13th International Conference ECCO2024, 17 – 18 October, Chisinau, Moldova, pp. 87 – 88. ISBN 978-9975-64-480-8, <https://ecco.utm.md/wp-content/uploads/2024/12/IC-ECCO-2024-AbstractBookBN.pdf>
- Photocatalytic degradation of tetracycline by TiO₂ aeromaterial. Vladimir CIOBANU, Tatiana GALATONOVA, Tudor BRANISTE, Pavel URBĂNEK, Ivo KUŘITKA and Ion TIGINYANU. 5th edition of Scientific and Practical Conference “Advanced Physical Technologies with UVS Application in Monitoring and Modeling of Environmental Factors” (TehFizUVS), 8 noiembrie 2024, Chisinau, Moldova

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

În baza rezultatelor obținute se vor propune noi tehnologii de fabricare a materialelor semiconductoare cu grad înalt de porozitate și suprafață activă. Materialele noi obținute vor putea fi folosite în scopuri precum tratarea și purificarea apelor reziduale prin utilizarea luminii naturale, în scop de ecranare electromagnetică a echipamentelor sensibile la radiații GHz și THz.

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

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

A fost efectuată o vizită la Institutul de chimie Macromoleculară Petru Poni din Iași, România, la 27 noiembrie, 2024, unde aeromaterialele produse au fost investigate morfologic la Microscopul Electronic de rezoluție înaltă (HR-SEM).

10. Dificultățile în realizarea proiectului: financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc. (opțional)

11. Recomandări, propuneri (opțional).

Conducătorul de proiect Ciobanu Vladimir

Data: _____

L.Ș.

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul 2024 în cadrul proiectului**

Obținerea aeromaterialelor în bază de semiconductori prin metode cost-eficiente

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

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

2. Capitle în monografii naționale/internaționale

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

4. Articole în reviste științifice

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

- Aero-TiO₂ three-dimensional nanoarchitecture for photocatalytic degradation of tetracycline. Vladimir Ciobanu, Tatiana Galatnova, Tudor Braniste, Pavel Urbanek, Sebastian Lehmann, Barbora Hanulikova, Kornelius Nielsch, Ivo Kuritka, Vladimir Sedlarik and Ion Tiginyanu. **Scientific Reports** (Acceptat), 2024. IF – 3,8

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)

- Remote-Controlled Temperature Setup Designed for ZnO Nanostructures Fabrication. C. Creciunel, V. Ciobanu and E.V. Monaico. **8th International Colloquium Physics of Materials - PM-8**, November 14-15, 2024, Bucharest, Romania, P.6. <http://repository.utm.md/handle/5014/28619>

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

- Design and Implementation of a Low-Cost Electrospinning Setup for Nanofibers Fabrication. Cătălin Creciunel, Vladimir Ciobanu, Vitalie Postolache, Eduard V. Monaico. **13th International Conference ECCO2024**, 17 – 18 October, Chisinau, Moldova, pp. 87 – 88. ISBN 978-9975-64-480-8 <https://ecco.utm.md/wp-content/uploads/2024/12/IC-ECCO-2024-AbstractBookBN.pdf>
- Photocatalytic degradation of tetracycline by TiO₂ aeromaterial. Vladimir CIOBANU, Tatiana GALATONOVA, Tudor BRANISTE, Pavel URBÁNEK, Ivo KUŘITKA and Ion TIGINYANU. **5th edition of Scientific and Practical Conference “Advanced Physical Technologies with UVS Application in Monitoring and Modeling of Environmental Factors” (TehFizUVS)**, 8 noiembrie 2024, Chisinau, 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

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2024

Pentru anul 2024 1 pagină

În cadrul etapei 1 a proiectului, a fost demonstrată posibilitatea elaborării aeromaterialelor din compuși semiconductori cu bandă largă și oxidici prin metoda chimică ce implică tehnica aerosol, și electrochimică, pe substrat din microtetrapozi din ZnO ce servesc drept material de sacrificiu. A fost demonstrat că materialele obținute prin metoda depunerii din aerosoli (Ga_2O_3 , SnO_2), precum și Fe_2O_3 obținut pe cale electrochimică posedă un grad de hidrofobie ridicat, cu unghiul de contact cu apa mai mare de 110° , în timp ce materialul GaN, este unul superhidrofil. A fost de asemenea investigată posibilitatea de obținere a unui nou tip de aeromaterial în bază de TiO_2 prin metoda depunerii straturilor atomare. Materialul dat s-a dovedit a avea faza cristalină de tip rutil cu incluziuni din $\text{Zn}_2\text{Ti}_3\text{O}_8$. A fost investigată performanța fotocatalitică a aero- TiO_2 sub iradierea cu lumină UV sau vizibilă pentru degradarea tetraciclinei. S-a demonstrat posibilitatea utilizării acestui material atât în regim static, cât și dinamic, materialul fiind fotocatalitic activ la iradierea cu lumină vizibilă și UV cu intensitate mică. Materialele fabricate prezintă caracteristici morfologice și chimice favorabile pentru aplicațiile vizate pentru etapele ulterioare din proiect precum ecranarea electromagnetică sau fotocataliza. Activitățile viitoare vor include optimizarea suplimentară a proceselor tehnologice și integrarea aeromaterialelor în dispozitive prototip funcționale.

For the year 2024 1 page

During the first stage of the project, the feasibility of developing aeromaterials from wide-bandgap semiconductor and oxide compounds was demonstrated using chemical methods involving aerosol technique and electrochemical approach, employing ZnO microtetrapods as a sacrificial substrate. It was shown that materials obtained through aerosol deposition method (Ga_2O_3 , SnO_2), as well as Fe_2O_3 synthesized electrochemically, exhibit a high degree of hydrophobicity, with water contact angles exceeding 110° , whereas the synthesised GaN structures were found to be superhydrophilic. The possibility of obtaining a new type of aeromaterial based on TiO_2 via atomic layer deposition was also investigated. This material was found to possess a rutile crystalline phase with inclusions of $\text{Zn}_2\text{Ti}_3\text{O}_8$. The photocatalytic performance of aero- TiO_2 was evaluated under UV and visible light irradiation for the degradation of tetracycline. It was demonstrated that aero- TiO_2 can be used effectively in both static and dynamic regimes, showing photocatalytic activity under visible and low-intensity UV light irradiation. The fabricated materials exhibit favorable morphological and chemical properties for targeted applications in subsequent project stages, such as electromagnetic shielding or photocatalysis. Future activities will focus on the optimization of technological processes and the integration of aeromaterials into functional prototype devices.

Conducătorul de proiect dr. Ciobanu Vladimir

Data: _____

LȘ

Executarea devizului de cheltuieli,
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2024
Cifrul proiectului 24.80012.5007.12TC

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune 2024	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710			
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	3,8	-0.2	3,6
Servicii editoriale	222910			
Servicii de cercetări științifice contractate	222930	111,2		111,2
Servicii poștale	222980			
Servicii neatribuite altor aliniate	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			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	45,0		45,0
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110		0.2	0.2
TOTAL		160,0		160,0

Rector U.T.M.

(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(nume, prenumele)

Contabil (economist)

(semnătura)

Victoria IOVU

(nume, prenumele)

Conducătorul de proiect

(semnătura)

dr. Vladimir CIOBANU

(nume, prenumele)

Data: _____

LȘ

Componenta echipei conform contractului de finanțare 2024

Cifrul proiectului 24.80012.5007.12TC

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru 2024						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Ciobanu Vladimir	1990	dr.	0.5	15.07.2024	31.12.2024
2.	Braniște Fiodor	1989	dr.		15.07.2024	31.12.2024
3.	Morari Vadim	1992	f-grad	0.5	15.07.2024	31.12.2024
4.	Galatonova Tatiana	1999	f-grad	0.5	15.07.2024	31.12.2024
5.	Busuioc Simion	1997	f-grad	0.25	15.07.2024	31.12.2024
6.	Creciunel Cătălin	1999	f-grad	0.25	15.07.2024	31.12.2024

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2024					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.					

Rector U.T.M.

(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)

(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect

(semnătura)

dr. Vladimir CIOBANU

(numele, prenumele)

Data: _____

LȘ