

**RECEPȚIONAT**

Ministerul Educației și Cercetării

\_\_\_\_\_ 2025

**AVIZAT**

Secția Academiei de Științe a Moldovei

\_\_\_\_\_ 2025

**UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA**

(denumirea organizației de drept public din domeniile cercetării și inovării)

**INSTITUTUL DE FIZICĂ APLICATĂ**

(denumirea unității de cercetare)

**RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL****pentru etapa 2024****privind realizarea subprogramului de cercetare în cadrul  
programului instituțional de cercetare al organizației (2024-2027)****Titlul subprogramului   TEHNOLOGIE DE MODIFICARE A SUPRAFEȚELOR  
OȚELURILOR DE CONSTRUCȚIE ȘI CELOR MEDICALE LA ACȚIUNEA COMPLEXĂ  
CU DESCĂRCĂRI ELECTRICE ÎN IMPULS, DEFORMARE PLASTICĂ ȘI TRATAMENT  
PLASMOCHIMIC ÎN ELECTROLIȚI****Prioritatea strategică   Tehnologii inovative, energie sustenabilă, digitalizare****Codul subprogramului 011204**

Directorul unității de cercetare

ȘIKIMAKA Olga

(numele, prenumele)

\_\_\_\_\_ (semnătura)

Coordonatorul subprogramului  
de cercetareMIHAILOV Valentin

(numele, prenumele)

\_\_\_\_\_ (semnătura)

Chișinău, 2025

## CUPRINS:

|     |                                                                                                                                                  |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Scopul și obiectivele etapei 2024                                                                                                                | 3  |
| 2.  | Acțiunile planificate pentru etapa 2024                                                                                                          | 3  |
| 3.  | Acțiunile realizate în 2024                                                                                                                      | 3  |
| 4.  | Rezultatele obținute                                                                                                                             | 3  |
| 5.  | Impactul științific, social și/ sau economic al rezultatelor științifice obținute                                                                | 8  |
| 6.  | Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de publicații                                                                           | 8  |
| 7.  | Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de prezentări la foruri științifice                                                     | 8  |
| 8.  | Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în subprogram în mass-media                                                                        | 8  |
| 9.  | Colaborare la nivel național și internațional                                                                                                    | 8  |
| 10. | Teze de doctorat/ postdoctorat susținute și confirmate în anul 2024 de membrii echipei subprogramului                                            | 9  |
| 11. | Dificultăți în realizarea subprogramului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.)                                            | 9  |
| 12. | Concluzii                                                                                                                                        | 9  |
| 13. | Anexe                                                                                                                                            | 10 |
|     | Anexa nr. 1. <i>Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în subprogram în anul 2024 (în limba română și în limba engleză)</i>            | 10 |
|     | Anexa nr. 2. <i>Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice publicate în anul 2024 în cadrul subprogramului de cercetare</i> | 12 |
|     | Anexa nr. 3. <i>Componența echipei de cercetare a subprogramului</i>                                                                             | 17 |

## **1. Scopul și obiectivele etapei 2024**

Scopul prezentei lucrări constă în elaborarea procesului de modificare a suprafețelor metalice (a oțelurilor de construcție) prin acțiunea complexă asupra acestora cu diverse surse concentrate de energie, precum: alierea prin electroeroziune + tratamentul plasmochimic rapid în electroliți + deformarea plastică, în vederea creșterii performanței de exploatare a acestora.

1.1. Analiza stadiului actual al cercetărilor în domeniul modificării suprafețelor metalice prin prelucrarea complexă cu diferite surse energetice.

1.2. Cercetări experimentale sistematice în vederea stabilirii legităților de bază a formării stratului modificat în funcție de parametrii energetici și tehnologici ai procesului alierii prin electroeroziune și deformării plastice cu diferite dispozitive specializate.

1.3. Elaborarea și confecționarea echipamentului experimental. Testarea funcționalității acestuia.

## **2. Acțiunile planificate pentru etapa 2024**

2.1. Activitatea 1. Studiu pentru elaborarea modelului experimental al echipamentului inovativ de modificare a suprafețelor metalice prin prelucrarea complexă cu diferite surse energetice. Identificarea echipamentelor de testare.

2.2. Activitatea 2. Elaborarea și confecționarea sistemelor de putere și energie, dispozitivelor pentru deformarea plastică, precum și instalației pentru tratament plasmochimic. Proiectarea standurilor experimentale, elaborarea conceptului privind desfășurarea acțiunilor de testare.

2.3. Activitatea 3. Explorarea și testarea sistemelor, abordări și instrumente pentru a face testarea sistemelor mai rapidă și mai fiabilă. Asigurarea conținutului informațional și siguranța testărilor.

## **3. Acțiunile realizate în 2024**

3.1. A fost efectuat studiul stadiului actual în domeniul modificării suprafețelor metalice prin prelucrarea complexă cu diferite surse concentrate de energie. Au fost efectuate investigații în identificarea echipamentelor de testare.

3.2. Selectarea oțelurilor de construcție în calitate de obiect al cercetărilor și al materialelor de prelucrare, precum și a componentelor electroliților. Prepararea și tratarea (modificarea) ulterioară a unui lot semnificativ de eșantioane. Elaborarea și fabricarea unui model experimental al instalației - sursă de energie concentrată pentru tratarea oțelurilor utilizate în proiect.

3.3. Cercetări sistematice ale procesului modificării suprafețelor oțelurilor de construcție la acțiunea complexă cu surse concentrate de energie: alierea prin electroeroziune, tratament plasmochimic rapid în electroliți și deformare plastic, utilizând echipamentele și utilajele tehnologice din dotare, în vederea stabilirii legităților de bază ale procesului formării stratului superficial durificat.

## **4. Rezultatele obținute**

Studiul stadiului actual al cercetărilor în domeniul modificării suprafețelor metalice prin acțiunea complexă asupra acestora cu diverse surse concentrate de energie cu o profunzime până la 10 ani au demonstrat, că acestea lipsesc, sau chiar dacă au fost utilizate, apoi cu un singur scop: pentru a micșora rugozitatea acoperirilor depuse prin metodele de metalizare cu arc electric, sau cu plasmă. În cazul cercetărilor efectuate în cadrul prezentului subprogram s-a urmărit cu totul alt scop privind acțiunea complexă asupra suprafețelor metalice cu surse concentrate de energie și anume: *creșterea performanțelor suprafețelor organelor de mașini, precum rezistența la uzură, la coroziune și alte caracteristici ale acestora, ceea ce nu pot fi obținute la prelucrarea cu un singur procedeu tehnologic.*

La prima etapă a prezentului subprogram s-au efectuat cercetări sistematice, utilizând succesiv trei procedee tehnologice: alierea prin electroeroziune, tratamentul plasmochimic și deformarea plastică la sarcini de cca 0,7-1,0 GPa. Rezultatele investigațiilor prealabile a acestui proces tehnologic complex la acțiunea succesivă cu trei metode de prelucrarea a scos în evidență o serie de fenomene, care s-au dovedit a fi benefice pentru scopul urmărit. De exemplu, în rezultatul deformării plastice a acoperirilor obținute în rezultatul alierii prin electroeroziune cu electrozi din metale pure, sau din compuși acestora, s-a observat nu numai micșorarea rugozității acoperirilor formate, dar și compensarea tensiunilor remanente de întindere, generate de acțiunea fluxului concentrat de plasmă asupra suprafeței metalice cu tensiuni remanente de compresie, apărute în rezultatul deformării plastice (întăririi la rece).

Pe de altă parte, dacă după alierea prin electroeroziune a eșantioanelor s-a efectuat tratamentul plasmochimic în soluții apoase de săruri cu conținut de carbon și azot, s-a descoperit un alt fenomen, de asemenea “spectaculos” și anume, o anomalie a difuziei elementelor acoperirii depuse, precum și a carbonului și azotului din electrolit (Fig.1.).

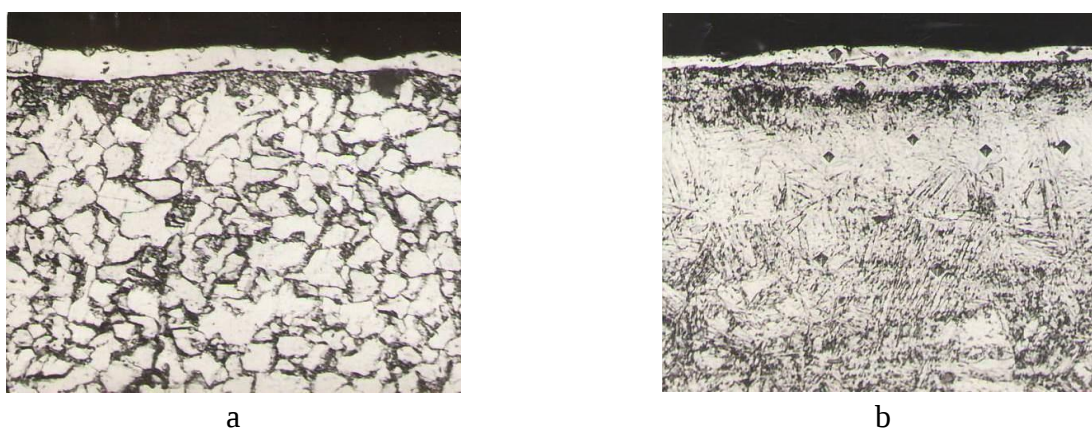


Fig.1. Microstructura eșantionului din oțel cu conținut de carbon 0,23% supus alierii prin electroeroziune cu electrod din Ni (Fig.1, a) și după tratamentul plasmochimic în soluție apoasă de glicerină și clorură de amoniu (Fig.1, b), timp de 5 min.

Investigațiile sistematice ale procesului prelucrării succesive prin electroeroziune, deformare plastică și tratament plasmochimic în soluții de săruri cu conținut de carbon și azot ne-au permis să stabilim unii din parametrii energetici și tehnologici optimali, fapt ce a permis stabilirea unor parametrii energetici și tehnologici optimali și să asigure, în consecință, o calitate înaltă a acoperirilor: continuitate, uniformitate maximă a grosimii, defecte minime în formă de fisuri și pori, rezistența sporită la coroziune etc.

Pentru aprobarea calității acoperirilor obținute au fost preparate mai multe seturi de eșantioane (probe), utilizând în calitate de *material-model* rezistent la coroziune – titanul și unele aliaje ale acestuia, care după prelucrare au fost supuse testelor anticorozive în soluții de 3% de NaCl.

Astfel, pe lângă gamă variată de metode oferite în evaluarea și înțelegerea coroziunii materialelor, testele electrochimice efectuate sunt esențiale pentru proiectarea și selecția materialelor în aplicații critice, precum echipamente industriale, structuri de infrastructură și componente sensibile. Alegerea metodei de testare potrivite depinde de tipul de material, mediu coroziv și condițiile de operare. Pe baza rezultatelor obținute, în următoarea etapă a cercetărilor, vor fi testate și oțelurile prevăzute în subprogram.

Evaluarea rezistenței la coroziune a unor depuneri pe substrat din titan a fost realizată printr-o serie de metode experimentale, pe parcursul a două etape extinse:

- etapa I – prin măsurarea masei pierdute, când după o perioadă de expunere într-un mediu coroziv, proba este cântărită, iar scăderea masei indică rata de coroziune; tot aici s-a înregistrat evoluția potențialului de circuit deschis (OCP) pentru probele investigate.

- etapa II – s-a determinat, nemijlocit, rezistența la coroziune a probelor, folosit tehnica de trasare a curbelor de polarizare liniară – prin ajustarea curbelor Tafel furnizându-se principalii parametri de proces; trasarea curbelor de polarizare potentiodinamice cu o rată de scanare determinată din care s-au determinat principalii parametri electrochimici ce caracterizează procesul de pasivare și filmul pasiv.

**Etapa I** În prima fază, eșantioanele experimentale au fost imersate timp de 5 h într-o soluție salină (concentrație 3% NaCl) și monitorizate gravimetric. În același timp, potențialul de circuit deschis a fost înregistrat în timpul imersiei. Diferența a fost calculată ca fiind diferența între masa inițială și cea finală. Rezultatele maselor măsurate înainte și după derularea testelor:

- ♦ pierderile de masă sunt minime pentru toate probele (0,01mg până la 0,06mg după 5 ore de imersie).
- ♦ proba “martor” (din titan pur, fără modificări) a avut pierderea cea mai mică (0,01 mg), indicând o stabilitate ridicată în mediu salin.
- ♦ probele tratate sau modificate ( $\text{Ti}_2\text{NiCu}$ , grafit,  $\text{Ti}_2\text{NiFe}$ , Ni/Ti) au prezentat pierderi ușor mai mari, dar diferențele sunt nesemnificative din punct de vedere practic.

Evoluția potențialului de circuit deschis (OCP) în timpul testelor de imersie în soluție salină se regăsește în Fig. 2.

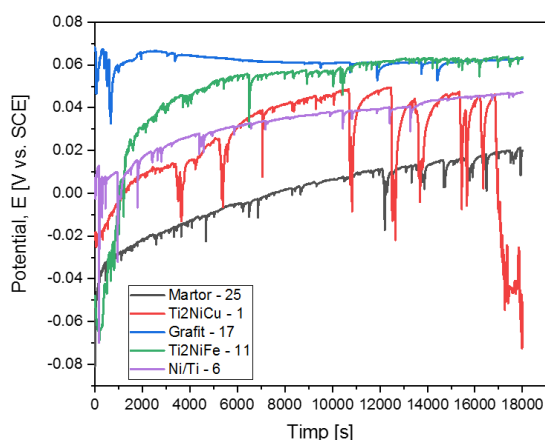


Fig.2. Evoluția potențialului de circuit deschis pentru probele investigate

Valorile OCP au fost înregistrate cu ajutorul unui potențiostat/galvanostat (model PARSTAT 4000, USA), la care a fost cuplat un modul de curenți mici (LCI, USA).

**Etapa II** Rezistența la coroziune a fost determinată prin tehnica rezistenței la polarizare (tehnica Tafel). Probele utilizate în aceste teste au fost cele imersate în soluție salină timp de 5 ore și la care a fost măsurat OCP. Această tehnică constă în trasarea curbelor de polarizare liniară implicând următorii pași:

- măsurarea potențialului de circuit deschis ( $E_{OC}$ ), pe o durată de 5 ore (*Etapa I*);
- trasarea curbelor de polarizare potentiodinamice de la -0,2 V (vs  $E_{OC}$ ) la + 0,2 V (vs  $E_{OC}$ ) – curbe Tafel, cu o rată de scanare de 0,167 mV/s.

Testele de evaluare a rezistenței la coroziune au fost realizate cu ajutorul aceluiași potențiostat/galvanostat model PARSTAT 4000, cuplat cu modulul LCI, iar curbele potentiodinamice au fost achiziționate cu ajutorul software-ului VersaStudio v.2.62. Pentru realizarea testelor s-a utilizat o celulă de coroziune care are în componentă un electrod saturat de calomel (SCE) - electrod de referință, un electrod din platină - electrod auxiliar și electrodul de lucru care a constatat din eșantioanele investigate. Testele au fost efectuate la temperatura de  $70 \pm 1^\circ\text{C}$  utilizând o soluție salină 3% NaCl ca electrolit.

Curbele Tafel obținute în urma testelor electrochimice corespunzătoare probelor testate sunt prezentate în Fig. 3.

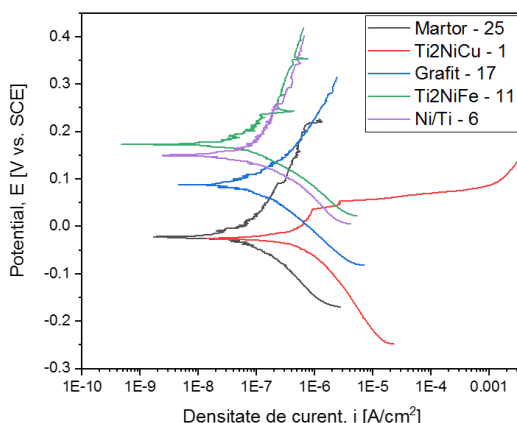


Fig.3. Curbele Tafel ale eșantioanelor experimentale testate

Cu ajutorul extrapolării Tafel au fost determinați următorii parametri care caracterizează rezistența la coroziune a probelor investigate:

- potențialul de circuit deschis ( $E_{oc}$ ),
- potențialul de coroziune ( $E_{cor}$ ),
- densitatea curentului de coroziune ( $i_{cor}$ ),
- panta curbei catodice ( $\beta_c$ ),
- panta curbei anodice ( $\beta_a$ ).

Rezistența la polarizare a fost calculată conform testelor standard ASTM G59 (2003) cu ajutorul formulei:

$$R_p = \frac{1}{2.3} \cdot \frac{\beta_a \beta_c}{\beta_a + \beta_c} \cdot \frac{1}{i_{cor}}$$

unde:

- $\beta_a$  – panta curbei anodice,
- $\beta_c$  – panta curbei catodice,
- $i_{cor}$  – densitatea curentului de coroziune.

În Tabelul 1 sunt prezentați principalii parametri electrochimici.

Tabel 1. Principalii parametri ai procesului de coroziune

| Nr. | Proba                | $E_{oc}$<br>(mV) | $E_{cor}$<br>(mV) | $i_{cor}$<br>(nA/cm <sup>2</sup> ) | $\beta_c$<br>(mV) | $\beta_a$ (mV) | $R_p$<br>( $\Omega \times \text{cm}^2$ ) | $E_b$<br>(mV) |
|-----|----------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|----------------|------------------------------------------|---------------|
| 1   | Proba Martor         | 19,93            | -18,66            | 113,08                             | 131,37            | 283,10         | 345,01                                   | 80,97         |
| 2   | Ti <sub>2</sub> NiCu | -50,83           | -25,13            | 1001                               | 198,75            | 276,71         | 50,24                                    | -             |
| 3   | Grafit               | 62,87            | 87,97             | 158,67                             | 120,05            | 179,38         | 197,06                                   | 57,73         |
| 4   | Ti <sub>2</sub> NiFe | 63,56            | 174,84            | 125,63                             | 101,61            | 333,06         | 269,45                                   | 79,59         |
| 5   | Ni/Ti                | 47,15            | 151,29            | 135,08                             | 103,20            | 352,23         | 256,91                                   | 140,70        |

Ulterior, utilizând un alt set de eșantioane experimentale, au fost realizate și teste potentiostatice de polarizare liniară în intervalul +1V vs.  $E_{oc}$  și -2V vs. SCE având ca obiectiv identificarea potențialului de străpungere/spargere/deteriorare ( $E_b$  – breakdown potential) a stratului pasiv/protector dezvoltat pe suprafața materialului investigat. Curbele obținute se regăsesc în Fig. 4.

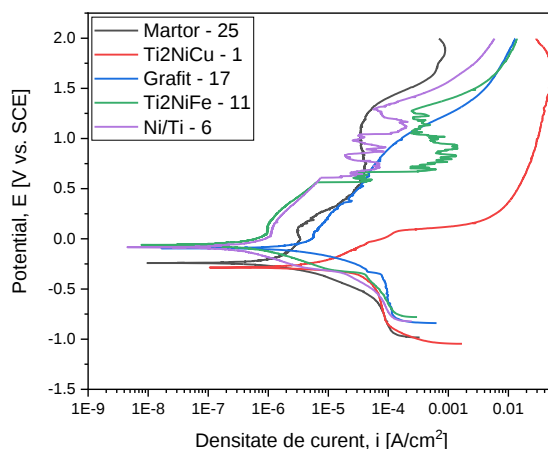


Fig.4. Curbele potentiodinamice ale eșantioanelor experimentale

Din aspectul acestor curbe potentiodinamice, cu precădere din panta catodică se poate observa:

- pentru proba “grafit” – densitatea de curent nu reușește să se mențină constantă decât pentru o scurtă creștere a potențialului iar valoarea potențialului de străpungere a stratului pasiv este de 57,73 mV;
- stratul pasiv, dezvoltat pe proba “Ni/Ti” – cedează la un potențial de 140,7mV iar, ulterior, se observă scăderi bruște ale densității de curent ceea ce presupune apariția unor forme de coroziune;
- proba “martor” prezintă un potențial de străpungere al stratului pasiv de 80,97mV iar în intervalul de potențial aplicat 670,30 – 1072 mV, acesta traversează o perioadă de repasivare;
- pentru proba “Ti<sub>2</sub>NiCu” – densitatea de coroziune are o scădere bruscă a valorilor înregistrate, iar începând de la valoarea potențialului de 1,6V și până la terminarea testului (2,0V) se repasivează.

Concluzii generale, particularități și direcții de cercetare ulterioară:

- ✓ Proba “martor” rămâne cea mai stabilă pe termen lung, datorită capacității sale de repasivare. De asemenea, a fost constatat cel mai bun echilibru între stabilitate pe termen lung și rezistență la coroziune în mediu agresiv.
- ✓ Proba “grafit”: performanțe moderate, dar având un stratul pasiv mai sensibil la deteriorare.
- ✓ Proba și “Ti<sub>2</sub>NiFe”: prezintă, de asemenea, performanțe moderate, dar, care sugerează că aceste compoziții ar putea necesita optimizări. din considerentele parametrilor energetici ai procedeele tehnologice.
- ✓ Proba “Ni/Ti” prezintă cea mai bună protecție inițială, dar poate fi sensibilă la coroziune localizată, odată ce stratul pasiv cedează. Este deținătoarea celei mai bune rezistențe inițiale, dar cu risc de coroziune localizată, indice, care, de asemenea inspiră necesita unor eventuale optimizări tehnologice. “Ti<sub>2</sub>NiCu”

Astfel, valorile parametrilor electrochimici au reliefat un comportament electrochimic mai nobil al depunerii “Ni/Ti” comparativ cu titanul comercial pur, comportament datorat în exclusivitate filmului pasiv. Toți parametrii de coroziune pentru depunerea în cauză au confirmat o capacitate de protecție mai mare, care împiedică dezagregarea substratului, în comparație cu materialele comerciale pe bază de titan.

Testarea probelor din oțel OLC 45 supus alierii prin electroeroziune cu electrod din Mo (molibden) și deformării plastice (netezirii) ulterioare cu bile din oțel de rulmenți “IIIX-15” la sarcina de 100kg au demonstrat o rezistență înaltă la uzură, ceea ce a confirmat odată în plus corectitudinea ipotezei privind creșterea performanței (proprietăților fizice și mecanice) a suprafețelor metalice supuse prelucrării complexe cu diverse surse concentrate de energie.

Pe viitor este necesară aprofundarea prezentelor direcții de cercetare, în condiții variate de tratament complex, pentru validarea rezultatelor obținute și pentru a oferi soluții individualizate de îmbunătățire a performanței în procesul tehnologic analizat.

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

5.1 Rezultatele științifice au fost publicate în reviste naționale și internaționale, inclusiv cu factor de impact, discutate cu comunitatea științifică la conferințele de specialitate, obținute brevete de invenție, iar obiectele studiate pot servi ca teme de cercetare pentru viitoarele teze de doctorat, masterat sau licența pentru tinerii specialiști.

5.2 Calificativele ce definesc rezultatele obținute la realizarea subprogramului fiind Premiul pentru cele mai bune lucrări (International Conference on Advances in Technology, Education and Science (ICATES)), Turcia, May 1-6, 2024:

*Hybrid coatings as an innovative way to improve electrospray deposited alloys.*

Assoc. Prof. Dr. Natalia Tințaru,

State University, Institute of Applied Physics, Moldova

## **6. Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de publicații**

Anexei nr. 2

## **7. Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor)**

N/A

## **8. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în subprogram în mass-media**

➤ Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

*Ca o alternativă a participării la emisiunile radio/TV...*

- *Prezentarea elevilor, participanți la Olimpiada Republicană la Fizica (29.03-01.04.2024), desfășurată la Universitatea de Stat din Moldova, a Instalației-pilot de aliere prin electroeroziune a suprafețelor metalice din cadrul Laboratorului MEEPM “Boris Lazarenko”, IFA, USM: raportori – dr. S. Ivașcu și A. Ianachevici. (30 martie 2024, USM blocul 4)*
- *Participarea la expoziția “Noaptea cercetărilor europeni 2024”, organizată de Universitatea Tehnică a Moldovei în Parcul-muzeu al tehnicii în aer liber din campusul Râșcani: raportor – A. Ianachevici. (27 septembrie 2024)*
- *Participarea la expoziția cu prezentarea rezultatelor cercetărilor și a inovațiilor la evenimentul consacrat Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare la Universitatea de Stat din Moldova: raportor – A. Ianachevici. (7 noiembrie 2024)*

## **9. Colaborare la nivel național și internațional**

Colaborarea națională și internațională se manifestă prin lucrări experimentale comune, lucrări științifice, prezentări de rapoarte la conferințe.

- ✓ În țară colaborăm cu Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, cărei îi acordăm asistență metodică și tehnică în desfășurarea cercetărilor, precum și cu Universitatea Tehnică a Moldovei.
- ✓ Realizarea cu succes al scopului proiectului este posibilă datorită colaborării internaționale cu partenerii din:
  - Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București (România),
  - Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA București (România),

- Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași (România),
- Universitatea din Vilnius (Lituania) și JSC Elektronikos Perdirbimo Technologijos, Vilnius (Lituania),
- Universitatea Autonomă din Barcelona Departamentul de Fizică (Spania),
- Universitatea de Stat, Institutul de Cercetare a Problemelor Fizico-Chimice din Minsk (Belarus),
- Universitatea Tehnică din Sumî (Ucraina), Institutul de Fizică Tehnică din Lvov (Ucraina),
- Universitatea de Stat din Grodno (Belarus),
- Universitatea Vytautas Magnus din Kaunas (Lituania),
- Universitatea din Sofia (Bulgaria).

De menționat că, atât în direcția coroziunii și protecției anticorozive, cât și testărilor tribomecanice, dezvoltăm un parteneriat cu echipe de cercetare din Lituania, Belarus, Bulgaria și România.

- ✓ Relațiile de cooperare în domeniul cercetării științifice cu organizații de cercetare din străinătate au fost consolidate prin încheierea a 3 acorduri de colaborare:
  - Acordul privind cooperarea științifico-tehnică cu Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA București (România) și Institutul de Fizică Aplicată, Universitatea de Stat din Moldova;
  - Acordul privind cooperarea științifico-tehnică cu Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București (România) și Institutul de Fizică Aplicată, Universitatea de Stat din Moldova;
  - Acordul privind cooperarea științifico-tehnică dintre Institutul de Fizică Aplicată, Universitatea de Stat din Moldova, Universitatea din Sofia (Bulgaria) și Universitatea Vytautas Magnus din Kaunas (Lituania).

#### **10. Teze de doctorat/ postdoctorat susținute și confirmate în anul 2024 de membrii echipei subprogramului**

N/A

#### **11. Dificultăți în realizarea subprogramului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.)**

Din cauza tergiversării (sau chiar a suspendării, în unele cazuri) a procesului de achiziții a materialelor, pieselor de schimb și componentelor electronice ne-au fost create dificultăți atât la fabricarea echipamentului experimental, cât și asupra desfășurării cercetărilor propriu-zise.

#### **12. Concluzii**

Cunoștințele noi, obținute în rezultatul acțiunii complexe cu diverse surse concentrate de energie asupra suprafețelor metalice, vor permite elaborarea tehnologiilor avansate și a echipamentului de realizare a acestora care, la rândul lor, vor contribui la creșterea performanțelor utilajelor industriale, fabricate sau recondiționate cu aplicarea acestora, iar, în final, oferind oportunități și instrumente economice durabile pentru creșterea competitivității sectoarelor de implementare.

Coordonatorul subprogramului  
de cercetare

MIHAILOV Valentin  
(numele, prenumele)

\_\_\_\_\_  
(semnătura)

Data: 30.01.2025

## Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în subprogram în anul 2024

### TEHNOLOGIE DE MODIFICARE A SUPRAFEȚELOR OȚELURILOR DE CONSTRUCȚIE ȘI CELOR MEDICALE LA ACȚIUNEA COMPLEXĂ CU DESCĂRCĂRI ELECTRICE ÎN IMPULS, DEFORMARE PLASTICĂ ȘI TRATAMENT PLASMOCHIMIC ÎN ELECTROLIȚI (denumirea subprogramului)

Codul subprogramului **011204**

Scopul urmărit al prezentului subprogram constă în acțiunea complexă asupra suprafețelor metalice cu surse concentrate de energie și anume: creșterea performanțelor suprafețelor organelor de mașini prin optimizarea caracteristicilor acestora, ceea ce nu pot fi obținute la prelucrarea cu un singur procedeu tehnologic.

Astfel, la prima etapă s-au efectuat investigații sistematice utilizând succesiv trei procedee tehnologice: alierea prin electroeroziune, tratamentul plasmochimic și deformarea plastică. Rezultatele investigațiilor prealabile a acestui proces tehnologic complex a scos în evidență o serie de fenomene, care s-au dovedit a fi benefice pentru scopul urmărit. Acestea au permis stabilirea unor parametrii energetici și tehnologici optimali și să asigure, în consecință, o calitate înaltă a acoperirilor: continuitate, uniformitate maximă a grosimii, defecte minime în formă de fisuri și pori, rezistența sporită la uzură și coroziune etc.

Pentru aprobarea calității anticorozive ale acoperirilor obținute au fost preparate mai multe seturi de eșantioane (probe), utilizând în calitate de *material-model* rezistent la coroziune – titanul și unele aliaje ale acestuia, care după prelucrare au fost supuse testelor anticorozive în soluții de 3% de NaCl. Astfel, pe lângă gamă variată de metode oferite în evaluarea și înțelegerea coroziunii materialelor, testele electrochimice efectuate sunt esențiale pentru proiectarea și selecția materialelor în aplicații critice, precum echipamente industriale, structuri de infrastructură și componente sensibile.

Aprecierea rezistenței la coroziune a unor depuneri pe substrat din titan a fost realizată printr-o serie de metode experimentale, pe parcursul a două etape extinse: inițial prin metoda gravimetrică, urmată de polarizarea liniară și polarizarea ciclică potențiodinamică. Prin metoda polarizării liniare s-au ajustat curbele Tafel, care au furnizat principalii parametri de coroziune, iar prin trasarea curbilor de polarizare potențiodinamice, au fost determinați principalii parametri electrochimici ce caracterizează procesul de pasivare și filmul pasiv. Valorile parametrilor electrochimici au reliefat un comportament electrochimic mai nobil al nichelului și al aliajului complex de titan cu nichel și cupru depus pe substrat de titan, comparativ cu materialul de referință. Iar aceasta doar confirmă despre capacitatea de protecție mult mai mare, care împiedică dezagregarea substratului.

Pe viitor este necesară aprofundarea prezentelor direcții de cercetare, în condiții variate de tratament complex, pentru validarea rezultatelor obținute și pentru a oferi soluții individualizate de îmbunătățire a performanței în procesul tehnologic analizat.

Coordonatorul subprogramului  
de cercetare

MIHAILOV Valentin  
(numele, prenumele)

\_\_\_\_\_  
(semnătura)

Data: 30.01.2025

## Summary of Activity and Results Obtained in Subprogram in 2024

### TECHNOLOGY FOR MODIFYING THE SURFACES OF CONSTRUCTION AND MEDICAL STEELS IN THE COMPLEX ACTION WITH ELECTRICAL IMPULSE DISCHARGES, PLASTIC DEFORMATION AND PLASMOCHEMICAL TREATMENT IN ELECTROLYTES

(Subprogram Name)

Subprogram Code **011204**

The objective of the present subprogram is the complex action on metal surfaces with concentrated sources of energy, namely to increase the surface performance of machine parts by optimising their characteristics, which cannot be obtained with a single technological process.

Thus, at the first stage, systematic investigations were carried out using three successive technological processes: electro-erosion alloying, plasm-chemical treatment and plastic deformation. The results of these preliminary investigations revealed a number of phenomena that proved to be beneficial for the intended purpose, and which made it possible to establish optimal energy and technological parameters. Consequently, this ensured a high quality of the coatings, with properties including continuity, maximum thickness uniformity, minimal defects in the form of cracks and pores, and increased resistance to wear and corrosion.

To validate the anti-corrosion quality of the obtained coatings, a series of samples were prepared using titanium and selected alloys as corrosion-resistant model materials. These samples were then subjected to anti-corrosion tests in 3% NaCl solutions. In addition to the wide range of methods available for the evaluation and understanding of material corrosion, electrochemical tests are essential for the design and selection of materials for critical applications, such as industrial equipment, infrastructure and sensitive components.

The corrosion resistance of deposits on titanium substrates was assessed by a series of experimental methods in two extended stages. Initially, the gravimetric method was employed, followed by linear polarization and cyclic potentiodynamic polarization. Tafel curves were fitted by the linear polarization method, providing the main corrosion parameters. The main electrochemical parameters characterizing the passivation process and the passive film were determined by plotting the potentiodynamic polarization curves. The electrochemical parameters thus obtained were then used to assess the protective capabilities of the nickel and nickel-copper titanium complex alloy deposited on the titanium substrate. The results obtained demonstrated that the complex alloy exhibited a more noble electrochemical behaviour than the reference material, thereby confirming its significantly higher protective ability and its prevention of substrate disintegration.

It is recommended that future research directions focus on extending these findings under various complex treatment conditions to validate the obtained results and to offer customised solutions to enhance the performance of the analysed technological process.

Research Subprogram  
Coordinator

MIHAILOV Valentin  
(surname, first name)

\_\_\_\_\_  
(signature)

Date: 30.01.2025

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice  
publicate în anul 2024 în cadrul subprogramului de cercetare**

**TEHNOLOGIE DE MODIFICARE A SUPRAFEȚELOR OȚELURILOR DE CONSTRUCȚIE  
ȘI CELOR MEDICALE LA ACȚIUNEA COMPLEXĂ CU DESCĂRCĂRI ELECTRICE ÎN  
IMPULS, DEFORMARE PLASTICĂ ȘI TRATAMENT PLASMOCHIMIC ÎN ELECTROLIȚI**

(denumirea subprogramului)

Codul subprogramului **011204**

**4. Articole în reviste științifice**

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

- LEVINAS, R.; PODLAHA, E.; **TSYNTARU, N.**; CESIULIS, H. Composites Based on Electrodeposited WO<sub>3</sub> and TiO<sub>2</sub> Nanoparticles for Photoelectrochemical Water Splitting. *Materials*. 2024, 17(19), 4914-1—4914-15. (IF: 3,1) Doi: [10.3390/ma17194914](https://doi.org/10.3390/ma17194914)<https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=76627&tip=sid&clean=0>
- PARȘUTIN, V.; PARAMONOV, A.; **COVALI, A.** Corrosion and Electrochemical Properties of Alloys of Ni–Re Systems Alloyed with Zirconium, Hafnium, Tungsten, and Palladium. *Surf Eng Appl Elect*. 2024, 60(2), 156-170. (IF: 1,1) Doi: [10.3103/S106837552402008X](https://doi.org/10.3103/S106837552402008X)<https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=11700154397&tip=sid&clean=0>
- YURCHENKO, E., GHILETCHII, G., VATAVU, S., **PETRENKO, V.**, HAREA, D., BUBULINCA, C., **DIKUSAR, A.** Composition, Structure, and Wear Resistance of Surface Nanostructures Obtained by Electric Spark Alloying of 65G Steel. *Surf Eng Appl Elect*. 2024, **60(2)**, 194—203. (IF: 1,1) Doi: [10.3103/S1068375524020145](https://doi.org/10.3103/S1068375524020145).
- GOTELYAK, A., **DIKUSAR, A.** Effect of Cathode Surface Area on the Electrodeposition Rate, Composition, and Microhardness of Co–W Coatings Deposited from a Citrate Bath. *Surf Eng Appl Elect*. 2024, 60(2), 241—246. (IF: 1,1) Doi: [10.3103/S1068375524010046](https://doi.org/10.3103/S1068375524010046).
- **BORTSOI, T.** Size Effect in Electroplating: Determination Method and Cell for Its Evaluation. *Surf Eng Appl Elect*. 2024, 60(1), 24-30. (IF: 1,1) Doi: [10.3103/S1068375524010046](https://doi.org/10.3103/S1068375524010046)<https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=11700154397&tip=sid&clean=0>
- PARȘUTIN, V.; **COVALI, A.**; GORINCHOY, V.; LOZAN V. Effect of Heteronuclear Salicylate Complex {[FeSr<sub>2</sub>(SalH)<sub>2</sub>(Sal)<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)(DMA)<sub>4</sub>]}<sub>n</sub> on Corrosion of Steel St. 3 in Water. *Surf Eng Appl Elect*. 2024, 60(1), 109-121. (IF: 1,1) Doi: [10.3103/S1068375524010137](https://doi.org/10.3103/S1068375524010137)<https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=11700154397&tip=sid&clean=0>

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

- ОВЧИННИКОВ, Е., **МИХАЙЛОВ, В.**; ЭЙСЫМОНТ, Е.; ЛИННИЛ, Д.; СВИСТУН, А.; **ИВАШКУ, С.** Физико-механические характеристики электроискровых покрытий, полученных из порошковых материалов. *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы*. Сер. 6. Тэхніка. – 2024. Т. 14. № 2. С. 6-17. <https://doi.org/10.52275/2223-5396-2024-14-2-6-17>
- AUCHYNNIKAU, Y.; **MIHAILOV, V.**; CHEKAN, N.; EISYMONT, Y.; LINNIK, D.; **IVASHKU, S.**; AKULA, I.; VERAMEICHYK, A.; SVISTUN A. THE USE OF POWDER MATERIALS OF HIGHLY HARD COMPOUNDS FOR THE FORMATION OF

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

- **КРОИТОРУ, Д., ИВАШКУ, С., ЦЫНЦАРУ, Н., ЮЩЕНКО, С., ЯЦКО, С., ПЕТРЕНКО, В., СКЛИФОС, С., БОБАНОВА, Ж.** Влияние карбида вольфрама на процесс осаждения и свойства новых композиционных гальванических покрытий Fe-WS. *Электронная обработка материалов*. 2024, **60(2)**, 9—18. Doi:[10.52577/eom.2024.60.2.09](https://doi.org/10.52577/eom.2024.60.2.09).

## 5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

- **ОВЧИННИКОВ, Е.; МИХАЙЛОВ, В.; ИВАШКУ, С.; АКУЛА, И.; ЭЙСЫМОНТ, Е.; ЛИННИК, Д.; ОВЧИННИКОВ, А.** Инновационные технологии формирования электроискровых покрытий. În: *Сборник научных трудов “СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ”*. (В 2 книгах). Книга 2, 2024. ФТИ АН, Минск, Республика Беларусь, С.147-158. [https://phti.by/wp-content/uploads/2024/12/kniga-2\\_tehnologii-obrabotka-metallov-davleniem\\_2024.pdf](https://phti.by/wp-content/uploads/2024/12/kniga-2_tehnologii-obrabotka-metallov-davleniem_2024.pdf)

## 6. Articole în lucrările conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

- **БОБАНОВА, Ж., ПЕТРЕНКО, В., КРОИТОРУ, ЮЩЕНКО, С.** Микрораспределение электролитических сплавов кобальта, железа с вольфрамом. În: *Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: сборник материалов*, Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2024. Международная научно-техническая конференция, 16-17 мая, 2024 г., Брянская область – Коркино, Россия, р. 81-82. <https://www.bgsha.com/ru/book/581748/>
- **ОВЧИННИКОВ, Е., МИХАЙЛОВ, В., СВИСТУН, А., ОВЧИННИКОВ, А.** Модели формирования электроискровых покрытий, получаемых по различным технологическим подходам. *Международная научно-практическая конференция “Перспективные машиностроительные технологии (Advanced Engineering Technologies) АЕТ 2024”*, Санкт-Петербург, РФ, 13-20 мая, 2024.
- **KANAROVSKII, E., YALTYCHENKO, O., BARANOV, S.** Cumulative effect of flavonoid,  $\alpha$ -tocopherol and ascorbate on lipid peroxidation kinetics. *International Congress on Information Technologies in Medicine, Pharmacy, Agriculture, Food, Forestry, Environment and Engineering (INFTEC-2024)*, May 08-10, 2024, Tokat, Turkiye. p.472-476. <https://www.inftec.org/uploads/inftec-2024-kongre-kitabi.pdf>
- **KANAROVSKII, E., YALTYCHENKO, O., BARANOV, S.** Magnetic micro- and nanowires for applications in code labels. *International Congress on Information Technologies in Medicine, Pharmacy, Agriculture, Food, Forestry, Environment and Engineering (INFTEC-2024)*, May 08-10, 2024, Tokat, Turkiye. p. 477-481. <https://www.inftec.org/uploads/inftec-2024-kongre-kitabi.pdf>

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională din Republica Moldova

- **МИХАЙЛОВ, В.; КАЗАК, N.; ИВАШКУ, С.; ЯНАКЕВИЧ А.; ЯЦКО, С.** СИНТЕЗ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ В ПЛАЗМЕ НИЗКОВОЛЬТНОГО ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА. Conferința științifică națională cu participare internațională “Integrare prin Cercetare și Inovare” Universitatea de Stat din Moldova, 7-8 noiembrie, 2024. <https://cercetare.usm.md/wp-content/uploads/Programa-Conferintei-1.pdf>

## 7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

- **ȚINȚARU, N.** Hybrid coatings as an innovative way to improve electrospray deposited alloys. *International Conference on Advances in Technology, Education and Science (ICATES)*, Turkey, May 1-6, 2024. <https://www.arste.org/icates /2024/pages/39/best-paper-award?l=en>
- **ȚINȚARU, N.** Electrospray alloying and Electrochemical Methods as Effective Technologies for Obtaining Advanced Materials. Prelegeri invitate în cadrul conferinței internaționale “6th International Conference on Nanomaterials Science and Mechanical Engineering”, University of Aveiro, Portugal, July 9-12, 2024. <https://icnmsme2024.web.ua.pt/index.php/speakers/>
- **МИХАЙЛОВ V.; ИВАШКУ S.; ИАНACHEVICI, A.; CROITORU, D.; OVCINNIKOV, E.; PADGURSKAS, J.** Anomalous diffusion phenomenon in surface layers of metals under the complex effect of electric discharges and accelerated chemical-thermal heating in electrolyte. *The 11th International Conference on Tribology BALKANTRIB'24* 26-28 September, 2024. Sofia, Bulgaria. P.2, p. 9 [https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/216/preliminary\\_program.pdf](https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/216/preliminary_program.pdf)
- **PADGURSKAS, J.; RUKANSKIS, M.; RUKUIŽA, R.; МИХАЙЛОВ, V.; PENYASHKI, T.** The effect of texturing of Mo coatings on the tribological properties of lubricated friction pairs. *The 11th International Conference on Tribology BALKANTRIB'24* 26-28 September, 2024. Sofia, Bulgaria. P.14, p. 9. [https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/216/preliminary\\_program.pdf](https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/216/preliminary_program.pdf)
- **МИХАЙЛОВ, V.; ИВАШКУ, S.; КАЗАК, N.; OVCINNIKOV E. and ИАНACHEVICI A.** Synthesis of ternary compounds (Max-phases) in low voltage pulsed discharge plasma, *The 8th International Colloquium 'Physics of Materials' - PM-8*, Bucharest, Romania, November 14-15, 2024. p.23. [http://www.physics.pub.ro/Site\\_Conferinta\\_PM-8/Abstracts\\_Book.pdf](http://www.physics.pub.ro/Site_Conferinta_PM-8/Abstracts_Book.pdf)
- **JONKUS G.; LEVINAS, R.; TSYNTARU, N.; CESIULIS, H.** Copper-based films obtained by anodization for supercapacitor applications. *2nd International Conference on Nanotechnology Research and Innovation University of Aveiro*, Aveiro, Portugal, November 19-22, 2024. p.85. <https://icntri-2024.web.ua.pt/wp-content/uploads/2024/12/ICNTRI2024-abstract-book.pdf>
- **TSYNTARU, N.** Composite/hybrid coatings as an innovative way to improve electrodeposited materials. *International Conference on Nanotechnology Research and Innovation University of Aveiro*, Portugal, November 20-24, 2024. p.62 <https://icntri2023.nmsme.org/icntri2023/wpcontent/uploads/2023/12/ICNTRI2023-abstract-book.pdf>
- **LEVINAS, R.; VITER, R.; TSYNTARU, N.; TAMASAUSKAITETAMASIUNAITE, L.; CESIULIS, H.; NORKUS, E.** Plasma electrolytic oxidation synthesis of TiO<sub>2</sub>/CuO heterostructures and characterization for photoanode applications. *International Conference on Nanotechnology Research and Innovation University of Aveiro*, Portugal, November 20-24, 2024. p.133 <https://icntri2023.nmsme.org/icntri2023/wpcontent/uploads/2023/12/ICNTRI2023-abstract-book.pdf>

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale din Republica Moldova

- **TSYNTARU, N.;** UNLOCKING THE POWER OF ELECTROSPARK ALLOYING AND ELECTROCHEMICAL METHODS FOR SHAPING INNOVATIVE MATERIALS. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 41. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- **KANAROVSKII, E.;** YALTYCHENKO, O.; **BARANOV, S.** THEORETICAL MODEL OF LIPID PEROXIDATION KINETICS INVOLVING THREE DIFFERENT ANTIOXIDANTS: FLAVONOID,  $\alpha$ -TOCOPHEROL AND ASCORBATE. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 59. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- **BARANOV, S.;** YALTYCHENKO, O.; **KANAROVSKII, E.** APPLICATIONS OF MAGNETIC MICRO- AND NANOWIRES AS A CODE LABELS. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 144. [https://mscmp.usm.md/wp-content/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wp-content/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- **KROITORU, D.;** **IVASHCU, S.;** SKLIFOS, S.; **BOBANOVA, Z.;** **IATSKO, S.** INVESTIGATION OF THE APPLICATION PROCESS OF Fe-WC COMROSIONAL GALVANIC COATINGS. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 172. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- **BOBANOVA, Z.;** **YUSHCHENKO, S.;** **IVASHKU, S.;** **CROITORU, D. KROITORU, D.;** GLOBAP. PECULIARITIES OF ELECTRODEPOSITION OF COBALT-TUNGSTEN ALLOYS FROM GLUCONATE ELECTROLYTES. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 173. [https://mscmp.usm.md/wp-content/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wp-content/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- **PARȘUTIN, V.;** **PARAMONOV, A.;** **COVALI, A.;** **GORINCHOY, V.;** **LOZAN V.** SUPPRESSION OF CORROSION OF STEELS IN WATER BY MIXTURES OF FURACILIN WITH ORGANIC SUBSTANCES. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 176. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- **PARȘUTIN, V.;** **PARAMONOV, A.;** **COVALI, A.;** **KUBRITSKAYA T.** PROTECTION OF STEELS FROM CORROSION BY EXTRACTS OF A PLANT ORIGIN. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 177. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- **Koval’ A.** HIGH-FREQUENCY ELECTROSPARK ALLOYING - AS A WAY TO INCREASE THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF METAL SURFACES. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 178. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- **PARȘUTIN, V.;** **COVALI, A.;** **GORINCHOY, V.;** **LOZAN V.** HETERONUCLEAR SALICYLATE COMPLEX - AS A CORROSION INHIBITOR OF STEEL ST. 3 IN WATER. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 179. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)

- PARȘUTIN, V.; PARAMONOV, A.; **COVALI, A.** INVESTIGATION OF CORROSION PROPERTIES OF Ni-Re ALLOYS AND THEIR COMPONENTS. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 180. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- PARȘUTIN, V.; PARAMONOV, A.; **COVALI, A.** CORROSION PROPERTIES OF NI-RE ALLOYS DOPED WITH ZIRCONIUM, HAFNIUM, TUNGSTEN AND PALLADIUM. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 181. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- **BARANOV, S.** PRODUCTION AND PROPERTIES OF MAGNETIC MICRO- AND NANOWIRES. SURFACE ENERGY IN NANOWIRES. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 189. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)
- **MIHAILOV, V.; IVAȘCU, S.; KAZAK, N.; IANACHEVICI, A.** INFLUENCE OF THE MOVEMENT FORM OF PROCESSING ELECTRODES ON THE COATING FORMATION PROCESS DURING ELECTRO-EROSION ALLOYING OF STEELS. *The 10th International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics (MSCMP 2024)*”, 1-4 October, 2024, Chisinau, Moldova. p. 192. [https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024\\_Book\\_Abstracts.pdf](https://mscmp.usm.md/wpcontent/uploads/2024/10/MSCMP2024_Book_Abstracts.pdf)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională din Republica Moldova

- **МИХАЙЛОВ, В.; КАЗАК, N.; ИВАШКУ, С.; ЯНАКЕВИЧ А.; ЯЦКО, С.** СИНТЕЗ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ В ПЛАЗМЕ НИЗКОВОЛЬТНОГО ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА. *Conferința științifică națională cu participare internațională “Integrare prin Cercetare și Inovare” Universitatea de Stat din Moldova, 7-8 noiembrie, 2024.* <https://cercetare.usm.md/wp-content/uploads/Programa-Conferintei-1.pdf>

## 9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală

9.2. eliberate de Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală

- LOZAN, V.; PARȘUTIN, V.; PARAMONOV, A.; **COVALI, A.** *Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă.* [Brevet de Invenție nr. MD 1746 Y 2024.03.31.](#)
- LOZAN, V.; PARȘUTIN, V.; **COVALI, A.;** GORINCIOL, V. *Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă.* [Brevet de Invenție nr. MD 1754 Y 2024.05.31.](#)

Coordonatorul subprogramului  
de cercetare

MIHAILOV Valentin  
(numele, prenumele)

\_\_\_\_\_  
(semnătura)

Data: 30.01.2025

**Componenta echipei de cercetare****TEHNOLOGIE DE MODIFICARE A SUPRAFETELOR OTELURILOR DE CONSTRUCȚIE  
ȘI CELOR MEDICALE LA ACȚIUNEA COMPLEXĂ CU DESCĂRCĂRI ELECTRICE ÎN  
IMPULS, DEFORMARE PLASTICĂ ȘI TRATAMENT PLASMOCHIMIC ÎN ELECTROLIȚI**

(denumirea subprogramului)

Codul subprogramului **011204**

| <b>Echipa subprogramului pentru 2024</b> |                         |                      |                          |                        |                       |                       |                         |
|------------------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>Nr</b>                                | <b>Nume, prenume</b>    | <b>Anul nașterii</b> | <b>Titlul științific</b> | <b>Funcția</b>         | <b>Norma de muncă</b> | <b>Data angajării</b> | <b>Data eliberării*</b> |
| 1.                                       | BARANOV Serghei         | 1948                 | Dr.                      | cercet. științ. super. | 0,25                  | 02.01.2024            |                         |
| 2.                                       | BELEVSKI Stanislav      | 1984                 | Dr.                      | cercet. științ. coord. | 1                     | 02.01.2024            |                         |
| 3.                                       | BOBANOVA Janna          | 1937                 | Dr.                      | cercet. științ. super. | 0,25                  | 02.01.2024            |                         |
| 4.                                       | BORȚOI Tudor            | 1952                 | Dr.                      | cercet. științ. super. | 0,25                  | 02.01.2024            |                         |
| 5.                                       | COVALENCO Chiril        | 1990                 |                          | cercet. științific     | 1                     | 02.01.2024            |                         |
| 6.                                       | COVALI Alexandru        | 1976                 |                          | cercet. științific     | 1                     | 02.01.2024            |                         |
| 7.                                       | CROITORU Dumitru        | 1948                 | Dr.                      | cercet. științ. coord. | 0,25                  | 02.01.2024            |                         |
| 8.                                       | CRUPNIC Vitali          | 1957                 |                          | cercet. științific     | 0,5                   | 02.01.2024            |                         |
| 9.                                       | CUHARUC Anatolii        | 1979                 | Dr.                      | cercet. științ. coord. | 1                     | 02.01.2024            |                         |
| 10.                                      | GLOBA Pavel             | 1979                 | Dr.                      | cercet. științ. super. | 0,5                   | 02.01.2024            |                         |
| 11.                                      | IANACHEVICI<br>Anatolie | 1947                 |                          | cercet. științific     | 1                     | 02.01.2024            |                         |
| 12.                                      | IAȚCO Spiridon          | 1969                 |                          | cercet. științific     | 0,25                  | 02.01.2024            |                         |
| 13.                                      | IUȘCENCO Sergiu         | 1960                 | Dr.                      | cercet. științ. super. | 0,5                   | 02.01.2024            |                         |
| 14.                                      | IVAȘCU Sergiu           | 1971                 | Dr.                      | șef laborator          | 1                     | 02.01.2024            |                         |
| 15.                                      | MIHAILOV Valentin       | 1943                 | Dr.                      | cercet. științ. coord. | 0,25                  | 02.01.2024            |                         |
| 16.                                      | PASINCOVSKI Emil        | 1948                 | Dr.                      | cercet. științ. super. | 0,25                  | 02.01.2024            |                         |
| 17.                                      | ȚÎNȚARU Natalia         | 1979                 | Dr.                      | cercet. științ. coord. | 1                     | 02.01.2024            |                         |

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor

**6%**

Directorul unității de cercetare

SIKIMAKA Olga

(numele, prenumele)

(semnătura)

Coordonatorul subprogramului  
de cercetareMIHAILOV Valentin

(numele, prenumele)

(semnătura)

Data: 30.01.2025