

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare,
director general dr.hab.
Aurelia Hanganu _____

_____ 2024

AVIZAT

Secția Științe Exacte și
Inginerești a AȘM,
conducător dr.hab. m.cor.
Svetlana Cojocaru _____

_____ 2024

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

Proiectul **Obținerea de noi materiale micro- și nanostructurate prin metode
fizico-chimice și elaborarea tehnologiilor pe baza acestora**

Cifra proiectului **20.80009.5007.18**

Prioritatea Strategică **Competitivitate economică și tehnologii inovative**

Rectorul USM

Igor Șarov _____

Consiliul științific al IFA

Olga Șikimaka _____

Conducătorul proiectului

Valentin Mihailov _____

L.Ș.

Chișinău 2024

CUPRINS:

1. Scopul, obiectivele și rezultatele planificate și realizate pe parcursul anilor 2020-2023
2. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute
3. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect 2020-2023
4. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în limba română (Anexa nr. 1)
5. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în limba engleză (Anexa nr. 1)
6. Lista publicațiilor științifice pentru perioada 2020-2023 (Anexa nr. 2)
7. Volumul total al finanțării proiectului pentru perioada 2020-2023 (Anexa nr. 3)
8. Componența echipei pe parcursul anilor 2020-2023 (Anexa nr. 4)
9. Raportarea indicatorilor (Anexa nr. 5)

1. Scopul proiectului

Scopul acestui proiect constituie elaborarea metodelor electrochimice, de electrodescărcare și combinate (deformarea plastică severă - DPS, pulverizare magnetron (“magnetron sputtering”) - MS, ș.a.) pentru obținerea unor materiale noi micro și nanostructurate în bază de metale din grupul Fe cu W, hidroxiapatită (HA), biosticlă (BS) și oțel medicinal și cercetarea proprietăților acestor materiale pentru a fi utilizate în calitate de acoperiri durificatoare, anticorozive și biocompatibile, precum și elaborarea bazelor științifice ale tehnologiilor respective.

2. Obiectivele proiectului 2020–2023

1. Dezvoltarea metodelor de obținere a acoperirilor nanostructurate la: prelucrarea electrochimică, alierea prin scânteii electrice și celor biocompatibile prin pulverizare magnetron (MS - “magnetron sputtering”), stabilirea mecanismelor de obținere a acestora și formarea proprietăților preconizate.
2. Obținerea structurilor complexe strat-substrat de hidroxiapatită și biosticlă pe substrat de oțel medicinal nanostructurat la suprafață pentru aplicații biomedicale în domeniul țesutului osos. Cercetarea influenței metodelor de obținere asupra structurii materialelor și, ca urmare, asupra proprietăților lor mecanice (adeziunea, duritatea) și biologice cu scopul stabilirii corelației dintre metodelor de obținere, structură și proprietăți.
3. Elaborarea în diverse variante a tehnologiilor de obținere și utilizare a acoperirilor nanostructurate electrochimice, aliere prin scânteii electrice și biocompatibile, pentru a determina eficiența acestora în diferite aplicații.
4. Testarea experimentală a diverselor tehnologii în condiții de laborator și cu utilizarea bazei clusterului tehnico-științific Elchim-Moldova, propuneri pentru determinarea domeniilor de utilizare efectivă și transfer tehnologic, recomandări pentru implementare.

3. Rezultate planificate conform proiectului depus

1. Obținerea acoperirilor nanocristaline pe baza metalelor din grupul Fe cu W din electroliți, care reduc semnificativ impactul negativ asupra mediului, cercetarea proprietăților și crearea bazelor științifice ale tehnologiei de electrodepunere.
2. Elaborarea unui mecanism de codepunere indusă a aliajelor metalelor din grupul Fe cu W, din care trebuie să rezulte principalele particularități de control ale compoziției și structurii acoperirilor.
3. Elaborarea bazelor științifice ale tehnologiei de formare a straturilor nanostructurate la interacțiunea plasmă descărcărilor în impuls cu elementele de aliere și suportul – piesă.
4. Vor fi obținute structuri complexe strat-substrat de hidroxiapatită și biosticlă pe substrat de oțel medicinal nanostructurat la suprafață prin metode de deformare plastică severă cu potențiale aplicații în implantologie ortopedică și dentară. Cercetările în proiect vor fi axate spre ajustarea condițiilor de depunere și compoziției țintei pentru a obține compoziția și structura filmului cu proprietăți mecanice (adeziune, duritate), bioactive și biocompatibile optimizate.
5. Crearea bazelor științifice ale tehnologiei electrochimice de prelucrare dimensională (PECD) a pieselor complexe prin impulsuri într-un diapazon de 1 (una) microsecundă pentru utilizare la întreprinderile din Moldova (în cadrul clusterului Elchim-Moldova).

4. Rezultatele obținute

Rezultatele obținute în cadrul proiectului sunt orientate spre crearea bazelor științifice ale tehnologiilor de obținere și utilizare a noilor materiale și acoperiri micro- și nanostructurate prin metode fizico-chimice (electrochimice, de electrodescărcare și combinate (deformarea plastică severă și pulverizare magnetron etc.), inclusiv tehnologiile electrochimice prin electrodescărcare pentru prelucrarea dimensională.

1. În cadrul proiectului au fost studiate metodele de obținere a acoperirilor electrochimice nanocristaline sub formă de aliaje ale metalelor din grupa fierului cu metale refractare (W, Mo, Re), care, de regulă, sunt nanocristaline, fiind asociate cu parametri funcționali avansați: microduritate și rezistență la coroziune ridicate, proprietăți catalitice în reacția de degajare a hidrogenului, capacitatea de a controla proprietățile magnetice. Pe parcursul proiectului au fost prezentate posibilitățile de obținere a acestora sub formă de pelicule subțiri și structuri cvasi-unidimensionale (nanotuburi, nanofire, nanobare). Interesul pentru obținerea unor astfel de aliaje se datorează nu numai posibilităților largi de aplicare a acestora, ci și persistenței unor probleme în mecanismul de electrodepunere, care în prezent este subiectul discuțiilor. În special, electrodepunerea unor astfel de aliaje a fost clasificată ca anormală, deoarece metodele electrochimice clasice pentru supravegherea componenței aliajelor nu sunt aplicabile: este imposibil să se depună W, Mo, Re dintr-o soluție apoasă. Electrodepunerea acestora a fost calificată ca fiind codepozitare indusă (induced codeposition) (un complex de metal din grupa fierului (Fe, Co, Ni) – „înduce” depunerea unui metal refractar într-un aliaj în care concentrația acestuia poate ajunge la 50% (greutate) sau mai mult

Pentru procesele de electrodepunere a unor astfel de aliaje, au fost observate o serie de „anomalii”: componența și proprietățile acestora sunt determinate nu numai de structura electrolitului, pH-ul soluției, curentul (potențialul electrodului), ci și, menținând în același timp, componența și parametrii electrochimici (indicați mai sus) constanți, care depind de suprafața pe care se efectuează depunerea (există un efect macroscopic de dimensiune a componenței și proprietăților (microduritate, rezistență la coroziune) suprafețelor obținute).

Datele experimentale obținute au demonstrat că efectul dimensional macroscopic, al proprietăților suprafeței în procesul codepotizării induse a metalelor din grupa fierului cu metale refractare constituie un caz special. S-a demonstrat că înlăturarea stratului de suprafață prin șlefuire abrazivă sau dizolvare anodică nu determină eliminarea acestuia. Acest fenomen este evidențiat din caracteristica descendentă a microdurității în funcție de densitatea volumetrică a curentului. Pentru a spori microduritatea, s-a aplicat prelucrarea ciclică de catod-anod cu tratament consecutiv cu un curent catodic de o densitate de 2 A/dm^2 și un curent anodic de aceeași densitate și un raport de încărcare a perioadelor catodului și anodului de 10:1 (30 de minute din ciclul catodic și 3 minute din ciclul anodic). Ca urmare, se observă o creștere a microdurității până la 20% la $I_v = 100 \text{ mA/l}$, influența densității volumetrice de curent scade, iar efectul dimensional se menține.

S-a demonstrat că raportul dintre Co și W din acoperire nu se modifică în timpul tratamentului catod-anodic (în comparație cu tratamentul catodic), spre deosebire de valorile măsurate ale microdurității, ceea ce pare evident, deoarece tratamentul anodic înlătură doar stratul de

suprafață alterat și nu modifică componența aliajului și, așa cum se arată mai sus, se caracterizează și prin prezența unui efect de dimensiune macroscopic.

S-a stabilit că la depunerea indusă și obținerea acoperirilor nanostructurate a metalelor din grupa fierului cu wolfram au loc fenomene dimensionale a proprietăților (a microdurității și rezistenței la coroziune). În funcție de densitatea volumetrică al curentului (DVC, I_v) de electrodepunere, s-au obținut depozite cu morfologie și structură semnificativ diferite. La DVC scăzută se observă formarea acoperiri cu structură cristalină (picuri XRD ascuțite), iar la DVC ridicat se observă acoperiri nanocristaline, ce se explică prin lărgirea puternică a picurilor. A fost studiat în detalii efectul DVC asupra microdurității aliajelor rezultate. S-a demonstrat că creșterea DVC până la o densitate de curent fixă (atât datorită creșterii ariei de electrodepunere, cât și scăderii volumului băii la o arie fixă) duce la o scădere a microdurității atât a aliajelor Co-W cât și Fe-W. Aceste rezultate au o importanță fundamentală pentru transferul pe scară largă a tehnologiei codepunerii induse a aliajelor de metale din grupa fierului cu wolframul, pentru că la o componență dată a băii, pH-ul acesteia (temperatura, densitatea curentului potențialul), este, de asemenea, necesar să se mențină la o valoare constantă a DVC. Motivul acestui fapt constă în componența specifică a electroliților utilizați pentru depunere. S-a stabilit că dependența microdurității de DVC este legată cu formarea în stratul superficial a straturilor oxidate, concentrația cărora se mărește odată cu creșterea suprafeței de depunere și a densității volumetrice a curentului.

S-a demonstrat că eficiența electrodepunerii poate fi crescută semnificativ prin separarea spațiilor catodice și anodice, iar studiile anterioare au stabilit, de asemenea, că electrodepunerea trebuie efectuată la temperaturi ridicate.

Efectul de dimensiune al vitezei de coroziune a aliajelor electrodepuse Co-W și Fe-W se datorează mecanismului de electrodepunere. Rezultatele experimentale au remarcat, că acesta se manifestă datorită formării pe suprafața acoperirii electrodepuse a unui strat de oxid-hidroxid, structură și grosime a cărui sunt determinate de DVC (depinde de DVC). Creșterea DVC micșorează densitatea curentului de coroziune. Înlăturarea (mecanică sau electrochimică) a stratului de oxid-hidroxid suprafețial duce la scăderea rezistenței la coroziune a acoperirilor.

Studiile cineticii de nucleareizare la codepozitarea indusă a metalelor din grupa Fe cu W au identificat următoarele particularități ale componenței și structurii acoperirilor obținute: a) nanocristalinitatea, urmare a vitezei sporite de modificare a fazei (în limită – exponențială), ce duce la o limitare naturală a dimensiunilor nucleelor în faza nouă; b) dependența proprietăților acoperirilor obținute de densitatea volumetrică a curentului; c) introducerea în componența acoperirilor obținute a incluziunilor de oxid-hidroxid și hidrogen, rezultat al participării în procesul de formare a unei noi faze de molecule de solvent (apă) la o viteză sporită a schimbului interfazic; d) prezența efectelor dimensionale macroscopice (microduritate și rezistență la coroziune) la acoperirile obținute.

Prezența a cel puțin doi factori care provoacă un efect macroscopic dimensional – o modificare a raportului dintre componentele aliajului din acoperire și formarea unui strat de suprafață de oxid-hidroxid și hidrogenat – este o consecință a mecanismului de generare a aliajului. Există toate motivele să presupunem că obținerea aliajului se bazează pe interacțiunea de suprafață a doi intermediari (clusteri) – un compus de wolfram într-o stare intermediară de oxidare (format

în stadiul I) și un intermediar al reducerii complexului metal-depunător (se formează în stadiul II). Creșterea densității volumetrică a curentului deplasează potențialul în direcția catodului, atunci când densitatea de curent e fixă, iar sporirea acesteia duce la creșterea concentrației wolframului în aliaj. O modificare a concentrației de wolfram, la rândul său, modifică structura acoperirilor obținute, contribuie, împreună cu formarea de soluții solide, la formarea de compuși intermetalici în aliaj. În același timp, sporirea densității de curent induce posibilitatea participării moleculelor de apă la procesul de obținere a unui aliaj. Aceasta, la rândul său, duce la formarea de oxid-hidroxid și straturi de suprafață hidrogenate, care reduc microduritatea.

Din cele expuse mai sus rezultă o concluzie univocă: pentru transferul pe scară largă în timpul codepunerii induse a aliajelor de metale din grupa fierului cu wolframul la o componentă dată a băii, pH-ul acesteia, temperatura, densitatea curentului (potențialul), este, de asemenea, necesar să se mențină o valoare constantă a densității volumetrică de curent. Motivul acestui fapt constă în componența specifică a electroliților utilizați pentru depunere. Evident, viteza de modificare a concentrației metalului-depozitant este determinată de valoarea densității volumetrică a curentului.

Cu toate acestea, un efect semnificativ al modificărilor proprietăților volumetrică ale electrolitului și al concentrației acestuia va avea loc numai dacă complexul în sine are o greutate moleculară mare. În acest caz, descompunerea sa în timpul electrodepozitării, cu eliminarea unui metal din grupa fierului și wolframului sub formă de fază solidă ar trebui să ducă la atingerea unor valori ridicate ale vitezei de modificare a concentrației metalului-depunător.

Modelele dezvoltate și prezentate (liniar și nelinier) și coincidența calitativă a acestora cu rezultatele experimentale (a principiului obținerii acoperirilor nanostructurate în combinație cu rolul densității volumetrică a curentului în dirijarea proprietăților acestora) pot servi ca bază teoretică pentru soluționarea uneia dintre problemele fundamentale ale tehnologiei electrochimice – transferul pe scară largă de la experimente de laborator la tehnologii industriale.

Este remarcabil și faptul, că tehnologiile elaborate de obținere a acoperirilor nanocristaline pe baza metalelor din grupul fierului cu wolframul sunt bazate pe utilizarea electroliților ecologici, pe baza de citrat și gluconat, care reduc semnificativ impactul negativ asupra mediului.

2. Au fost elaborate metode tribologice de deformare plastică severă (DPS) cu scopul durificării (nanostructurării) oțelului AISI 316L pentru utilizarea lui în calitate de substat în structurile acoperite de hidroxiapatită/oțel și biosticlă/oțel. În plus, utilizarea metodelor tribologice a permis de a controla rugozitatea suprafeței oțelului, ce este important pentru obținerea unei adeziuni bune dintre film și substrat.

A fost realizată optimizarea procesului de pulverizare magnetron a filmelor bioactive – biosticlă (BS) și compozit de hidroxiapatită cu biosticlă (HAP-BS), pe substrat de oțel medicinal nanostructurat, prin modificarea condițiilor de depunere - distanța dintre țintă și substrat, frecvența, puterea și tensiunea sistemului magnetron, la fel și timpul de depunere, în rezultatul căreia au fost obținute straturi de o grosime de 850 nm. A fost stabilit, că filmul de BS posedă o adeziune mai înaltă comparativ cu compozitul HAP-BS și totodată rugozitatea mai înaltă a suprafeței oțelului contribuie la o majorare a adeziunii. Acoperirea oțelului cu filmele de biosticlă și hidroxiapatită contribuie la durificarea sistemului. Deci, sistemele acoperite BS/oțel și HAP-BS/oțel au un șir de priorități nu doar din punct de vedere biologic, dar și mecanic, pentru utilizarea lor în calitate de implanturi osoase. Rezultatele obținute au demonstrat, că

aceste sisteme au o duritate mai înaltă comparativ cu oțelul și totodată o fragilitate mai scăzută comparativ cu probele 3D (voluminoase) de BS și HAP-BS.

Cercetările multilaterale ale biomaterialelor 2D și 3D în bază de hidroxiapatită și biosticlă pe substrat de oțel medicinal au evidențiat un șir de legități, care stabilesc corelarea dintre metodele de obținere, compoziție, structură și proprietăți. A fost stabilit, că HA obținută pe cale de precipitare chimică posedă o compactibilitate mai înaltă comparativ cu cea obținută pe cale de sol-gel, ceea ce rezultă într-o structură mai puțin poroasă și duritate mai înaltă. Majorarea temperaturii de sinterizare și a procentul de sticlă în compozitele HA-BS duce la o descompunere a HA în tricalciu fosfat, care induce o bioactivitate mai înaltă.

Optimizarea metodei de pulverizare magnetron (MS - „magnetron sputtering”) prin elaborarea unui nou modul RF (de radiofrecvență) a permis obținerea unor proprietăți îmbunătățite (structura, adeziune) a biostructurilor 2D de HA și BS pe substrat de oțel medicinal. În plus, au fost utilizat oțelul, suprafața cărui a fost preventiv prelucrată prin deformare plastică severă pentru majorarea adeziunii. Aceste măsuri au condus la obținerea unei structuri mai uniforme, adeziuni și proprietăți mecanice optimizate ale filmelor depuse. Grosimea filmelor variază de la 300 la 800 nm în dependență de materialul acoperirii (HA, BS, BS-Zn, BS-Ce, HA-BS) și este maximă pentru biosticle. Din șirul de acoperiri obținute, cea de HA-BS manifestă o adeziune scăzută, ce se pronunță prin prezența zonei delaminate din jurul amprentelor de indentare, care însă a fost depășită prin aplicarea tratamentului termic ulterior depunerii. Pentru toate structurile film/substrat s-a dovedit, că substratul de oțel obținut prin DPS cu o rugozitate Ra mai mare (48nm față de 38 nm) contribuie la o adeziune și duritate mai înalte. Toate acoperirile au proprietăți durificante, adică depășesc duritatea substratului de oțel. Astfel, duritatea filmelor măsurată la nanoindentare cuprinde valori în mediu de 5-6 GPa, comparativ cu duritatea în jur de 3 GPa a oțelului. La fel, acoperirile obținute prin metoda magnetron au o duritate superioară acelorși materiale de volum obținute prin presarea și sinterizarea pulberilor.

A fost stabilit, că materialele în bază de HA și BS obținute induc proprietăți bioactive în mediul fiziologic, testate în soluția simulatoare specială (SBF – ”simulated body fluid”), ce a demonstrat formarea pe suprafața biomaterialului a stratului de carbo-HA, care contribuie la osteointegrarea lui, adică formarea legăturii la interfață materialului implantat și os. Biocompatibilitatea materialelor, cercetată prin teste MTT, a demonstrat o viabilitate celulară înaltă cuprinsă între 94 și 99%.

3. Au fost efectuate investigații sistematice ale procesului alierii prin scânteii electrice, în special prelucrarea succesivă cu electrozi din metale care drept rezultat al interacțiunii formează compuși metalici cu proprietăți fizico-mecanice înalte și au fost stabilite legitățile formării straturilor cu grosimi de până la 500 μ. S-a stabilit că, în cazul prelucrării succesive cu electrozi din titan, nichel și aluminiu, în straturile formate au loc transformări alotropice, în urma cărora se obțin compuși TiNi, Ti₂Ni, TiAl₂ TiAl₃, Ti₃Al. S-a studiat, de asemenea, procesul alierii prin scânteii electrice cu electrozi din metale cum ar fi Ti, Ta, W cu înaltă afinitate față de carbon în vederea obținerii carburilor de tip MeC.

Au fost elaborate o serie de machete funcționale de generatoare de impulsuri electrice cu un diapazon larg de variere a parametrilor energetici, fapt ce a permis optimizarea procesului de formare a acoperirilor de înaltă calitate: continuitate și uniformitate a grosimii. În scopul

eficientizării procesului de formare a acoperirilor durificate și creșterii grosimii acestora, au fost propuse și realizate mai multe variante ale alierii prin scânteii electrice:

a) îmbinarea într-un proces tehnologic unic a prelucrării cu electrod-anod compact și introducerea simultană în interstițiul dintre anod (electrodul de prelucrare) și catod-piesă a pulberii din același material ca și al anodului, ceea ce a sporit considerabil productivitatea formării stratului și creșterea grosimii acestuia;

b) utilizarea aplicatoarelor cu electrozi rotativi în plan perpendicular pe suprafața catodului-piesă, ceea ce, de asemenea, a sporit mărirea grosimii straturilor formate.

Analiza cu raze X și cu ajutorul microscopului cu scanare electronică ne-a permis să descoperim în straturile formate faze nanocristaline și amorse, care, în opinia noastră, au contribuit la augmentarea proprietăților fizico-mecanice ale acoperirilor sintetizate. Astfel, testările tribologice și ale rezistenței la coroziune au demonstrat extinderea spectaculoasă a acestor caracteristici.

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

Impactul științific al rezultatelor obținute în cadrul proiectului constă în obținerea de cunoștințe noi, fapt ce va contribui la extinderea cercetărilor, dar și a domeniilor de aplicare practică. Cu certitudine aceasta se datorează dezvoltării și stabilirii mai multe metode moderne de obținere a acoperirilor nanostructurate: metode electrochimice, aliere prin scânteie și deformarea plastică severă și pulverizare magnetron.

Elaborarea structurilor acoperite de biosticlă (BS) și hidroxiapatită (HA) pe substrat de oțel prezintă interes atât din punct de vedere științific, cât și cel social-economic, fiind materiale destinate utilizării în medicină în calitate de materiale pentru tratarea și înlocuirea țesutului osos. Înlocuirea titanului, utilizat pentru implanturi, cu structurile acoperite în bază de BS și HA pe oțel va duce la reducerea prețurilor implanturilor, pe de o parte, și majorarea bioactivității și biocompatibilității acestora, pe de altă parte, ce la rândul său va contribui la reducerea complicațiilor post-implantare.

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. De remarcat, că în proiect au fost prezenți și tineri specialiști, doctoranzi, masteranzi, având deja acumulată experiență de lucru în domeniu, dar care s-a lărgit și aprofundat pe parcursul desfășurării proiectului acumulându-se, totodată, cunoștințe și experiență nouă.

6. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

Echipa de cercetare a dispus, în mare măsură, de echipamentul și resursele necesare pentru realizarea cu succes a proiectului. Instalația pentru de extindere-compresiune pentru realizarea DPS și nanostructurării oțelului (aparatură de presiune, mașina IMAS), pentru măsurările durității, modulului de elasticitate, testelor de uzură - aparatele de nanoindentare și microindentare (nanodurimetru nanotester-PMT3-NI-02, microdurimetru PMT-3M, mașinile de încercare la uzură SMT-2 și SMT-1, balanța analitică BAP-200), microscopia optică pentru cercetarea

microstructurii materialelor (microscopul metalografic digital XJL-101, microscopie optice NEOPHOT 30 și 32, precum și Amplival; microscopul interferometric Linnik, mașina de șlefuire-polisare). SEM, EDX, XRD, AFM – pentru cercetarea structurii, compoziției elementare și fazice ale materialelor obținute. Cercetarea proceselor electrodeice de electrodepunere au fost efectuate cu ajutorul potențostatului PARSTAT 2273, pH-metre II-160M și ӨB – 74, analizatorului de spectru CK4-56, oscilografului GW INSTRON, termostate etc. Pentru obținerea suprafețelor nanostructurate prin metoda ASE au fost utilizate diverse instalațiile tehnologice: EFI-10M, EFI-23M, EIL, Elitron 22B (activare manuală), mașina unealtă în două coordonate pentru aliere prin scânteii electric, machete de instalații mecanizate de producție proprie, surse de curent 40A, mașina de frezat cu 5 axe HY-TB5 CNC. Cercetările și măsurările la microscopia de forță atomică au fost efectuate în cooperare cu UTM, pulverizarea magnetron – cu USM și IEN (Institutul de Ingineri Electronică și Nanotehnologii). Teste de bioactivitate în SBF și teste MTT de biocompatibilitate (biotoxicitate).

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

La nivel național am colaborat cu echipe de cercetare din cadrul Universității Tehnice a Moldovei, Universității de Stat din or. Bălți, Universității de Stat din or. Tiraspol, Universității de Stat de Medicină și Farmacie "N. Testemițanu", precum și cu Universitatea de Stat din Moldova. Colaborarea internațională s-a manifestat prin lucrări experimentale comune, lucrări științifice, prezentări rapoarte la conferințe. Au fost efectuate cercetări experimentale comune cu: Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București (România), Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași (România), Universitatea din Vilnius și JSC Elektronikos Perdirbimo Technologijos, Vilnius (Lituania), Universitatea din Kostroma (F. Rusă), Universitatea Autonomă din Barcelona Departamentul de Fizică (Spania), Universitatea de Stat, Institutul de Cercetare a Problemelor Fizico-Chimice din Minsk și Universitatea de Stat din Grodno (Belarus), Academia Agrară din Kaunas (Lituania), Academia Agrară din Sofia (Bulgaria), Universitatea Tehnică din Sumî (Ucraina), Institutul de Fizică Tehnică din or. Lvov (Ucraina), Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii "D. Ghițu", Institutul Național de Lasere Plasmă și Radiație, București-Măgurele (România).

8. Dificultățile în realizarea proiectului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.)

Experiența obținută pe parcursul realizării proiectului, în special a anului 2023, a demonstrat cu prisosință lacunele sistemului de achiziționare a bunurilor, destinate realizării proiectului, care este foarte anevoios. Faptul, că finanțarea trebuie planificată/repartizată pe articole/coduri economice și nu poate fi modificată pe parcursul anului de finanțare, a condus la utilizarea inefficientă a banilor, deoarece este imposibil de prevăzut din timp toate necesitățile din proiect, care pot apărea pe parcursul realizării lucrărilor (de ex., componentele electronice sau piese de schimb, care pot ieși din funcție, sau necesitatea folosirii reactivelor chimice, apărută pe parcursul realizării proiectului, sau informația despre ținerea unor conferințe științifice care poate parveni după întocmirea devizului de cheltuieli și altele. Acestea se referă, în special, la activitatea legată de cercetare. Ar fi fost mult mai efectivă realizarea bugetului proiectului, dacă ar fi posibil de efectuat achizițiile bunurilor doar ținând cont de articolele/codurile economice acceptate, fără legătura strictă a sumelor de aceste articole/coduri economice.

Pentru realizarea cu succes a obiectivelor proiectului ar fi binevenită și acceptarea procurării unor echipamente, instalații mici din proiectul de Stat, dacă suma lor se include în bugetul proiectului și dacă este argumentată această procurare, ceea ce va contribui la realizarea cu succes a obiectivelor proiectului.

9. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații

Lista publicațiilor din anul 2023 este prezentată în Anexa 2.

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

1. Бобанова, Ж.И.; Петренко В.И.; Рушика, И.Д. Особенности микровыравнивания и формирования шероховатости при электрохимическом осаждения покрытий сплавов Co-W и Fe-W. Машиностроение и техносфера XXI века. Сб. трудов XXVII Международной научно-технической конференции Машиностроение и техносфера XXI века. Донецк, 2020, с. 40-44, (raport oral).
2. Șikimaka, O.; Conferința ”Smart diaspora - diaspora în învățământ superior, știință, inovare și antreprenariat. Work-shop ”Noi paradigme în știința materialelor: spre materiale și metode de caracterizare care contribuie la creșterea calității vieții. 10-13 aprilie 2023, Timișoara, România. Bionanocompozite în bază de hiroxiapatită și biosticlă: corelație obținere-structură-proprietăți (raport oral).
3. Șikimaka, O.; COST - MECANANO GENERAL MEETING, 25-28 Aprilie 2023, Madrid, Spania. Factors Affecting the Deformation-Relaxation Behavior of Materials under Nano- and Micro-Indentation (prezentare poster).
4. Grabco, D. 6 th ICNBME, Sept. 20-23, 2023, Chișinău, RM, 2023. General nature of serration effect in crystals and other materials under indentation (prezentare poster).

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

1. Pașutin, V., Coval, A. Medalia de Aur, Expoziția “Euroinvent-2022” Iași, România din 26-28 mai 2022.
2. Pașutin, V., Paramonov, A., Coval, A., Agafii, V., Cernysheva, N. Medalia de Argint, Expoziția “Euroinvent-2022” Iași, România din 26-28 mai 2022.
3. Pașutin, V., Paramonov, A., Coval, A., Agafii, V. Diploma of Excellence, Expoziția “Euroinvent-2022” Iași, România din 26-28 mai 2022.
4. Pașutin, V., Paramonov, A., Coval, A., Agafii, V. Medalia de Aur, Salonul Internațional de Invenții și Inovații “Traian Vuia - 2022”, Timișoara, România din 8-10 octombrie 2022.
5. Pașutin, V., Paramonov, A., Coval, A., Agafii, V. Medalia de Aur, Salonul Internațional de Invenții și Inovații “Traian Vuia - 2022”, Timișoara, România din 8-10 octombrie 2022.
6. Pașutin, V., Paramonov, A., Coval, A., Agafii, V. Medalia de Aur, Salonul Internațional de Invenții și Inovații “Traian Vuia - 2022”, Timișoara, România din 8-10 octombrie 2022.
7. Pașutin, V., Paramonov, A., Coval, A., Agafii, V. Medalia de Aur, Salonul Internațional de Invenții și Inovații “Traian Vuia - 2022”, Timișoara, România din 8-10 octombrie 2022.

8. Parșutin, V., Paramonov, A., Coval, A., Agafii, V. Medalia de Aur, Salonul Internațional de Invenții și Inovații “Traian Vuia - 2022”, Timișoara, Romania din 8-10 octombrie 2022.
9. Parșutin, V., Coval, A. Medalia de Aur, Expoziția “Euroinvent-2021” Iași, România din 20-22 mai 2021.
10. Parșutin, V., Coval, A. Medalia de Argint, Expoziția “Euroinvent-2021” Iași, România din 20-22 mai 2021.
11. Parșutin, V., Coval, A., Cernysheva, N. Diploma of Excellence, Expoziția “Euroinvent-2021” Iași, România din 20-22 mai 2021.
12. Gologan, V.; Sidelnicova, S.; Ivașcu, S. Medalia de Aur, Expoziția “Inventica-2021” Iași, România din 23-25 iunie 2021.
13. Parșutin, V., Coval, A. Medalia de Aur, Expoziția “Inventica-2021” Iași, România din 23-25 iunie 2021.
14. Mihailov, V., Kazak, N., Ivascu, S., Ianachevici, A., Iatco, S., Crupnic, V. Medalia de Argint, Expoziția “Inventica-2021” Iași, România din 23-25 iunie 2021.
15. Parșutin, V., Coval, A. Medalia de Argint Expoziția “Inventica-2021” Iași, România din 23-25 iunie 2021.
16. Gologan, V.; Sidelnicova, S.; Ivașcu, S. Diploma of Honor, Expoziția “Inventica-2021” Iași, România din 23-25 iunie 2021.
17. Parșutin, V., Coval, A. Diploma of Honor, Expoziția “Inventica-2021” Iași, România din 23-25 iunie 2021.
18. Mihailov, V., Kazak, N., Ivascu, S., Ianachevici, A., Iatco, S., Crupnic, V. Diploma of Excellence, Expoziția “Inventica-2021” Iași, România din 23-25 iunie 2021.
19. Parșutin, V., Coval, A. Diploma of Excellence, Expoziția “Inventica-2021” Iași, România din 23-25 iunie 2021.
20. Parșutin, V., Coval, A. Medalia de Aur, Salonul Internațional de Invenții și Inovații “Traian Vuia - 2021”, Timișoara, Romania 14 octombrie 2021.
21. Parșutin, V., Coval, A. Diploma la Medalia de Aur, Salonul Internațional de Invenții și Inovații “Traian Vuia - 2021”, Timișoara, Romania 14 octombrie 2021.
22. Parșutin, V., Coval, A. Medalia de Aur, Expoziția “INFOINVENT-2021” Chișinău, Republica Moldova, 17-20 noiembrie 2021.
23. Parșutin, V., Paramonov, A., Coval, A., Agafii, V., Cernysheva, N. Medalia de Aur, Expoziția “INFOINVENT-2021” Chișinău, Republica Moldova, 17-20 noiembrie 2021.
24. Gologan, V.; Sidelnicova, S.; Ivașcu, S., Volodina, G. Medalia de Argint, Expoziția “INFOINVENT-2021” Chișinău, Republica Moldova, 17-20 noiembrie 2021.
25. Parșutin, V., Șoltoianu, N., Cernysheva, N., Coval, A., Agafii, V. Medalia de Argint, Expoziția “INFOINVENT-2021” Chișinău, Republica Moldova, 17-20 noiembrie 2021.
26. Kazak, N. Premiul Academiei de Științe din Ucraina, Belarus și Moldova, 23 martie 2021.
27. Ivașcu, S. Premiul Academiei de Științe din Ucraina, Belarus și Moldova, 23 martie 2021.

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

➤ Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

Model: Nume, prenume / Emisiunea / Subiectul abordat

- Articole de popularizare a științei

Model: Nume, prenume / Publicația / Titlul articolului

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

În cadrul prezentului proiect au fost pregătite și susținute 3 teze de doctorat:

1. Prisacaru, Adrian. Tranzițiile de fază și aspectele de deformare a Si monocristalin în dependență de condițiile de aplicare a sarcinii concentrate la micro și nanoscară. Specialitatea: 133.04 – Fizica Stării Solide. Anul 2021. Conducător științific: dr. Șikimaka O.
2. Goteleac, Alexandr. Индуцированное соосаждение сплавов из металлов группы железа с вольфрамом и механические свойства покрытий. Anul 2022. Conducător științific: m.cor. Dicusar A.
3. Kazak, Natalia. Modificarea suprafețelor metalice prin sintetizarea cu scânteii electrice a carburilor, utilizând electrozi din grafit și metale tranzitorii. Specialitatea: 251.03 - Tehnologii Electrofizice și Ingineria Suprafețelor. Anul 2023. Conducător științific: dr. Mihailov V.

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

O mare parte a rezultatelor științifice obținute au fost materializate în procesul elaborării și fabricării unei serii de modele experimentale ale instalațiilor de depunere prin scânteii electrice cu posibilitatea varierii într-un diapazon larg a parametrilor energetici și tehnologici.

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

15. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei

Membri/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor:

- **Dikusar Alexandr** / A XIII-ea Conferință Internațională de la Plios “Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии”, or. Plios, reg. Ivanovo, Rusia / 5–9 septembrie 2022/ membru al Comitetului de Organizare a Conferințelor Științifice Internaționale.
- **Dikusar Alexandr** / Conferința Internațională ”BALTTRIB –2022 ”, Kaunas, Lithuania / 22-24 septembrie 2022/ membru al Comitetului de Organizare a Conferințelor Științifice Internaționale.
- **Dikusar Alexandr** / Conferința tehnico-științifică a Rusiei “Наукоемкие технологии в машиностроении”, or. Tula, Rusia / 07–08 iunie 2022/ membru al Comitetului de Organizare a Conferințelor Științifice Internaționale.
- **Șikimaka Olga** / 2021 / președinte la 4 Comisii de susținere a tezelor de licență și master la Universitatea de Stat din Moldova.
- **Șikimaka Olga** / 2022 / președinte la 4 Comisii de susținere a tezelor de licență și master la Universitatea de Stat din Moldova.
- **Șikimaka Olga** /2022/ referent oficial pentru susținerea tezei de doctor a dnei E. Melnic “Rolul legăturilor coordinative și a interacțiunilor π - π în edificarea arhitecturii supramoleculare în cristalele compușilor complecși de cupru. Studiul cu raze X”.
- **Șikimaka Olga** / 2023 / conducător științific de doctorat Bivol Mihaela și Hanan Alsheikh.

- **Şikimaka Olga** / 2023 / referent oficial al tezei d-nei N. Kazak Modificarea suprafețelor metalice prin sintetizarea cu scânteii electrice a carburilor, utilizând electrozi din grafit și metale tranzitorii – anul 2023.

Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale:

- **Dikusar Alexandr** / Электронная обработка материалов / redactor-șef adjunct.
- **Dikusar Alexandr** / Surface Engineering și Applied Electrochemistry/ redactor-șef adjunct.

16. Recomandări, propuneri.

Hidroxiapatita (HA) obținută pe cale de precipitare chimică (HAP) posedă o abilitate de compactare mai mare comparativ cu HA obținută pe cale sol-gel (HAG). În rezultat se obțin nanocompozite de o porozitate mai mică, duritate mai înaltă, fragilitate mai scăzută. De aceea ea poate fi recomandată pentru utilizare în calitate de materie primă atât la obținerea de bioceramice și biocompozite 3D propriu zise, cât și la obținerea țintelor pentru pulverizarea magnetron.

Au fost elaborate recomandări privind domeniile de implementare a tehnologiilor. Acestea se referă la majoritatea întreprinderilor industriale și de întreținere a tehnicii din sectoarele mecano-energetic, agroindustrial, întreprinderile de reparații și alte societăți ce au în dotare diferite mecanisme, agregate, echipamente, care necesită întreținere.

17. Concluzii

1. A fost stabilit principiul obținerii acoperirilor nanostructurate în combinație cu rolul densității volumetrică a curentului în dirijarea proprietăților acestora, ce are o importanță principială pentru transferul de la încercările de laborator în practică.
2. Au fost prezentate modele (liniare și neliniare) de coincidență calitativă a acestora cu rezultatele experimentale ce pot servi ca bază teoretică pentru soluționarea uneia dintre problemele fundamentale ale tehnologiei electrochimice – transferul pe scară largă de la experimente de laborator la tehnologii industriale.
3. În premieră au fost utilizate materiale pulverulente în calitate de elemente de aliere, în locul electrozilor compacți, ceea ce a permis, în primul rând, creșterea substanțială a procesului de depunere a acoperirilor, precum și componența lor complexă.
4. Prin metoda pulverizării magnetron (RF-MS) au fost obținute acoperiri cu conținut de bionanostructuri de hidroxiapatită-biosticlă pe substrat de oțel medicinal (316L) și stabilită influența regimului de depunere și a naturii materialelor inițiale asupra structurii, proprietăților mecanice, precum și bioactivității și biocompatibilității.
5. Au fost elaborate recomandări privind domeniile de implementare a tehnologiilor. Acestea se referă la majoritatea întreprinderilor industriale și de întreținere a tehnicii din sectoarele mecano-energetic, agroindustrial, întreprinderile de reparații și alte societăți ce au în dotare diferite mecanisme, agregate, echipamente, care necesită întreținere.

Conducătorul de proiect

MIHAILOV Valentin _____

Data: _____

LȘ

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023**Obținerea de noi materiale micro- și nanostructurate prin metode fizico-chimice și elaborarea tehnologiilor pe baza acestora****Cifrul proiectului: 20.80009.5007.18**

A fost elaborat mecanismul de codepunere indusă a aliajelor metalelor din grupul Fe cu metalele refractare (W, Mo, Re), din care derivă principalele particularități de control ale compoziției și structurii acoperirilor. A fost examinată cinetica de nucleare (fază de tranziție) referitor la codepozitarea indusă a metalelor din grupa Fe, ca cinetică de formare a fazei solide într-un sistem fractal în condițiile dependenței exponențiale a densității curentului de coordonată. Această realizare a permis explicarea particularităților compoziției și structurii acoperirilor obținute – nanocristalinitatea (rontgenoamorfitatea), ca urmarea vitezei sporite în schimbul de interfațe (în limită – exponențiale), fapt care duce la o limitare naturală a dimensiunilor nucleelor obținute în fază nouă. Prin metodele moderne (SEM, XRD, EDX, XPS, AFM) de cercetare s-au realizat unele corelații, cu caracter predominant aplicativ - dependența proprietăților acoperirilor obținute (microduritatea, rezistența la coroziune etc.) de densitatea volumetrică a curentului. Modelele dezvoltate și prezentate (liniare și neliniare) și coincidența calitativă a acestora cu rezultatele experimentale (a principiului obținerii acoperirilor nanostructurate în combinație cu rolul densității volumetrică a curentului în dirijarea proprietăților acestora) pot servi ca bază teoretică pentru soluționarea uneia dintre problemele fundamentale ale tehnologiei electrochimice – transferul pe scară largă de la experimente de laborator la tehnologii industriale.

Au fost obținute bionanostructuri acoperite în bază de hidroxiapatită (HA) și biosticlă (BS) (HA, BS, BS-Zn, BS-Ce, HA-BS) pe substrat de oțel medicinal (316L) prin metoda pulverizării magnetron în regim de radiofrecvență (RF-MS) și stabilite influența condițiilor de obținere și a materialelor inițiale utilizate asupra structurii, proprietăților mecanice, bioactive și biocompatibile. Prelucrarea (nanostructurarea) prin deformare plastică severă a substratului de oțel a contribuit la o adeziune mai înaltă a filmelor de HA și BS. Adeziunea mai scăzută a nanocompozitului HA-BS a fost depășită prin aplicarea tratamentului termic ulterior. Toate acoperirile au proprietăți durificante, adică depășesc duritatea substratului de oțel. Astfel, duritatea filmelor măsurată la nanoindentare cuprinde valori în mediu de 5-6 GPa, comparativ cu duritatea în jur de 3 GPa a oțelului. La fel, acoperirile obținute prin metoda magnetron au o duritate superioară acelorși materiale de volum obținute prin sinterizarea pulberilor. Bioactivitatea materialelor obținute a fost demonstrată prin formarea pe suprafața lor a stratului de carbo-HA, care contribuie la osteointegrarea materialului în țesutul osos, iar biocompatibilitatea lor a fost demonstrată printr-o viabilitate celulară cuprinsă între 94 și 99%.

În rezultatul investigațiilor sistematice ale procesului alierii prin scânteii electrice, utilizând generatoare de impulsuri (concepție nouă) s-a reușit sintetizarea acoperirilor multicomponente cu conținut de faze nanocristaline și amorfe, ce atribuie suprafețelor durificate proprietăți fizico-mecanice înalte. Au fost obținuți compuși ternari utilizând d-metalul tranzitoriu Ti, p-elementele Al și Si, precum carbonul și azotul - TiAlC, TiAlN și TiSiC, cu proprietăți unice: rezistență înaltă la uzură și coroziune în medii lichide agresive, conductivitate termică și electrică sporită. Compușii ternari se caracterizează prin densitate și modul de elasticitate scăzute, manifestă proprietăți caracteristice atât pentru metale, cât și pentru ceramică. La studierea morfologiei cu ajutorul microscopului cu scanare electronică au fost detectate formațiuni cristaline cu dimensiuni în limita 50-60 Å, ceea ce ne permite să presupunem că în procesul interacțiunii plamei descărcării în impuls cu materialele anodului și al catodului are loc formarea nanoparticulelor și a nanofazelor. Generalizând rezultatele obținute pe parcursul implementării proiectului au fost formulate recomandări pentru aplicarea lor practică, la soluționarea sarcinilor științifice, tehnice, economice și de producere.

The nucleation kinetics (phase transition) related to the induced co-deposition of Fe group metals with W was examined, as the kinetics of solid phase formation in a fractal system under the conditions of the exponential dependence of the current density reported on the coordinate. This achievement allowed to explain the peculiarities of the composition and structure of the coatings obtained – nanocrystallinity (X-ray amorphism), as a result of the increased speed in the exchange of interphases (in the limit – exponential), a fact that leads to a natural limitation of the sizes of the nuclei obtained in the new phase. Through modern research methods (SEM, XRD, EDX, XPS, AFM) some correlations were made, with a predominantly applicative character – the dependence of the properties of the obtained coatings (microhardness, corrosion resistance, etc.) on the volumetric current density. The developed and presented models (linear and non-linear) and their qualitative coincidence with the experimental results (of the principle of obtaining nanostructured coatings in combination with the role of volumetric current density in directing their properties) can serve as a theoretical basis for solving one of the fundamental problems of electrochemical technology – large-scale transfer from laboratory experiments to industrial technologies.

Coated bionanostructures based on hydroxyapatite (HA) and bioglasses (BG) (HA, BG, BG-Zn, BG-Ce, HA-BG) on a medical steel substrate (316L) were obtained by the magnetron sputtering method in radio frequency mode (RF-MS) and the influence of the processing conditions and the initial materials on the structure, mechanical, bioactive and biocompatible properties were established. Processing (nanostructuring) by using severe plastic deformation of the steel substrate contributed to higher adhesion of the HA and BS films. The lower adhesion of the HA-BS nanocomposite was overcome by applying the subsequent heat treatment. All coatings have hardening properties, i.e. they exceed the hardness of the steel substrate. Thus, the hardness of the films measured by nanoindentation covered the values of 5-6 GPa, compared to the hardness of about 3 GPa of the steel. Similarly, the coatings obtained by the magnetron method exhibited a higher hardness than the same 3D materials obtained by the powder sintering. The bioactivity of the obtained materials was demonstrated by the formation of the carbonated HA layer on their surface, which contributes to the osseointegration of the material in the bone tissue, and their biocompatibility was demonstrated by cell viability of 94 to 99%.

As a result of the systematic investigations of the alloying process by electric sparks, using pulse generators (new concept), it was possible to synthesize multicomponent coatings containing nanocrystalline and amorphous phases, which give the hardened surfaces high physical-mechanical properties. Ternary compounds were obtained using d-transitional metal Ti, p-elements Al and Si, such as carbon and nitrogen - TiAlC, TiAlN and TiSiC, with unique properties: high resistance to wear and corrosion in aggressive liquid media, thermal conductivity and increased electrical. Ternary compounds are characterized by low density and modulus of elasticity, exhibit properties characteristic of both metals and ceramics. When studying the morphology with the help of the electron scanning microscope, crystalline formations with sizes in the range of 50-60 Å were detected, which allows us to assume that in the process of the interaction of the pulse discharge plasma with the materials of the anode and cathode, the formation of nanoparticles and nanophases takes place. Generalizing the results obtained during the implementation of the project, recommendations were formulated for their practical application, when solving scientific, technical, economic and production tasks.

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

**Obținerea de noi materiale micro- și nanostructurate prin metode fizico-chimice și elaborarea
tehnologiilor pe baza acestora**

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

1. **Nicolenco, A.**; Navarro-Senent, C.; Sort, S. Nanoporous Composites With Converse Magnetolectric Effects for Energy-Efficient Applications. În: Encyclopedia of Materials Composites. Volume 2. Ed. D. Brabazon, Elsevier, 2021, p. 450—460. ISBN: 978-0-12-819731-8. Doi: 10.1016/B978-0-12-803581-8.11870-3.
2. Auchynnikau, Y.; Pimchuk, T.; Eisymont, E.; **Mihailov, V.**; **Kazak, N.**; Bahonovich, L. Morphological and structural features of electrospark coatings. În: Proceedings MATERIAL SCIENCE "Nonequilibrium phase transformations", Year V, Issue 1(5), September 2021. VII International Scientific Conference, 6 September, 2021, Varna, Bulgaria, p. 67—69. ISSN: 2535-0218.

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

1. **Grabco, D.**; **Pyrtsac, K.**; **Shikimaka, O.** Relaxation Parameters of Cu/substrate Type Coated Systems Under Nanoindentation. În: 5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering ICNBME 2021, November 3–5, 2021, Chisinau, Moldova, p. 55—61. Doi: 10.1007/978-3-030-92328-0_8.
2. **Colibaba G.**; Rusnac, D.; Fedorov, V.; Costriucova, N.; Monaico, E.; Potlog, T. Highly Conductive ZnO Thin Films Deposited Using CVT Ceramics as Magnetron Targets. În: ICNBME 2021, IFMBE Proceedings 87, 2022. 5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, November 3–5, 2021, Chisinau, Moldova, p. 110—116. Doi: 10.1007/978-3-030-92328-0_15.
3. **Colibaba G.**; Costriucova, N.; Rusnac, D.; Busuioc, S.; Monaico, E. Wettability of Highly Conductive ZnO:Ga:Cl CVT Ceramics with Various Ga Content. În: ICNBME 2021, IFMBE Proceedings 87, 2022. 5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, November 3–5, 2021, Chisinau, Moldova, p. 610—616. Doi: 10.1007/978-3-030-92328-0_78.

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. Levinas, R.; **Tsyntsaru, N.**; Cesiulis, H. The Characterisation of Electrodeposited MoS₂ Thin Films on a Foam-Based Electrode for Hydrogen Evolution. *Catalysts*. 2020, 10(10), 1182-1—1182-18. Doi: [10.3390/catal10101182](https://doi.org/10.3390/catal10101182) (IF: 3,520).
2. Robbennolt, S.; Yu, P.; **Nicolenco, A.**; Fernandez, P.M., Coll, M.; Sort, J. Magneto-ionic control of magnetism in two-oxide nanocomposite thin films comprising mesoporous cobalt ferrite conformally nanocoated with HfO₂. *Nanoscale*. 2020, 12(10), 5987—5994. Doi: [10.1039/C9NR10868H](https://doi.org/10.1039/C9NR10868H) (IF: 6,970).
3. **Nicolenco, A.**; Gómez, A.; Chen, X.-Z.; Menéndez, E.; Fornell, J.; Pané, S.; Pellicer, E., Sort, J. Strain gradient mediated magnetoelectricity in Fe-Ga/P(VDF-TrFE) multiferroic bilayers integrated on silicon. *Appl Mater Today*. 2020, 19, 100579-1—100579-8. Doi [10.1016/j.apmt.2020.100579](https://doi.org/10.1016/j.apmt.2020.100579) (IF: 8,013).
4. Mulone, A.; **Nicolenco, A.**; Imaz, N.; Fornell, J.; Sort, J.; Klement, U. Effect of heat treatments on the mechanical and tribological properties of electrodeposited Fe–W/Al₂O₃ composites. *Wear*. 2020, 448-449, 203232. Doi: [10.1016/j.wear.2020.203232](https://doi.org/10.1016/j.wear.2020.203232) (IF: 2,95).
5. **Grabco, D.**; **Pyrtsac, K.**; **Shikimaka, O.** The Sensitivity of Dislocation Rosettes to the Shape of a Berkovich Indenter on LiF and MgO Crystals. *Phys Solid State*. 2020, 62(8), 1386—1393. Doi: 10.1134/S106378342008017X (IF: 1.126).
6. **Nicolenco, A.**; Chen, Y.; **Tsyntsaru, N.**; Cesiulis, H.; Pellicer, E.; Sort, J. Mechanical, magnetic and magnetostrictive properties of porous Fe-Ga films prepared by electrodeposition. *Mater Design*. 2021, 208, 109915-1—109915-11. Doi: [10.1016/j.matdes.2021.109915](https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109915) (IF: 6,289).
7. Cialone, M.; **Nicolenco, A.**; Robbennolt, S.; Menendez, E.; Rius, G.; Sort, J. Voltage-Induced ON Switching of Magnetism in Ordered Arrays of Non-Ferrimagnetic Nanoporous Iron Oxide Microdisks. *Adv Mater Interfaces*. 2021, 8(1), 2001143-1—2001143-10. Doi: [10.1002/admi.202001143](https://doi.org/10.1002/admi.202001143) (IF: 4,948).
8. Vernickaitė, E.; Lelis, M.; **Tsyntsaru, N.**; Pakštas, V.; Cesiulis, H. XPS studies on the Mo oxide-based coatings electrodeposited from highly saturated acetate bath. *Chemija*. 2020, **31(4)**, 203—209 (IF: 0,305).
9. **Nicolenco, A.**; De H-Ora, M.; Yun, Ch.; Macmanus-Drisoll, J.L.; SORT, J. Strain-gradient effects in nanoscale-engineered magnetoelectric materials. *APL Materials*. 2021, 9(2), 020903-1—020903-9. Doi: [10.1063/5.0037421](https://doi.org/10.1063/5.0037421) (IF: 3,819).
10. Mazheika, K.; Reklaitis, J.; **Nicolenco, A.**; Vainoris, M.; **Tsyntsaru, N.**; Cesiulis, H. Magnetic state instability of disordered electrodeposited nanogranular Fe films. *J Magn Magn Mater*. 2021, 540, 168433. Doi: [10.1016/j.jmmm.2021.168433](https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.168433) (IF: 2,993).
11. **Belevskii, S.**; Silkin, S.; **Tsyntsaru, N.**; Cesiulis, H.; **Dikusar, A.** The Influence of Sodium Tungstate Concentration on the Electrode Reactions at Iron–Tungsten Alloy Electrodeposition. *Coatings*. 2021, 11(8), 981-1—981-14. Doi: [10.3390/coatings11080981](https://doi.org/10.3390/coatings11080981) (IF: 2,881).
12. Bacavets, A.; Aniskevich, Y.; Ragoisha, G.; Mazanik, A.; **Tsyntsaru, N.**; Cesiulis, H.; Streltsov, E. Electrochemistry of bismuth interlayers in (Bi₂)_m(Bi₂Te₃)_n superlattice. *J Solid State Electr*. 2021, 25(12), 2807—2819. Doi: [10.1007/s10008-021-05068-9](https://doi.org/10.1007/s10008-021-05068-9) (IF: 2,647).

13. Rukanskis, M.; Padgurskas, J.; Sabalius, A.; **Mihailov, V.**; **Kazak, N.**; Zunda, A. Friction and Wear of Electrospark Coatings Made of Molybdenum, Bronze, and Combined (Ti + Al + C) Composition on Steel 45 in a Lubricant Medium. *J Frict Wear*. 2021, 42(1), 56—62. Doi: [10.3103/S1068366621010086](https://doi.org/10.3103/S1068366621010086) (IF: 0,606).
14. **Grabco, D.**; **Pyrtsac, K.**; **Shikimaka, O.**; **Barbos, Z.**; Popa, M.; **Prisacaru, A.**; Vilotic, D.; Vilotic, M.; Alexandrov, S. Microstructures generated in AISI 316L stainless steel by Vickers and Berkovich indentations. *Mat Sci Eng A*. 2021,805, 140597. Doi: [10.1016/j.msea.2020.140597](https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140597) (IF: 4,652).
15. Morari V., **Pyrtsac, C.**; Curmeil N., **Grabco D.**; Rusu E.; Ursachi V.; Tiginyanu I. Nanoindentation of ZnSnO/Si thin films prepared by aerosol spray pyrolysis. *Rom J Phys*. 2021, 66(3-4), 603-1-603-18. ISSN 1221-146X. https://rjp.nipne.ro/2021_66_3-4.html (IF: 1,888).
16. **Grabco, D.**; **Nicorici V.**; **Topal D.**; **Pyrtsac, K.**; **Shikimaka, O.**. Plastic deformation and microhardness of Pb_{1-x}Yb_xTe single crystals under quasi-static and sclerometric indentation. *Rom J Phys*. 2021, 66(9-10), 611-1 – 611-12. ISSN 1221-146x. https://rjp.nipne.ro/2021_66_9-10.html (IF: 1,888).
17. Vainoris, M.; **Nicolenco, A.**; **Tsyntsar, N.**; Podlaha-Murphy, E.; Alcaide, F.; Cesiulis, H. Electrodeposited Fe on Cu foam as advanced fenton reagent for catalytic mineralization of methyl orange. *Front Chem*. 2022, 10, 977980-1—977980-10. Doi: [10.3389/fchem.2022.977980](https://doi.org/10.3389/fchem.2022.977980) (IF: 5,545).
18. **Shikimaka, O.**; **Bivol, M.**; Sava, B.; Marius D.; Tardei, Ch.; Sbarcea, B.; **Grabco, D.**; **Pyrtsac, C.**; **Topal, D.**; **Prisacaru, A.**; Cobzac, V.; Nacu, V. Hydroxyapatite-Bioglass Nanocomposites Modified by Processing Method and Composition: Structural, Mechanical and Biological Aspects, *Beilstein J Nanotech*. 2022, 13, 1490—1504. Doi: [10.3762/bjnano.13.123](https://doi.org/10.3762/bjnano.13.123) (IF: 3.649)
19. Benkovsky, I.; **Tsyntsar, N.**; Silkin, S.; **Petrenko, V.**; Pakstas, V.; Cesiulis, H.; **Dikusar, A.** Synthesis, Wear and Corrosion of Novel Electrospark and Electrospark–Electrochemical Hybrid Coatings Based on Carbon Steels. *Lubricants*. 2023, 11, 205-1—205-16. Doi: [10.3390/lubricants11050205](https://doi.org/10.3390/lubricants11050205) (IF: 3,5).
20. Rukanskis, M.; Padgurskas, J.; **Mihailov, V.**; Rukuiza, R.; Žunda, A.; Baltakys, K.; Tučkutė, S. Investigation of the Lubricated Tribo-System of Modified Electrospark Coatings. *Coatings*. 2023, 13(5), 825-1—825-15. Doi: [10.3390/coatings13050825](https://doi.org/10.3390/coatings13050825) (IF: 3,236).
21. **Dikusar, A.**; **Cuharuc, A.**; **Tsyntsar, N.** Input of Moldova in shaping modern electrochemical science and technology. *J Solid State Electr*. 2023, 27(7), 1661—1673. Doi: [10.1007/s10008-023-05428-7](https://doi.org/10.1007/s10008-023-05428-7) (IF: 2,747).
22. Cesiulis, H.; **Tsyntsar, N.** Eco-Friendly Electrowinning for Metals Recovery from Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). *Coatings*. 2023, 13(3), 574-1—574-11. Doi: [10.3390/coatings13030574](https://doi.org/10.3390/coatings13030574) (IF: 3,236).
23. **Mihailov, V.**; **Kazak, N.**; **Ivashcu, S.**; Ovchinnikov, E.; Baci, C.; **Ianachevici, A.**; Rukuiza, R.; Žunda, A. Synthesis of Multicomponent Coatings by Electrospark Alloying with Powder Materials. *Coatings*. 2023, 13(3), 651-1—651-14. Doi: [10.3390/coatings13030651](https://doi.org/10.3390/coatings13030651) (IF: 3,236).
24. Levinas, R.; **Tsyntsar, N.**; Cesiulis, H.; Viter, R.; Grundsteins, K.; Tamašauskaitė-Tamašiūnaitė, L.; Norkus, E. Electrochemical Synthesis of a WO₃/MoS_x Heterostructured

- Bifunctional Catalyst for Efficient Overall Water Splitting. *Coatings*. 2023, 13(4), 673-1—673-19. Doi: [10.3390/coatings13040673](https://doi.org/10.3390/coatings13040673) (IF: 3,236).
25. **Grabco, D.; Shikimaka, O.; Pyrtsac, C.; Topal, D.**; Vilotic, D.; Vilotic, M.; Alexandrov, S. Modification of Microstructure and Mechanical Parameters of Austenitic Steel AISI 316L under the Action of Low Friction. *Metals*. 2023, 13(7), 1278-1—1278-12. Doi: [10.3390/met13071278](https://doi.org/10.3390/met13071278) (IF: 2,9).
 26. **Grabco, D.; Pyrtsac, C.; Shikimaka, O.** Influence of substrate type on deformation specificity of soft film/hard substrate coated systems under nanomicroindentation. *Philos Mag*. 2023, 103(12), 1146—1176. Doi: [10.1080/14786435.2023.2181995](https://doi.org/10.1080/14786435.2023.2181995) (IF: 1,948).
 27. **Grabco, D.; Pyrtac, C.; Shikimaka, O.**, Plasticity and resistance indices in Cu/soft substrate and Cu/hard substrate coated systems. *Rom J Phys*. 2023, **68(1-2)**, 602-1—602-15. (IF: 1.662).
 28. **Colibaba, G.V.; Rusnac, D.**; Costrucova, N.; **Shikimaka, O.** Monaico, E.V. Low-temperature sintering of ZnO:Al ceramics by means of chemical vapor transport. *J Mater Sci-Mater El*. 2023, 34(2), 82. Doi: [10.1007/s10854-022-09458-1](https://doi.org/10.1007/s10854-022-09458-1) (IF: 2,779)
- 4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute
29. **Казак, Н.Н.**; Овчинников, Е.В.; **Михайлов, В.В.**; Чекан, Н.М. Электрохимическое поведение композиционных покрытий, получаемые методом электроискрового легирования. *Горная механика и машиностроение*. 2020(2), 1—7. ISSN 1728-3841.
 30. Yurchenko, V.I; Yurchenko, E.V.; **Dikusar, A.I.** Thick-Layer Nanostructured Electrospray Coatings of Aluminum and Its Alloys. *Surf Eng Appl Elect*. 2020, 56(6), 656—664. ISSN 1068-3755. Doi: [10.3103/S1068375520060162](https://doi.org/10.3103/S1068375520060162).
 31. **Baranov, S.** Ferromagnetic Resonance in Cast Microwires and its Application for The Non-Contact Diagnostics. *Glob J Eng Sci*. 2020, 5(4), GJES.MS.ID.000619-1—GJES.MS.ID.000619-2. Doi: [10.33552/GJES.2020.05.000619](https://doi.org/10.33552/GJES.2020.05.000619).
 32. Овчинников, Е.В.; **Михайлов, В.В.**; Чекан, Н.М.; Пинчук, Т.И. Структурные особенности нанокпозиционных покрытий, получаемых методом электроискрового легирования. *Горная механика и машиностроение*. 2020 (1), 93—100. ISSN 1728-3841.
 33. Gamburg, Y., **Baranov, S.** Typical Cluster Sizes in Metal Electrodeposition. *Surf Eng Appl Elect*. 2020, 56(2), 147—158. Doi: [10.3103/S1068375520020076](https://doi.org/10.3103/S1068375520020076).
 34. Danil'chuk, V.V.; Shul'man, A.I.; Gotelyak, A.V.; **Yushchenko, S.P.**; **Kovalenko, K.V.**; **Dikusar, A.I.** Electrodeposition of Fe–W Coatings from a Citric Bath with Use of Divided Electrolytic Cell. *Russ J Appl Chem*. 2020, 93(3), 375—379. Doi: [10.1134/S107042722003009X](https://doi.org/10.1134/S107042722003009X) (IF: 0,508).
 35. **Belevskii, S.S.**; Danilchuk, V.V.; Gotelyak, A.V.; Lelis, M.; **Yushchenko, S.P.**; **Dikusar, A.I.** Electrodeposition of Fe–W Alloys from Citrate Bath: Impact of Anode Material. *Surf Eng Appl Elect*. 2020, 56(1) 1—12. Doi: [10.3103/S1068375520010020](https://doi.org/10.3103/S1068375520010020).
 36. **Dikusar, A.I.**; Likrizon, E.A.; Dikusar, G.K. High-Rate Pulsed Galvanostatic Anodic Dissolution of Chromium–Nickel Steels in Electrolytes for Electrochemical Machining: The Role of Surface Temperature. *Surf Eng Appl Elect*. 2021, 57(1), 10—18. Doi: [10.3103/S106837552101004X](https://doi.org/10.3103/S106837552101004X) (IF: 0,87).
 37. **Myrzak, V.**; Gotelyak, A.V.; **Dikusar, A.I.** Size Effects in the Surface Properties of

- Electroplated Alloys between Iron Group Metals and Tungsten. *Surf Eng Appl Elect.* 2021, 57(4), 409—418. Doi: [10.3103/S1068375521040128](https://doi.org/10.3103/S1068375521040128) (IF: 0,87).
38. **Grabco, D.; Shikimaka, O.; Pyrtsac, C.; Barbos, Z.; Popa, M.; Prisacaru, A.; Vilotic, D.; Vilotic, M.; Aleksandrov, S.** Nano- and Micromechanical Parameters of AISI 316L Steel. *Surf Eng Appl Elect.* 2020, 56(6), 719—726. Doi [10.3103/S1068375520060071](https://doi.org/10.3103/S1068375520060071).
 39. **Grabco, D.Z.; Nicorici, V.Z.; Barbos, Z.A.; Topal, D.; Shikimaka, O.A.** Micromechanical Properties and Plastic Deformation Features of the Pb1-xYbxTe Ternary Semiconductors. In: *IFMBE Proceedings, V. 77, Springer*, 2020, p. 149—153. Doi: [10.1007/978-3-030-31866-6_31](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6_31).
 40. Руканскис, М.; Падгурскас, Ю.; Сабалюс, А.; **Михайлов, В.; Казак, Н.**; Жунда, А. Трение и износ электроискровых покрытий из молибдена, бронзы и комбинированного (Ti + Al + C) состава по стали 45 в среде смазки. *Трение и износ.* 2021, 42(1), 89—97. Doi: [10.21122/2220-9506-2021-42-1-89-97](https://doi.org/10.21122/2220-9506-2021-42-1-89-97).
 41. **Baranov, S.** On the Size Dependence of the Surface Tension for Micro-and Nanocylinder. *J Anal Tech Res.* 2021, 3(2), 39—45. ISSN 2687-8038. Doi: 10.26502/jatri.021.
 42. **Baranov, S.** Modeling of Micro- and Nanocylinder. *J Anal Tech Res.* 2022, 3(2), 28—38. ISSN 2687-8038. Doi: [10.26502/jatri.020](https://doi.org/10.26502/jatri.020).
 43. **Kroitoru D.M., Silkin S.A., Kazak N.N., Ivashku S. Kh., Petrenko V.I., Poshtaru G.I., Yurchenko V.I., and Yurchenko E.V.** Physico-Mechanical and Tribological Properties of Carbon-Containing Surface Nanocomposites Produced by Electrospray Alloying. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 2021, Vol. 57, No. 6, pp. 617–626. [10.3103/S1068375521060077](https://doi.org/10.3103/S1068375521060077).
 44. Овчинников, Е.В.; Чебан, Н.М.; Хвисевич, В.М.; Веремейчик, А.И.; **Михайлов, В.В.; Казак, Н.Н.** Структура электроискровых нанокпозиционных покрытий на металлической матрице. Вестник Брестского государственного технического университета. 2021, 1(124), 49—53. Doi: [10.36773/1818-1212-2021-124-1-49-53](https://doi.org/10.36773/1818-1212-2021-124-1-49-53).
 45. **Baranov, S.** Modeling of a nanocylinder. *Moldavian Journal of the Physical Sciences.* 2021, 20(1), 46—55. Doi: [10.53081/mjps.2021.20-1.03](https://doi.org/10.53081/mjps.2021.20-1.03).
 46. **Baranov, S.** Glass-coated microwires for composites. *Moldavian Journal of the Physical Sciences.* 2021, 20(1), 56—65. Doi: [10.53081/mjps.2021.20-1.04](https://doi.org/10.53081/mjps.2021.20-1.04).
 47. **Grabco, D.; Pyrtsac, C.; Topal, D.; Shikimaka, O.** Effect of friction on the micromechanical properties of AISI 316L austenitic steel. *J. Eng. Sci.* 2021, 28(2), 34-43. ISSN 2587- 3474. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(2\).02](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(2).02) (categoria B +).
 48. Ликризон, Е.; Дикусар, Г.; Силкин, С.; **Дикусар, А.** Высокоскоростное анодное растворение хромоникелевой стали в нитратном растворе при термокинетической неустойчивости оксидной пленки. *Известия ВУЗов. Химия и химическая технология.* 2022, 65(8), 77—84. Doi: [10.6060/ivkkt.20226508.6614](https://doi.org/10.6060/ivkkt.20226508.6614).
 49. **Kovali, A.** Study of Corrosion Behavior of Coatings Produced on Steel with Electrospray Alloying Using a Hand High-Frequency Vibrator. *Surf Eng Appl Elect.* 2022, 58(2), 176—183. Doi: [10.3103/S1068375522020041](https://doi.org/10.3103/S1068375522020041).
 50. **Dikusar, A.; Silkin, S.** Formation and Breakdown of Oxide Films in High-Rate Anodic Dissolution of Chromium-Nickel Steels in Electrolytes for Electrochemical Machining. *Surf Eng Appl Elect.* 2022, 58(4), 313—322. Doi: [10.3103/S1068375522040056](https://doi.org/10.3103/S1068375522040056).
 51. **Baranov, S.** Surface energy for nanowire. *Annals of Mathematics and Physics.* 2022, p.

- 81—86. DOI: [10.17352/amp.000043](https://doi.org/10.17352/amp.000043).
52. **Baranov, S.**; Dikusar, A. Kinetics of Electrochemical Nanonucleation upon Induced Codeposition of Iron-Group Metals with Refractory Metals (W, Mo, Re). *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 2022, 58 (5) 429–439. DOI: [10.3103/S1068375522050027](https://doi.org/10.3103/S1068375522050027)
 53. **Baranov, S.** Non-Classical Cluster Formation in Minerology. *Aspects in Mining & Mineral Science*. 2022, 10(2) 1128–1130. DOI: [10.31031/AMMS.2022.10.000732](https://doi.org/10.31031/AMMS.2022.10.000732).
 54. **Baranov, S.** Surface Energy and Production Micro-and Nanowire. *Journal of Nanosciences Research & Reports* 2022, 4 (4) 1–4. Doi: [10.47363/JNSRR/2022\(4\)142](https://doi.org/10.47363/JNSRR/2022(4)142).
 55. **Myrzak, V.A.** Size Effect in the Rate of Electrodeposition of Co–W Coatings from a Citrate Bath. *Surf Eng Appl Elect*. 2023, 59(4), 438—442. Doi: [10.3103/S1068375523040105](https://doi.org/10.3103/S1068375523040105).
 56. Likrizon, E.V.; Silkin, S.A.; **Dikusar, A.I.** Effect of Passive Oxide Film Structure and Surface Temperature on the Rate of Anodic Dissolution of Chromium-Nickel and Titanium Alloys in Electrolytes for Electrochemical Machining: Part 2. Anodic Dissolution of Titanium Alloys in Nitrate and Chloride Solutions. *Surf Eng Appl Elect*. 2023, 59(3), 255—263. Doi: [10.3103/S1068375523030134](https://doi.org/10.3103/S1068375523030134)
 57. **Koval, A.V.** Peculiarities of Formation of Phase and Elemental Composition during Electrosark Alloying Using a Manual High-Frequency Vibrator. *Surf Eng Appl Elect*. 2023, 59(3), 271—280. Doi: [10.3103/S1068375523030110](https://doi.org/10.3103/S1068375523030110).
 58. **Dikusar, A.; Cuharuc, A.; Tsyntaru, N.** Input of Moldova in shaping modern electrochemical science and technology. *J Solid State Electr*. 2023, 27(7), 1661—1673. Doi: [10.1007/s10008-023-05428-7](https://doi.org/10.1007/s10008-023-05428-7) (IF: 2,747).
 59. **Belevskii, S.S.; Gotelyak, A.V.; Ivashku, S.Kh.; Kovalenko, K.V.; Dikusar, A.I.** Anodic Dissolution of Surface Layers as a Means of Increasing the Microhardness of Alloy Coatings of Iron Group Metals with Tungsten Prepared by Induced Codeposition. *Surf Eng Appl Elect*. 2023, 59(5), 549—555. Doi: [10.3103/S1068375523050034](https://doi.org/10.3103/S1068375523050034).
 60. **Dikusar, A.I.;** Likrizon, E.V. Effect of the Structure of Passive Oxide Films and Surface Temperature on the Rate of Anodic Dissolution of Chromium–Nickel and Titanium Alloys in Electrolytes for Electrochemical Machining: Part 1. Anodic Dissolution of Chromium–Nickel Steel in a Nitrate Solution. *Surf Eng Appl Elect*. 2023, 59(2), 107—115. Doi: [10.3103/S1068375523020047](https://doi.org/10.3103/S1068375523020047).
 61. **Baranov, S.A.** Surface energy of micro- and nanowire. *Ann Adv Chemistry*. 2023, 7, 25—30. Doi: [10.29328/journal.aac.1001039](https://doi.org/10.29328/journal.aac.1001039).
 62. Benkovskii, Yu.V.; **Croitoru, D.M.; Petrenko, V.I.;** Swtoichev, P.N.; Yurchenko, E.V.; **Dikusar, A.I.** Interrelation between the Composition of Steel Treated by Electrosark Alloying and the Properties of Resulting Composite Surface. *Surf Eng Appl Elect*. 2023, 59(1), 1—6. Doi: [10.3103/S1068375523010039](https://doi.org/10.3103/S1068375523010039).
 63. **Dikusar, A.I.; Belevskii, S.S.** Macroscopic Size Effect in the Composition and Properties of Alloys of Iron Group Metals with Tungsten Prepared by Induced Codeposition: Alloy Deposition Mechanism and Its Implications. *Surf Eng Appl Elect*. 2023, **59(6)**, 699—711. Doi: [10.3103/S106837552306008X](https://doi.org/10.3103/S106837552306008X)
 64. **Grabco, D.; Pyrtsak, C.; Shikimaka, O.** Plasticity and resistance indices in Cu/soft substrate and Cu/hard substrate coated systems. *Rom J Phys*. 2023, **68(1-2)**, 602-1—602-15. (IF: 1.662).

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

65. **Мырзак, В.**; Готеляк, А.В.; **Дикусар, А.И.** О размерных эффектах свойств поверхностей, полученных при электроосаждении сплавов металлов группы железа с вольфрамом. *Электронная обработка материалов*. 2020, 56(6), 1—11. Doi: 10.5281/zenodo.4299831.
66. **Кройгору, Д.М.**; Силкин, С.А.; **Казак, Н.Н.**; **Ивашку, С.Х.**; **Петренко, В.И.**; Поштару, Г.И.; Юрченко, В.И.; Юрченко, Е.В. Физико-механические и трибологические свойства углеродсодержащих поверхностных нанокompозитов, полученных электроискровым легированием. *Электронная обработка материалов*. 2020, 56(6), 12—23. Doi: 10.5281/zenodo.4299860.
67. **Дикусар, А.И.**; Ликризон, Е.А.; Дикусар, Г.К. Высокоскоростное импульсно-гальваностатическое анодное растворение хромоникелевых сталей в электролитах для их электрохимической размерной обработки. Роль поверхностной температуры. *Электронная обработка материалов*. 2020, 56(6), 24—33. Doi: 10.5281/zenodo.4299735.
68. **Baranov, S.A.** Modeling of micro-and nanodroplets. *Moldavian Journal of the Physical Sciences*. 2020, 19(1-2), 45—53. Doi: 10.5281/zenodo.4118657.
69. Adar, E.; **Baranov, S.A.**; Sobolev, N.A.; Yosher, A.M. Ferromagnetic resonance in cast microwires and its application for noncontact diagnostics. *Moldavian Journal of the Physical Sciences*. 2020, 19(1-2), 89—97. Doi: 10.5281/zenodo.4118691.
70. **Белевский, С.С.**; Данильчук, В.В.; Готеляк, А.В.; Лелис, М.; **Ющенко, С.П.**; **Дикусар, А.И.** Электроосаждение Fe-W сплавов из цитратного электролита. Роль материала анода. *Электронная обработка материалов*. 2020, 56(1), 14—26. Doi: 10.5281/zenodo.3639943.
71. Анисович, А.Г.; Филатова, И.И.; Гончарик, С.В.; **Гологан, В.Ф.**; **Бобанова, Ж.И.** Изменение гальванического покрытия меди при воздействии холодной плазмы воздуха. *Электронная обработка материалов*. 2020, 56(1), 44—49. Doi: 10.5281/zenodo.3640444.
72. Парамонов, А.М.; **Коваль, А.В.** Разработка источников питания для электроискрового легирования с ручным вибрирующим электродом. *Электронная обработка материалов*. 2020, 56(1), 67—75. Doi: 10.5281/zenodo.3640580.
73. **Грабко, Д.**; **Шикимака, О.**; **Пырцак, К.**; **Барбос, З.**; **Попа, М.**; **Присакару, А.**; Вилотич, Д.; Вилотич, М.; Александров, С. Нано- и микромеханические параметры стали AISI 316L. *Электронная обработка материалов*. 2020, 56(1), 50—58. Doi: 10.5281/zenodo.3640700.
74. **Баранов, С.А.**; **Дикусар, А.И.** Кинетика электрохимической нанонуклеации при индуцированном соосаждении металлов группы железа с тугоплавкими металлами (W, Mo, Re). *Электронная обработка материалов*. 2021, 57(5), 1—12. Doi: 10.52577/eom.2021.57.5.01.
75. **Коваль, А.** Исследование коррозионного поведения покрытий, полученных на стали при электроискровом легировании ручным вибратором повышенной частоты. *Электронная обработка материалов*. 2021, 57(1), 44—51. Doi:

- 10.5281/zenodo.4455859.
76. **Коваль, А.** Особенности формирования фазового и элементного состава поверхности стали, при легировании ручным высокочастотным вибратором. *Электронная обработка материалов*. 2021, 57(6), 14-24.
 77. **Дикусар, А.И.** О профессоре Павле Николаевиче Белкине. *Электронная обработка материалов*. 2021, 57(1), 82—83.
 78. Ликризон, Е.; Силкин, С.; **Дикусар, А.** Влияние структуры пассивных оксидных пленок и поверхностной температуры на скорость анодного растворения хромоникелевых и титановых сплавов в электролитах для их электрохимической размерной обработки. Часть 2. Анодное растворение титановых сплавов в нитратных и хлоридных растворах. *Электронная обработка материалов*. 2022, 58(4), 1—11. Doi:10.52577/eom.2022.58.4.01.
 79. Паршутин, В.; Парамонов, А.; **Коваль, А.** Коррозионные и электрохимические свойства сплавов системы Ni-Re, легированных цирконием, гафнием, вольфрамом и палладием. *Электронная обработка материалов*. 2022, 58(4), 55—69. Doi:10.52577/eom.2022.58.4.55.
 80. **Дикусар, А.;** Ликризон, Влияние структуры пассивных оксидных пленок и поверхностной температуры на скорость анодного растворения хромоникелевых и титановых сплавов в электролитах для их электрохимической размерной обработки. Часть 1. Анодное растворение хромоникелевой стали в нитратном растворе. *Электронная обработка материалов*. 2022, 58(3), 1—12. Doi: 10.52577/eom.2022.58.3.01.
 81. **Дикусар, А.;** Силкин, С. Образование и разрушение оксидных пленок при высокоскоростном анодном растворении хромоникелевых сталей в электролитах для их электрохимической размерной обработки. *Электронная обработка материалов*. 2022, 58(2), 1—11. Doi: 10.52577/eom.2022.58.2.01.
 82. Бенковский, Ю.; **Кройтору, Д.;** **Петренко, В.,** Стойчев, П.; Юрченко, Е.; **Дикусар, А.;** Влияние состава стали на свойства композитной поверхности, получаемой электроискровым легированием. *Электронная обработка материалов*. 2022, 58(1), 1—8. Doi:10.52577/eom.2022.58.1.01.
 83. **Baranov, S.** The surface tension problem for micro- and nanowire. *Moldavian Journal of the Physical Sciences*, 2022, v. 21 (1), p.45-53, doi 10.5281/zenodo 4118657.
 84. **Борцой, Т.** Размерный эффект в гальванотехнике: метод определения и ячейка для его оценки. *Электронная обработка материалов*. 2022, 58(6), 29—36. Doi: 10.52577/eom.2022.58.6.29.
 85. **Мырзак, В.А.** Размерный эффект скорости осаждения Co-W покрытий из цитратной ванны. *Электронная обработка материалов*. 2022, 58(6), 37—41. Doi: 10.52577/eom.2022.58.6.37.
 86. Юрченко, Е.В.; Гилецки, Г.В.; Ватаву, С.А.; **Петренко, В.И.;** **Харя, Д.;** Бубулинкэ, К.; **Дикусар, А.И.** Состав, структура, износостойкость поверхностных наноструктур, получаемых при электроискровом легировании стали 65Г. *Электронная обработка материалов*. 2023, 59(5), 1—11. Doi: [org/10.52577/eom.2023.59.5.01](https://doi.org/10.52577/eom.2023.59.5.01).
 87. **Белевский, С.С.;** Готеляк, А.В.; **Ивашку, С.Х.;** **Коваленко, К.В.;** **Дикусар, А.И.** Анодное растворение поверхностных слоев как метод повышения микротвердости

- покрытий сплавами металлов группы железа с вольфрамом, получаемых индуцированным соосаждением. *Электронная обработка материалов*. 2023, 59(3), 1—9. Doi: [10.52577/eom.2023.59.3.01](https://doi.org/10.52577/eom.2023.59.3.01).
88. Паршутин, В.В.; **Коваль, А.В.**; Горинчой, В.В.; Лозан, В.И. Влияние гетероядерного салицилатного комплекса $\{[\text{FeSr}_2(\text{SalH})_2(\text{Sal})_2(\text{NO}_3)(\text{DMA})_4]\}_n$ на коррозию стали Ст. 3 в воде. *Электронная обработка материалов*. 2023, 59(1), 47—59. Doi: [10.52577/eom.2023.59.1.47](https://doi.org/10.52577/eom.2023.59.1.47).
89. **Дикусар, А.И.**; **Белевский, С. С.** Макроскопический размерный эффект состава и свойств покрытий сплавами металлов группы железа с вольфрамом при индуцированном соосаждении: механизм формирования и следствия. *Электронная обработка материалов*. 2024, 59(2), 1—15. Doi: [10.52577/eom.2023.59.1.01](https://doi.org/10.52577/eom.2023.59.1.01).

4.4. în alte reviste naționale

5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

1. Костюкович, Г.; Хвисевич, В.; Овчинников, Е.; **Михайлов, В.**; Веремчик, А.; Эйсымонт, Е., Пинчук, Т. Морфология покрытий, формируемых бесконтактным методом электроискрового разряда из тугоплавких порошковых материалов. În: *НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА*, Conferința internațională științifică tehnică, 16-17 noiembrie 2023, Brest, Belarus, p158-162. [ISBN 978-985-493-606-2](https://doi.org/10.1063/5.0143711)
2. Meshalkin, A.; Prisacar, A.; Triduh, G.; Abashkin, V.; Achimova, E., **Tintaru, N.** In situ study of chalcogenide thin films growth during vacuum thermal evaporation. În: *AIP Conference Proceedings 2803 (2023). 11th International Advances in Applied Physics and Materials Science Congress & Exhibition, October 17-23, 2021, Fethiye, Turkey*, p. 040001-1—040001-5. Doi: [10.1063/5.0143711](https://doi.org/10.1063/5.0143711).
3. Овчинников, Е.; **Михайлов, В.**; Шарнаев, А.; Овчинников, А. Высокотемпературные электроискровые покрытия. În: *Высокотемпературная химия оксидных систем и материалов. X Conferință internațională dedicată jubileului 75 ani IHC RAN*, 25-28 septembrie 2023, Sankt-Petersburg, Federația Rusă, p.194-197. [ISBN 978-5-00105-845-8](https://doi.org/10.1063/5.0143711)

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

4. **Grabco, D.**; **Pyrtac, C.**; **Shikimaka, O.** General nature of serration effect in crystals and other materials under indentation. *6th ICNBME, Sept. 20-23, 2023, Chisinau, RM, 2023*, p. 96-105. Doi: [10.1007/978-3-031-42775-6_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_11).
5. **Грабко, Д.**; **Никорич, В.**; **Топал, Д.**; **Шикимака, О.** Механические свойства кристаллов на основе халькогенидов свинца. În: *Proceeding of Conference "Integration Through Research and Innovation", 9-10 November 2023, Chisinau, Moldova* (in press).

6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

1. Bacavets, A.; Aniskevich, Y.; Ragoisha, G.; Mazanik, A.; **Tsyntsaru, N.**; Cesiulis, H.; Streltsov, E. The optimized electrochemical deposition of bismuth-bismuth telluride layered crystal structures. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng.* 2021, 1140(1), 012016-1—012016-7. Doi: 10.1088/1757-899X/1140/1/01201.
 2. Силкин, С.; **Дикусар, А.** Образование и разрушение поверхностных пассивирующих слоев при высокоскоростном импульсном анодном растворении в электролитах для их ЭХРО. *XII Международная конференция "Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии" Плес, Ивановская обл. РФ, 13-17 сентября 2021.* С. 7. Тезисы докладов. Иваново: Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, 2021. - 143 с. ISBN 978-5-905364-18-1
 3. **Белевский, С.**; Силкин, С.; **Дикусар, А.** Механизм индуцированного соосаждения Fe-W сплавов: кинетика восстановления вольфрамата с использованием методов кварцевого микробаланса и ВДЭ. *XII Международная конференция "Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии" Плес, Ивановская обл. РФ, 13-17 сентября 2021.* С. 15. Тезисы докладов. Иваново: Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, 2021. - 143 с. ISBN 978-5-905364-18-1
 4. Benkovsky Yu.; **Croitoru D.**; **Petrenco V.**; **Bobanova Zn.**; Yurchenco E.; **Dikusar A.**: "SMARTELECTRODES: Influence of the composition on the properties of the modified surface layer generated on steel by electrospray alloying". *11th International Advances in Applied Physics & Materials Science Congress & Exhibition (APMAS2021). 17 to 23 October 2021, Fethiye - Mugla, Turkey.*
 5. **Кроитору Д.М.**, Склифос С.Ф., **Ивашку С. Х.**, **Янакевич А.И.** Равномерное электроосаждение композиционных покрытий. În: Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: сборник материалов, Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. *Международная научно-техническая конференция, 22-24 апреля 2021 г.*, Брянская область – Кокино, Россия, р. 102—105.
- 6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)
6. **Дикусар, А.И.** Индуцированное осаждение металлов группы железа с вольфрамом. Природа "Аномалий" состава с свойств покрытий. *II Международная конференция, памяти чл.-корр РАН Ю.М. Полукарова. Фундаментальные и прикладные вопросы электрохимического и химико-каталического осаждения и защиты металлов и сплавов.* Сборник тезисов. Москва, 2020, р. 26.
 7. **Баранов, С.**; **Дикусар, А.** Математическое моделирование электрохимической нуклеации. *XII международная конференция "Математическое моделирование в науке, образовании и промышленности", г. Тирасполь, 9 октября 2021 г.*
 8. **Баранов, С.** Математическое моделирование для применения литых аморфных магнитных микропроводов. *XII международная конференция "Математическое моделирование в науке, образовании и промышленности", г. Тирасполь, 9 октября 2021 г.*
 9. **Дикусар, А.** Взаимное влияние процессов социально-экономического и научного развития общества. *Методы моделирования. XII международная конференция "Математическое моделирование в науке, образовании и промышленности", г. Тирасполь, 9 октября 2021 г.*

10. **Grabco, D.; Pyrtsak, C.; Shikimaka, O.** Relaxation Parameters of Cu/substrate Type Coated Systems Under Nanoindentation. *5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, ICNBME-2021*, 3-5 Nov. 2021, Book of abstracts, p. 64. ISBN 978-9975-72-592-7. <http://repository.utm.md/handle/5014/17974>.

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)

5. **Дикусар, А.И.; Бобанова, Ж.И.; Петренко В.И.** Особенности формирования шероховатости и микровыравнивание профиля при электрохимическом осаждения сплавов Со-W. *II Международная конференция, памяти чл.-корр. РАН Ю.М. Полукарова. Фундаментальные и прикладные вопросы электрохимического и химико-каталического осаждения и защиты металлов и сплавов.* Сборник тезисов. Москва, 2020, p. 58.
6. **Бобанова, Ж.И.; Петренко В.И.; Кройтору, Д.М.** Свойства и структура нанокристаллических сплавов железа и кобальта с вольфрамом при осаждении из глюконатного раствора. *II Международная конференция, памяти чл.-корр. РАН Ю.М. Полукарова. Фундаментальные и прикладные вопросы электрохимического и химико-каталического осаждения и защиты металлов и сплавов.* Сборник тезисов. Москва, 2020, с. 59.
7. **Бобанова, Ж.И.; Петренко В.И.; Рушика, И.Д.** Особенности микровыравнивания и формирования шероховатости при электрохимическом осаждения покрытий сплавов Со-W и Fe-W. *Машиностроение и техносфера XXI века. Сб. трудов XXVII Международной научно-технической конференции Машиностроение и техносфера XXI века.* Донецк, 2020, с. 40-44.
8. **Силкин, С.; Дикусар, А.** Высокоскоростное анодное растворение: образование анодных оксидных пленок и их разрушение вследствие термокинетической неустойчивости. *Всероссийская научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии в машиностроении"* Сборник докладов, Тула, Изд. ТулГУ, с. 40-41.
9. Беньковский, Ю.; Силкин, С.; **Дикусар, А.** Коррозионные и механические свойства гибридных электрохимико-эрозионных покрытий. *Всероссийская научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии в машиностроении"* Сборник докладов, Тула, Изд. ТулГУ, стр.105-106.
10. **Mihailov, V.; Kazak, N.; Ivascu, S.; Ovcinnicov, E.; Baciuc, C.; Ianachevici, A.** Synthesis of multicomponent coatings by electrospark alloying with powder materials. *International Conference "BALTRIB -2022", 22-24 September, LT-53361 Kaunas, Lithuania.*
11. **Bbobanova, Zh.; Petrenco, V.; Dikusar, A.** Obtaining and mechanical properties of Co-W coatings deposited from concentrated electrolytes. *14 International Conference on Physics of Advanced Materials.* Croatia, Dubrovnik. September 8-15, 2022.

12. **Tsyntsaru, N.** Advanced materials based on electrodeposited iron group metals and alloys. *14 International Conference on Physics of Advanced Materials*. Croatia, Dubrovnik. September 8-15, 2022
13. **Tsyntsaru, N.** ID2119- Design of materials based on electrodeposited iron group metals. APMAS 2022. *12th International Advances In Applied Physics & Materials Science Congress & Exhibition*. Liberty Hotel Lykia, Oludeniz-Turkey. October 13-22, 2022.
14. **Tsyntsaru, N.; Cesiulis, H.; Bulan, I.** Development of technological electrodes/processes at EPT and TOPAZ companies within SMARTELECTRODES project. *5 th International Conference on Nanomaterials Science and Mechanical Engineering University of Aveiro, Portugal July 5-8, 2022*. Book of Abstracts. UA Editora Universidade de Aveiro.3. P.167. ISBN 978-972-789-771-1. DOI 10.48528/11t1-bw91.
15. Cesiulis, H.; **Tsyntsaru, N.** Application of electrochemical impedance spectroscopy (EIS) for processes and systems characterization. *5 th International Conference on Nanomaterials Science and Mechanical Engineering University of Aveiro, Portugal July 5-8, 2022*. Book of Abstracts. UA Editora Universidade de Aveiro.3. P.168. ISBN 978-972-789-771-1. DOI 10.48528/11t1-bw91.
16. Zhang, Yu.; Levinas, R.; Petroniene, J.; Stankeviciute, Ž.; Aharoloomi, A.; **Tsyntsaru, N.**; Cesiulis, H. and Podlaha-Murphy, E. Electrodeposited Alloys for the Oxygen Evolution Reaction (OER). *5 th International Conference on Nanomaterials Science and Mechanical Engineering University of Aveiro, Portugal July 5-8, 2022*. Book of Abstracts. UA Editora Universidade de Aveiro.3. P.169. ISBN 978-972-789-771-1. DOI 10.48528/11t1-bw91.
17. **Nicolenco, A.; Tsyntsaru, N.; Cesiulis, H.; Pellicer, E.; Sort, J.** Functional properties of Fe-Ga alloys prepared by electrodeposition. *5 th International Conference on Nanomaterials Science and Mechanical Engineering University of Aveiro, Portugal July 5-8, 2022*. Book of Abstracts. UA Editora Universidade de Aveiro.3. P.170. ISBN 978-972-789-771-1. DOI 10.48528/11t1-bw91.
18. Levinas, R.; Grigucevicene, A.; Murauskas, T.; Tamasiunaite-Tamasauskaite, L.; **Tsyntsaru, N.**; Norcus, E.; Cesiulis, H. MoxSy-containing coatings for photo/electrochemical water splitting applications. *5 th International Conference on Nanomaterials Science and Mechanical Engineering University of Aveiro, Portugal July 5-8, 2022*. Book of Abstracts. UA Editora Universidade de Aveiro.3. P.171. ISBN 978-972-789-771-1. DOI 10.48528/11t1-bw91
19. Meshalkin, A.; Achimova, E.; Abaskin, V.; Prisakar, A.; Triduh, G.; **Tsyntsaru, N.** Nanomultilayer structures based on chalcogenide amorphous semiconductors: obtaining and applications. *5 th International Conference on Nanomaterials Science and Mechanical Engineering University of Aveiro, Portugal July 5-8, 2022*. Book of Abstracts. UA Editora Universidade de Aveiro.3. P.172. ISBN 978-972-789-771-1. DOI 10.48528/11t1-bw91.
20. Lozan, V.; Paršutin, Vl.; **Covali, A.**; Jovmir, T. Inhibitor of steel corrosion in water. *The 14th Edition of EUROINVENT. European exhibition of creativity and innovation. Proceedings*. 26-28 may. 2022. P. 191. ISSN Print: 2601-4564.
21. Paršutin, Vl.; **Covali, A.** Process for corrosion protection of steel in water. *The 14th Edition of EUROINVENT. European exhibition of creativity and innovation. Proceedings*. 26-28 may. 2022. P. 211. ISSN Print: 2601-4564.

22. Parșutin, Vl.; **Covali, A.** Process for corrosion protection of steel in water. *The 14th Edition of EUROINVENT. European exhibition of creativity and innovation. Proceedings.* 26-28 may. 2022. P. 212. ISSN Print: 2601-4564.
23. Parșutin, V.; Paramonov, A.; Shkileov, Vl.; Cernysheva, N.; **Covali, A.; Agafii, V.** Tool electrode and process for combined dimensional electrochemical and laser metalworking. *Salonul internațional de invenții, inovații "Traian Vuia" Timișoara 08-10 octombrie 2022.* Editura Politehnica, 2022. P. 151. ISBN 978-606-35-0496-9.
24. Parșutin, V.; Paramonov, A.; **Covali, A.; Agafii, V.** Tool electrode for dimensional electrochemical machining. *Salonul internațional de invenții, inovații "Traian Vuia" Timișoara 08-10 octombrie 2022.* Editura Politehnica, 2022. P. 152. ISBN 978-606-35-0496-9.
25. Parșutin, V.; Paramonov, A.; **Covali, A.; Agafii, V.** Devices for dimensional laser electrochemical working of metals. *Salonul internațional de invenții, inovații "Traian Vuia" Timișoara 08-10 octombrie 2022.* Editura Politehnica, 2022. P. 152. ISBN 978-606-35-0496-9.
26. Lozan, V.; Parșutin, Vl.; **Covali, A.; Jovmir, T.** Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. *Salonul internațional de invenții, inovații "Traian Vuia" Timișoara 08-10 octombrie 2022.* Editura Politehnica, 2022. P. 145. ISBN 978-606-35-0496-9.
27. Corapceanu, E.; Parșutin, Vl.; **Covali, A.; Bologa, O.; Bulhac, I.; Croitor, L.; Fonari, M.** Soluții în baza compușilor coordinativi pentru inhibarea procesului de coroziune a oțelurilor în apă. *Salonul internațional de invenții, inovații "Traian Vuia" Timișoara 08-10 octombrie 2022.* Editura Politehnica, 2022. P. 82.

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

28. **Баранов, С.** Математическое моделирование для применения литых аморфных микропроводов. *Материалы XII международной конференции "Математическое моделирование в образовании, науке и производстве"* Тирасполь, ПГУ, 2022, с.5-8, ISBN 978-9975-63-514-1.
29. **Баранов, С.; Дикусар, А.** Математическое моделирование электрохимической нуклеации. *Материалы XII международной конференции "Математическое моделирование в образовании, науке и производстве"* Тирасполь, ПГУ, 2022, с.9-14, ISBN 978-9975-63-514-1.

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

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

1. Parșutin, V.; Cernișeva, N.; **Covali, A.; Baca, S.; Kravțov, V.; Stati, D.** Inhibitor de coroziune a oțelului în apă (Steel corrosion inhibitor in water). Brevet de Invenție nr. MD 1427 Z 2020.12.31.

2. Parșutin, V.; Cernișeva, N.; **Covali, A.; Agafii, V.** Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă (Process for protecting steel from corrosion in water). Brevet de invenție MD 1371 Z 2020.04.30.
3. Parșutin, V.; Paramonov, A.; Șchileov, V.; **Covali, A.**; Cernișeva, N.; **Agafii, V.** Electrode-sculă și procedeu pentru prelucrarea electrochimică dimensională combinată cu laser a metalelor (Electrode tool and method for dimensional electrochemical processing combined with laser of metals). Brevet de Invenție nr. MD 1376 Z 2020.07.31.
4. Parșutin, V.; Șoltoian, N.; Cernișeva, N.; **Covali, A.; Agafii, V.** Procedeu de protecție a ațelului împotriva coroziunii în apă (Process for protecting steel against corrosion in water). Brevet de Invenție nr. MD 1382 Z 2020.07.31.
5. Parșutin, V.; Șoltoian, N.; Cernișeva, N.; **Covali, A.; Agafii, V.** Procedeu de protecție a oțelului împotriva coroziunii în apă (Process for protecting steel against corrosion in water). Brevet de Invenție nr. MD 1397 Z 2020.08.31.
6. Parșutin, V.; Șoltoian, N.; Cernișeva, N.; **Covali, A.; Agafii, V.** Procedeu de protecție a oșelului împotriva coroziunii în apă (Process for protecting steel against corrosion in water). Brevet de Invenție nr. MD 1416 Z 2020.10.31.
7. Parșutin, V.; Șoltoian, N.; Cernișeva, N.; **Covali, A.; Agafii, V.** Procedeu de protecție a oșelului împotriva coroziunii în apă (Process for protecting steel against corrosion in water). Brevet de Invenție nr. MD 1415 Z 2020.10.31.
8. Parșutin, V.; Șoltoian, N.; Cernișeva, N.; **Covali, A.; Agafii, V.** Procedeu de protecție a oșelului împotriva coroziunii în apă (Process for protecting steel against corrosion in water). Brevet de Invenție nr. MD 1414 Z 2020.10.31.
9. Parșutin, V.; Paramonov, A.; **Covali, A.; Agafii, V.** Electrode-sculă pentru prelucrarea electrochimică dimensională (Electrode tool for dimensional electrochemical processing). Brevet de Invenție nr. MD 1413 Z 2020.10.31.
10. **Gologan, V.; Sideliniciva, S.; Ivașcu, S.**; Volodina, G. Procedeu de depunere a acoperirilor din electrolit pe bază de crom trivalent. Brevet de invenție MD 4720 C1 2021.05.31.
11. **Gologan, V.; Sideliniciva, S.; Ivașcu, S.**; Monaico, E. Procedeu de depunere a acoperirilor din electrolit pe bază de nichel. Brevet de invenție MD 4721 C1 2021.05.31.
12. Parșutin, V.; **Covali, A.** Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. Brevet de invenție MD 1496 Z 2021.08.31.
13. Parșutin, V.; **Covali, A.** Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. Brevet de invenție MD 1495 Z 2021.08.31.
14. Parșutin, V.; **Covali, A.** Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. Brevet de invenție MD 1494 Z 2021.08.31.
15. Parșutin, V.; Paramonov, A.; **Covali, A.; Agafii, V.** Dispozitive de prelucrare electrochimică dimensională combinată cu laser a metalelor. Brevet de invenție MD 4743 C1 2021.09.30.
16. Parșutin, V.; **Covali, A.** Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. Brevet de invenție MD 1507 Z 2021.09.30.
17. Lozan, V.; Jovmir T., Parșutin, V.; **Covali, A.** Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. Brevet de invenție MD 1534 2021.05.31.

18. Lozan, V.; Parșutin, VI.; **Covali, A.**; Jovmir T. Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. Cerere s 2021 0049 din 2021.06.17.
19. Parșutin, VI.; **Covali, A.** Utilizarea extractului apos din frunze de nuc și tanină în calitate de inhibitor al coroziunii oțelurilor în apă. Cerere s 2021 0060 din 2021.07.22.
20. Lozan, V.; Parșutin, VI.; **Covali, A.**; Jovmir. T. Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. Brevet de invenție MD 1615 2022.04.30.
21. Parșutin, VI.; **Covali, A.** Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. Brevet de invenție MD 1633 2022.07.31.
22. Parșutin, VI.; Paramonov, A.; Gonciaruc, V.; **Covali, A.** Electrode-sculă pentru prelucrarea electrochimică și cu raze laser. Cerere s 2022 0012 din 2022.02.18.
23. Lozan, V.; Parșutin, VI.; **Covali, A.**; Jovmir. T. Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. Brevet de invenție MD 1615 2022.04.30.
24. Parșutin, VI.; **Covali, A.** Procedeu de protecție a oțelului de coroziune în apă. Brevet de invenție MD 1633 2022.07.31.
25. Parșutin, VI.; Paramonov, A.; Gonciaruc, V.; **Covali, A.** Electrode-sculă pentru prelucrarea electrochimică și cu raze laser. Cerere s 2022 0012 din 2022.02.18.
26. Parșutin, VI.; **Covali, A.** Utilizarea extractului apos din frunze de nuc și tanină în calitate de inhibitor al coroziunii oțelurilor în apă (Use of aqueous walnut leaf extract and tannin as corrosion inhibitor of steels in water). Brevet de Invenție nr. MD 1633 din 2023.02.28.

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

Volumul total al finanțării proiectului 2020-2023

Cifrul proiectului: 20.80009.5007.18

Anul	Finanțarea planificată (mii lei)	Finanțarea Executată (mii lei)	Cofinanțare (mii lei)
2020	2622,1	2622,1	-
2021	2818,0	2816,6	-
2022	2885,7	3310,8	-
2023	3438,0	3523,0	-
Total	11.763,8	12.272,5	-

Conducătorul de proiect MIHAILOV Valentin _____

Data: _____

LȘ

Componența echipei pe parcursul anilor 2020-2023

Lista executorilor, potențialul științific, inclusiv indicarea modificărilor echipei de cercetare pe durata Programului de stat (*funcția în cadrul proiectului, titlul științific, semnătura executorilor la data de 31 decembrie 2023*)

Cifrul proiectului: 20.80009.5007.18

Echipa proiectului conform contractului de finanțare 2020-2023						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Grabco Daria	1941	dr. hab.	1,0	02.01.2020	31.12.2023
2.	Dicusar Alexandr	1942	dr. hab.	1,0	02.01.2020	31.08.2023
3.	Belevschi Stanislav	1984	dr.	1,0	02.01.2020	31.12.2023
4.	Mihailov Valentin	1942	dr.	1,0	02.01.2020	31.12.2023
5.	Petrenko Vladimir	1946	dr.	1,0	02.01.2020	30.04.2023
6.	Șikimaka Olga	1965	dr.	1,0	02.01.2020	31.12.2023
7.	Tîțaru Natalia	1979	dr.	1,0	02.01.2020	31.12.2023
8.	Colibaba Gleb	1979	dr.	0,5	02.01.2020	31.12.2023
9.	Palamarcu Tatiana	1985	dr.	0,5	02.01.2020	31.12.2023
10.	Baranov Serghei	1948	dr.	1,0	02.01.2020	31.12.2023
11.	Croitoru Dumitru	1948	dr.	1,0	02.01.2020	31.12.2023
12.	Cuharuc Anatolii	1979	dr.	1,0	02.01.2020	31.12.2023
13.	Ivașcu Sergiu	1976	dr.	1,0	02.01.2020	31.12.2023
14.	Borțoi Tudor	1952	dr.	0,5	02.01.2020	31.12.2023
15.	Iușenco Serghei	1960	dr.	0,5	02.01.2020	31.12.2023
16.	Kazak Natalia	1983	dr.	0,5	02.01.2020	31.12.2023
17.	Nicolenco Aliona	1992	dr.	0,5	02.01.2020	31.12.2023
18.	Braniște Fiodor	1989	dr.	0,5	02.01.2020	31.12.2023
19.	Pîrțac Constantin	1975	dr.	0,5	02.01.2020	31.12.2023
20.	Prisăcaru Andrian	1985	dr.	0,5	02.01.2020	31.12.2023
21.	Bivol Mihaela	1991		1,0	02.01.2020	31.12.2023

22.	Covalenco Chirill	1990		1,0	02.01.2020	31.12.2023
23.	Covali Alexandru	1976		1,0	02.01.2020	31.12.2023
24.	Barbos Zinaida	1986		1,0	02.01.2020	31.12.2023
25.	Ianachevici Anatolie	1969		0,5	02.01.2020	31.12.2023
26.	Spoială Dorin	1968		0,5	16.07.2020	31.12.2023
27.	Crupnic Vitali	1957		1,0	02.01.2020	31.12.2023
28.	Iațco Spiridon	1947		0,5	02.01.2020	31.12.2023
29.	Rusnac Dumitru	1995		0,5	02.01.2020	31.12.2023
30.	Topal Daria	2000		0,5	02.01.2020	31.12.2023
31.	Harea Evghenii	1974	dr.	1,0	02.01.2020	31.12.2020
32.	Belotercovshii Igor	1960		0,5	02.01.2020	31.12.2022
33.	Sidelinicova Svetlana	1944	dr.	0,5	04.01.2021	31.04.2020
34.	Șcurpelo Anatolii	I 1948		1,0	01.08.2020	31.12.2021

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform proiectului	17
--	----

Conducătorul de proiect MIHAILOV Valentin _____

Data: _____

LȘ

**Formular privind raportarea indicatorilor în cadrul proiectului Programe de Stat
pentru perioada 2020 – 2023, cifrul 20.800095007.18**

Indicator 1	Rezultat				Indicator 2	Rezultat				Indicator 3	Rezultat			
	2020	2021	2022	2023		2020	2021	2022	2023		2020	2021	2022	2023
Nr. de cereri de brevete înregistrate în cadrul proiectului de cercetare finanțat					Nr. de brevete obținute în cadrul proiectului de cercetare finanțat	9	10	4	1	Procentul lucrărilor științifice aplicate în practică, din totalul lucrărilor publicate în cadrul proiectului de cercetare finanțat				
Total														

Conducătorul de proiect

MIHAILOV Valentin _____

Data _____

LS