

RECEȚIONAT

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

AVIZAT

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

## RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL

pentru etapa 2023

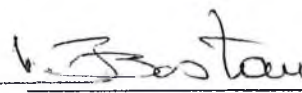
privind implementarea proiectului din cadrul  
Programului de Stat (2020-2023)

**Proiectul: „Nanostructuri și nanomateriale funcționale pentru industrie și  
agricultură”**

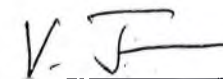
Cifra proiectului 20.80009.5007.11

Prioritatea Strategică V „Competitivitate economică și tehnologii inovative”

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

  
(semnătura)

Consiliul științific UTM dr. hab. Vasile TRONCIU  
(numele, prenumele)

  
(semnătura)

Conducătorul proiectului Acad. Anatolie SIDORENKO  
(numele, prenumele)



Chișinău 2024



## CUPRINS:

1. Scopul și obiectivele etapei 2023
2. Acțiunile planificate și realizate în 2023
3. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2023 în limba română (Anexa nr. 1)
4. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2023 în limba engleză (Anexa nr. 1)
5. Impactul științific/social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute
6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect 2023:
  - Lista publicațiilor științifice 2023 (Anexa nr. 2)
  - Lista participărilor la conferințe
  - Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media
7. Executarea devizului de cheltuieli (Anexa nr. 3)
8. Componența echipei proiectului pentru anul 2023 (Anexa nr. 4)
9. Informații suplimentare (Anexa nr.5)

## 1. Scopul etapei 2023 conform proiectului depus la concurs (obligatoriu)

Studiul proprietăților supraconductoare ale nanostructurilor multistrat preparate, determinarea intensității de manifestare a efectului valvă de spin. Oportunități potențiale de aplicare a proprietăților interfețelor topologice bicristalice.

## 2. Obiectivele etapei 2023 (obligatoriu)

- I) Studiul parametrilor prototipului optimizat al valvei de spin supraconductoare. Investgarea oportunității posibilelor aplicații ale proprietăților interfețelor topologice bicristalice in termogeneratoare, computere cuantice și dispozitive spintronice.
- II) Optimizarea procedeelelor tehnologice de obținere a straturilor din sistemul binar de tip  $\text{VTiO}_2$  și  $\text{VSnO}_2$ .
- III) Optimizarea tehnologiei fabricării peliculelor  $\text{ZnO}$  și  $\text{ZnO} / \text{ZnFe}_2\text{O}_4$  pulverizate prin metoda magnetron.

## 3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2023 (obligatoriu)

În rezultatul cercetării procesului de comutare al valvei de spin supraconductare se vor determina valorile frecvențelor de funcționare ale comutării și intensității câmpului magnetic extern de comutare a valvei de spin. Vor fi propuse noi principii de funcționare pe baza manifestării simultane a supraconductibilității și feromagnetismului slab la interfețe 3D topologic semimetalice în dezvoltarea diverselor dispozitive: senzori multifuncționali, comutatori spintronici, termogeneratoare.

Vor fi stabiliți parametrii optimați în obținerea straturilor binare  $\text{VTiO}_2$ ,  $\text{VSnO}_2$  prin tehnologia actualizată.

Va fi optimizată tehnologia de obținere a peliculelor  $\text{ZnO}$  și  $\text{ZnO}/\text{ZnTe}_2\text{O}_4$  prin metoda cu pulverizare magnetron. Vor fi cercetați parametrii biosensorului prototip confecționat pe baza peliculelor  $\text{ZnO}$  și  $\text{ZnO}/\text{ZnTe}_2\text{O}_4$ .

## 4. Acțiunile realizate (obligatoriu)

A fost cercetat procesul de comutare al valvei de spin supraconductoare, determinate valorile frecvențelor de funcționare ale comutării și intensității câmpului magnetic de comutare a valvei de spin  $\text{Nb}/\text{MM}/\text{Nb}$ . A fost depistat principiul de funcționare pe baza manifestării simultane a supraconductibilității și feromagnetismului slab la interfețe 3D topologic semimetalice destinat la dezvoltarea diverselor dispozitive: senzori multifuncționali, comutatori spintronici, termogeneratoare.

Au fost stabiliți parametrii optimați de obținere a straturilor binare  $\text{VTiO}_2$ ,  $\text{VSnO}_2$  prin tehnologia actualizată.

A fost optimizată tehnologia de obținere a peliculelor  $\text{ZnO}$  și  $\text{ZnO}/\text{ZnTe}_2\text{O}_4$  prin metoda cu pulverizare magnetron și investigați parametrii biosensorului prototip confecționat pe baza peliculelor  $\text{ZnO}$  și heterostructurilor  $\text{ZnO}/\text{ZnTe}_2\text{O}_4$ .

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

### A) Neuron artificial bazat pe valvă de spin - joncțiune magnetică Josephson (JMJ)

Pe baza studiilor experimentale efectuate, s-au realizat modele actualizate ale proceselor de formare a metamaterialelor magnetice - nanostructuri multistrat „supraconductor-feromagnetic” compuse din straturi de cobalt și niobiu de diferite grosimi și o valvă de spin sub forma unui contact

Josephson și pe baza acestora a fost construit un prototip de neuron supraconductor ca element de bază al unei rețele neuronale artificiale.

Au fost determinați parametrii designului optim al unei nanostructuri multistrat ca valva de spin. Au fost dezvoltate procesele tehnologice optime de pulverizare magnetron a nanostructurilor supraconductoare-feromagnetice și litografie cu ioni cu focalizare fină (FIB-cuts) pentru a crea un neuron supraconductor, ținând cont de rezultatele măsurărilor parametrilor magnetici și supraconductoare ale probelor studiate. Procesele tehnologice dezvoltate sunt protejate de un brevet obținut în 2023. Figura 1 prezintă o diagramă a etapelor efectuate pentru optimizarea tehnologiei, fabricarea și studiul unui neuron artificial.

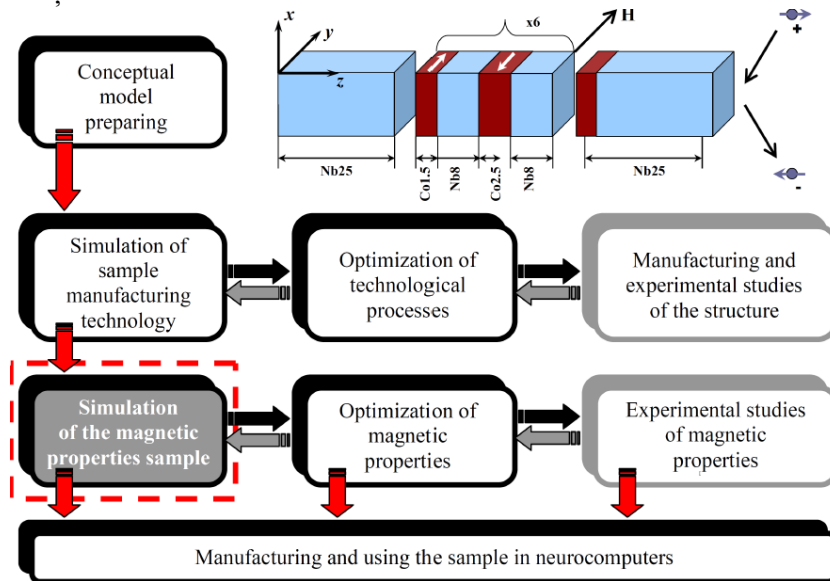


Figura 1. Etapele de lucru efectuate pentru optimizarea tehnologiei, fabricarea unui neuron artificial - o joncțiune Josephson cu un metamaterial magnetic Nb/MM/Nb și studierea caracteristicilor acestuia.

Experimental au fost determinați principalii parametri fizici ai sistemului Nb/MM/Nb preparat - un contact Josephson cu o cuplare slabă din metamaterial magnetic (MM) și stabilită influența morfologiei, microstructurii și interfețelor unui astfel de nanosistem multistrat asupra caracteristicilor de bază ale unui neuron artificial.

Este important ca JMJ -urile supraconductoare-feromagnetice să fie compatibile cu joncțiunile Josephson tradiționale supraconductor-izolator-supraconductor utilizate pentru circuitele cuantice digitale eficiente din punct de vedere energetic.

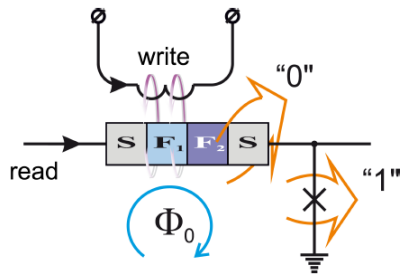


Figura 2. Schița de principiu a operațiilor de „scriere” și „citire” a circuitului de memorie bazat pe supapa JMJ .

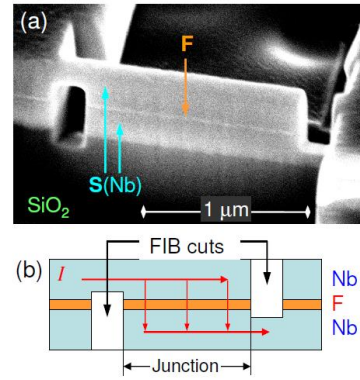


Figura 3. a) Imaginea SEM a neuronului artificial fabricat, bazat pe JMJ proiectat din straturi de supraconductor (Nb) și feromagnet (aliaj Co, Ni, CuNi), b) Schița JMJ preparată.

Pentru JMJ elaborată se utilizează un astfel de proces de fabricație încât ea poate fi integrată într-un cip supraconductor. Ca rezultat, combinația de JMJ-uri poate fi utilizată pentru a forma celule de memorie adresabile, circuite de memorie eficiente din punct de vedere energetic și elemente logice programabile ale rețelei neuronale artificiale. Principiul de funcționare a unui astfel de circuit de memorie este prezentat în Figura 2.

Cellulele proiectate (Figura 3) ale liniilor Josephson de transmisie adiabatică ca parte a unităților de procesare a semnalului rețelei neuronale permit reducerea cu patru ordine de mărime (până la scara attojoule) a disipării energiei în timpul funcționării unor astfel de rețele neuronale artificiale. Tehnica de analiză a efectelor cuantice macroscopice în interferometre cuantice supraconductoare multi-contact și multi-circuit a fost utilizată pentru a studia posibilitățile de integrare a rețelelor neuronale artificiale în sistemele de procesare a semnalului digitalizat cu celula de memorie bazată pe joncțiunea magnetică Josephson.

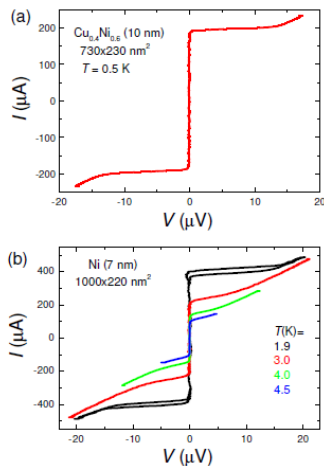


Figura 4. (a) Curba I-V a joncțiunii magnetice Josephson Nb/Cu<sub>0.4</sub>Ni<sub>0.6</sub>/Nb cu  $d(\text{Cu}_{0.4}\text{Ni}_{0.6}) = 10 \text{ nm}$  la temperatura  $T = 0.5 \text{ K}$ . (b) Un set de caracteristici I-V ale unei joncțiuni Nb/Ni(7 nm)/Nb la diferite T.

Neuronul artificial compact elaborate și prezentat în Figura 3, permite o singură operație de „calcul” (pe scara de timp sub nanosecunde) a funcției de activare a unui neuron.

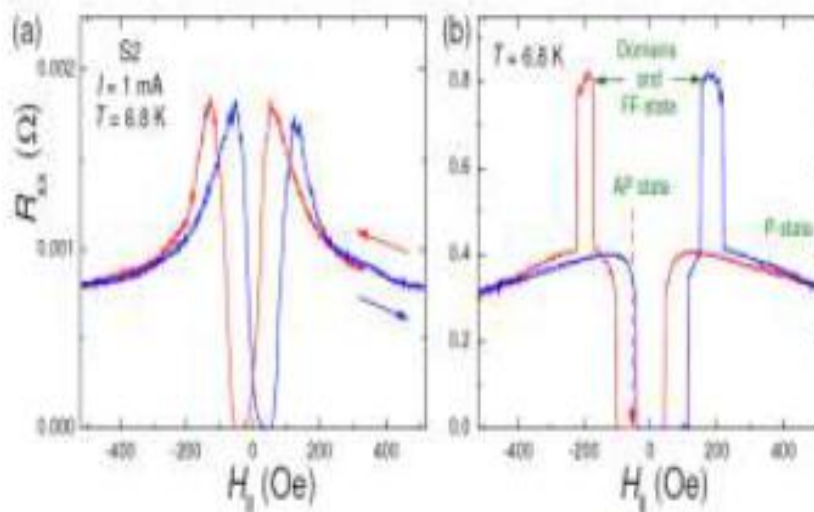


Figura5. Dinamica comutării unui neuron artificial Nb/MM/Nb de către un câmp magnetic extern de dirijare.

A fost studiată dinamica semnalelor de intrare și de ieșire ale unui neuron artificial construit pe baza unui contact Josephson cu un metamaterial magnetic artificial cu compoziția Nb/MM/Nb (Figura 4.) și mărimea câmpului magnetic extern de comutare (Figura 5) a unei supape de spin - un neuron supraconductor, ca element de bază a rețele neuronale artificiale a unui computer eficient din punct de vedere energetic cu arhitectură non-von Neumann.

## B) Materiale termochromice nanostructurate, utilizate la acoperirile termochromice pe sticlă

Performanța termocromă a acoperirilor pe bază de  $\text{VO}_2$  trebuie optimizată prin scăderea temperaturii de tranziție, creșterea transmitanței luminoase și îmbunătățirea parametrilor de trecere. O strategie alternativă în ceea ce privește metodele de dopaj este necesară urgent pentru a rezolva toate problemele de mai sus în filmele policristaline. În continuarea studiului sistemului binar  $\text{VO}_2\text{-TiO}_2$  pentru aplicații de ferestre inteligente, microstructurile filmelor descompuse  $\text{V}_{0.65}\text{Ti}_{0.35}\text{O}_2$  au fost analizate prin TEM. Imaginea în secțiune transversală a STEM BF este prezentată în Figura 6a. Microstructura în dungi a peliculei recoapte este vizibilă. Straturile cu conținut ridicat de V și Ti apar în imaginile BF ca dungi întunecate și, respectiv, luminoase. În materialele policristaline în vrac, alternanța benzilor luminoase și întunecate indică separarea fazelor bogate în V și Ti rezultate din descompunerea spinodale. Imaginea de înaltă rezoluție (Figura 6b) arată o structură detaliată a descompunerii. Astfel, analiza TEM a confirmat implementarea descompunerii spinodale în

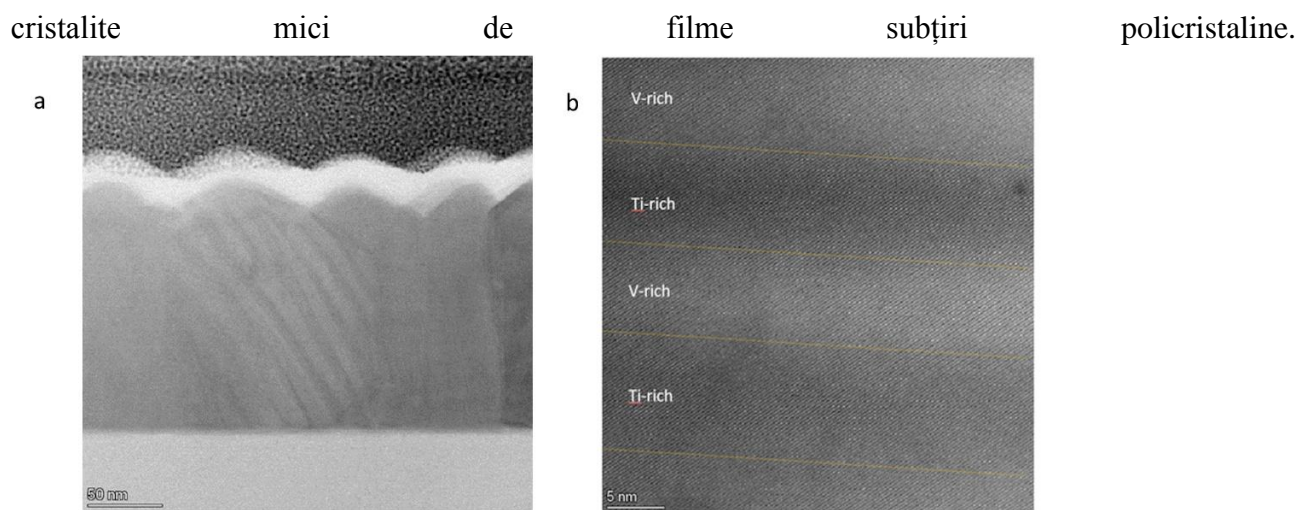


Figura 6. Analiza TEM a filmelor recoapte  $V_{0.65}Ti_{0.35}O_2$  crescute pe substraturi de cuarț topit. (a) Imaginea BF STEM în secțiune transversală și (b) imaginea HR-STEM, Liniile arată granițele imaginare între straturile bogate în V și Ti.

Înlocuirea  $TiO_2$  cu  $SnO_2$  în sistemul binar  $VO_2$ - $TiO_2$  este promițătoare pentru crearea de acoperiri pentru ferestre inteligente bazate pe nanostructuri laminare tensionate. O creștere a tensiunii în straturile funcționale bogate în  $VO_2$  poate fi obținută datorită unui parametru de rețea mai mare în rețeaua rutil pentru  $SnO_2$  ( $a=4,737$  Å) față de  $a=4,594$  Å în  $TiO_2$ .

Am început lucrările menite să investigheze descompunerea spinodale în sisteme binare  $SnO_2$ - $VO_2$  pentru a produce acoperiri avansate pentru aplicații de ferestre inteligente. În primul rând, întreaga gamă de filme de soluție solidă  $Sn_{1-x}V_xO_2$  a fost pregătită prin următoarea strategie. Cu tehnici bazate pe soluții, cum ar fi depunerea de aerosoli metalorganici, o singură soluție lichidă care să conțină toți precursorii este o cerință obligatorie. Am aplicat dimetilformamidă ca lichid principal de livrare datorită punctului său de fierbere ridicat și compatibilității depline cu depunerea de aerosoli metalorganici. Ca solvent aprotic polar, dimetilformamida este potrivită pentru prepararea unei soluții foarte concentrate din precursori de pulbere. Raportul molar Sn/V a fost variat în soluția lichidă de solvent binar, care a fost preparată din precursorul Sn lichid dizolvat în metanol,  $Sn(acac)_2$  și precursorul V,  $OV(acac)_2$ , dizolvat în dimetilformamidă. Compoziția x în soluție solidă a fost definită atât prin analiză XRD cât și EDX (fig.7).

În continuare, intenționăm să investigăm descompunerea spinodale într-un sistem binar și potențialul său de îmbunătățire a caracteristicilor performanței termocromice.



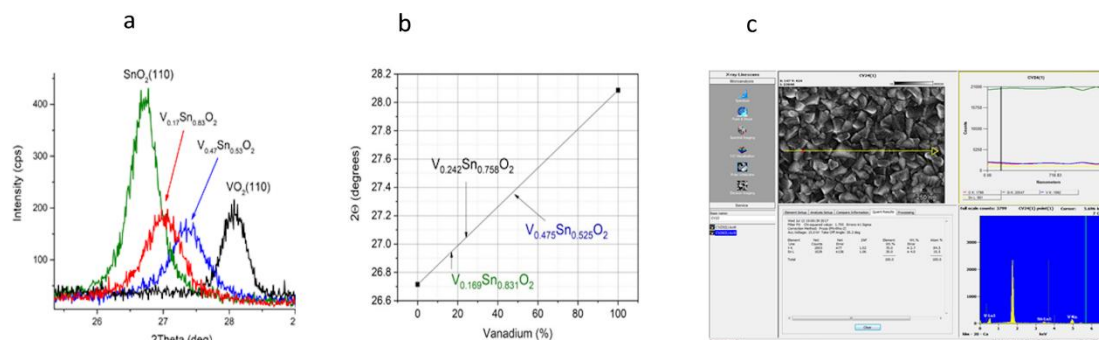


Figura 7. (a) Modele de difracție de raze X lângă vârfurile (110) pentru două filme diferite de soluții solide  $V_{1-x}Sn_xO_2$ ; (b) Dependența poziției vârfului de difracție (110) de compoziția  $x$ , conform regulii lui Vegard. Picurile  $VO_2(110)$  și  $SnO_2(110)$  la care se face referire sunt de asemenea prezentate. (c) Date EDX pentru filmul compozit  $VO_2-SnO_2$  crescut pe un substrat de sticlă de silice topită.

Filmele nanocompozite laminare  $VO_2-TiO_2$  au fost fabricate printr-o descompunere spinodală determinată de temperatura soluției solide  $V_{1-x}Ti_xO_2$ . Arătăm posibilitatea ingineriei de acoperire a nanocompozitelor prin utilizarea unei tehnici rentabile de depunere de aerosoli metalorganici. Am început cercetarea sistemului  $SnO_2-VO_2$  pentru a fi utilizat ca acoperire inteligentă a ferestrelor.

### C) Obținerea heterostructurilor peliculare de $ZnFe_2O_4/ ZnO:Ga/glass$

Au fost optimizate condițiile de obținere a heterostructurilor peliculare de  $ZnFe_2O_4/ ZnO:Ga/glass$  care posedă proprietăți de mimetism enzimatic-peroxidază pentru utilizarea în detectarea probelor model de peroxid de hidrogen. Inițial, straturile subțiri de oxid de zinc ( $ZnO:Ga/glass$ ) au fost depuse pe un substrat de sticlă prin pulverizare magnetron în curent continuu folosind o țintă preparată prin sinterizarea oxidului. Temperatura substratului a fost de 200 °C. Grosimea stratului subțire obținut a fost de 300 nm la o putere a magnetronului de 1,2 W. După procesul de pulverizare, s-a obținut un strat subțire de ( $ZnO:Ga/glass$  pe substrat de sticlă cu o transmitanță de 80-90%, conductivitate de  $10^{-3}\Omega cm^{-1}$ . Morfologia și compoziția chimică a straturilor subțiri de  $ZnFe_2O_4/ ZnO:Ga$  au fost investigate cu ajutorul unui microscop electronic de scanare Zeiss Sigma și Tescan Vega TS 5130MM echipat cu un sistem de raze X cu dispersie de energie Oxford Instruments INCA care funcționează la 20 kV.

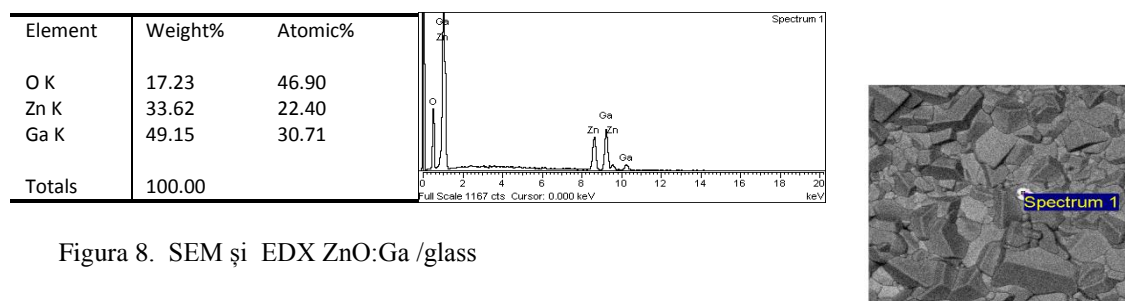


Figura 8. SEM și EDX  $ZnO:Ga/glass$

Figura 8. prezintă fotografiile SEM și EDX ale  $ZnO:Ga/glass$ . Stratul subțire este format din cristalele cu structură hexagonală dispuse haotic, iar grosimea stratului este de 300 nm.



Ulterior, heterostrucura ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ ZnO:Ga/glass a fost obținută prin pulverizare magnetron RF a materialului țintă la curent alternativ. Pulverizarea țintei ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> a fost efectuată discret la o frecvență a tensiunii de alimentare de 13,56 MHz și la o putere a magnetronului cuprinsă între 40-100 W. Formarea stratului subțire de ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> pe substratul ZnO:Ga /glass: temperatura substratului a fost de 200 °C, iar temperatura în zona de pulverizare (eroziune) a atins 700 °C. La studierea morfologiei heterostrucurii ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ ZnO:Ga /glass, prezentată în Figura 9, formarea de agregate flexibile în lanț și agregate flexibile în formă de inel care formează o structură în formă de pieptene, împreună cu prezența porilor regulate, toate acestea creează o suprafață dezvoltată cu un nivel ridicat de rugozitate - adică o creștere a suprafeței, ceea ce contribuie la creșterea activității catalitice.

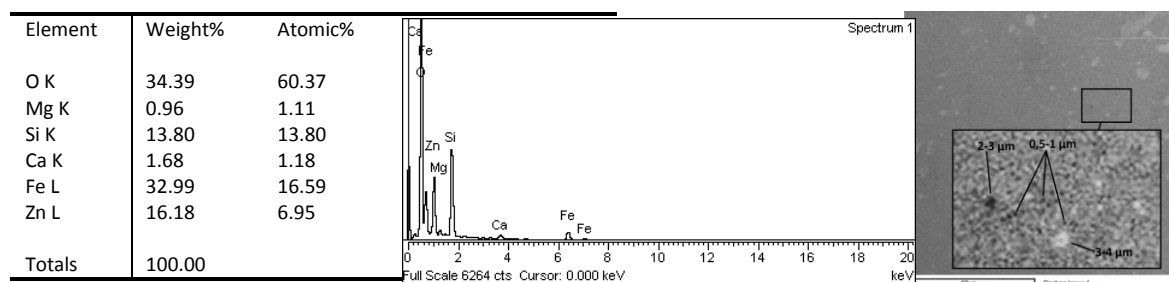


Figura 9. SEM și EDX ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ZnO:Ga /glass

Studiul spectrelor de transmitanță optică ale stratului obținut (ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ ZnO:Ga /glass prezentat în Figura 9, arată deplasarea lății benzii interzise față de structurile straturilor ZnO E=3,2 eV și E=1,9 eV pentru ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ ZnO:Ga /glass este E=1,89 eV, această deplasare în regiunea spectrului vizibil, care împreună cu suprafața dezvoltată creează un efect sinergic și crește activitatea catalitică în detectarea peroxidului de hidrogen pe sistemul model. Heterostrucura stratului acționează ca un senzor colorimetric cu proprietatea de mimetism al enzimei peroxidază n pentru detectarea peroxidului de hidrogen în obiecte biologice. Figura 10 prezintă spectrul de absorbție din regiunea UV-visible al heterostrucurii ZnO/ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> și graficul Tautz al energiei fotonice  $(\alpha h\nu)^{1/2}(\text{cm}^{-1}\text{eV})^{1/2}$  în funcție de  $h\nu$  (eV).

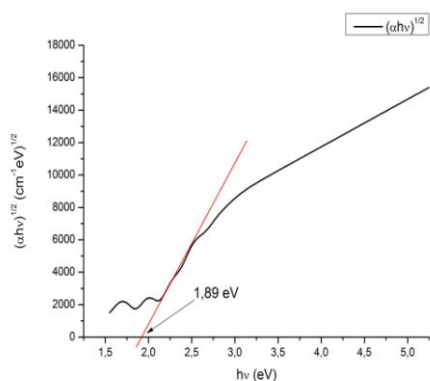


Figura10 UV-Vis spectrul de absorbție al heterostrucurii ZnO:Ga/ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> și plot lui Tauc de  $(\alpha h\nu)^{1/2}(\text{cm}^{-1}\text{eV})^{1/2}$  energia fonică versus  $h\nu$ (eV).

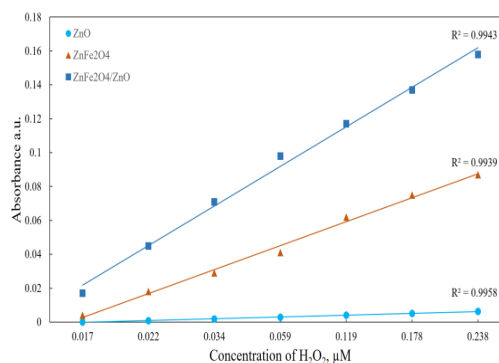


Figura 11 Diagrame de calibrare liniară ZnO, ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> de film și heterostrucurii ZnO:Ga/ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> pentru detectarea H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> în intervalul 0,17-0,2 μM, λ = 625 nm.

Astfel, în perioada de raportare au fost obținute următoarele rezultate: heterostrucura ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> / ZnO:Ga / suport de sticlă a fost obținută prin pulverizare magnetronică de înaltă frecvență cu următoarele caracteristici: o grosime a stratului de ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> / ZnO:Ga 500 nm cu

rezistivitate de  $2,5 \cdot 10^3$  Ohm și lățime a benzii interzise de 1,89 eV. Se arată că heterostructura stratului format are proprietatea mimetică a enzimei peroxidazei – participă la procesele catalitice de oxidare a coloranților (TMB) în timpul detectării colorimetrice a peroxidului de hidrogen.

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

Rezultatele obținute au un impact social semnificativ: având în vedere importanța mare pe care societatea o acordă stării mediului, dezvoltarea unor enzime nanozimatică artificiale va face posibilă detoxifierea solului și a apelor de suprafață de pesticidele reziduale și alți poluanți organici.

#### **7. Colaborare la nivel național și internațional în cadrul implementării proiectului (după caz)**

1. Acord de colaborare: IEN „D.GHIȚU” și Universitatea de Stat din Moldova.
2. Laboratorul de Fizică a Semiconductoarelor și Dispozitivelor și Centrul de Cercetare CaRISMA, de la Universitatea de Stat din Moldova.
3. Institutul de Chimie al USM.
4. Institutul de Fizică Aplicată al USM.
5. Serviciul de Stat ”ANTIGRINDINĂ” (Serviciul Special pentru Influențe Active asupra Proceselor Hidrometeorologice, Chișinău).
6. Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Laboratorul Microbiologia Solului.
7. Universitatea Tehnică or. Izevsk
8. Institutul de Fizică a Materialelor din Uni-Goettingen, Germania. (Caracterizarea morfologică și structurală a probelor obținute).
9. Universitatea TWENTE, Olanda. (Caracterizarea morfologică și structurală a probelor obținute).
10. Universitatea Stockholm, Suedia. (Prepararea probelor la utilajul de gravare a peliculelor subțiri cu plasmă „Oxford Plasmalab 100” și ”Focusing Ion Beam lithography” (FIB)).
11. Institutul Max Planck, Stuttgart, Germania (polarized neutronography)
12. Karlsruhe Institute of Technology, Germania (AFM and TEM characterization of samples)

#### **Dificultățile în realizarea proiectului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.) (după caz)**

Bugetul financiar limitat, care nu permite achiziționarea utilajului de bază, necesar cercetărilor. Bugetul financiar alocat cu întârziere, necesar la procurarea materialelor de consum curent. Din cauza plecării din proiect a unor participanți au fost necesare modificări în lista executanților și redistribuirea sarcinilor între participanții la proiect (Anexa 1C).

#### **8. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații (obligatoriu)**

Brevet de invenție: Вахрушев А.В., Сидоренко А.С., Федотов А.Ю., Шестаков И.А.  
**Устройство для получения электропроводящего покрытия в виде металлоглеродной или металлической пленки магнетронным распылением с механической вибрацией подложки.** Дата заявки на регистрацию, номер патента и дата выдачи: 06.07.2022 / Патент №

2802044 от 22.08.2023. Перечень правообладателей: Вахрушев А.В., Сидоренко А.С., Федотов А.Ю., Шестаков И.А.

**9. 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. Sidorenko A., Klenov N., Soloviev I., Bakurskiy S., Boian V., Morari R., Savva Yu.B., Lomakin A., Sidorenko L., Sidorenko S., Sidorenko I., Severyukhina O. Yu., Fedotov A. Yu., Salomatina A. Yu., Vakhrushev A. V. BASE ELEMENTS FOR ARTIFICIAL NEURAL NETWORK: STRUCTURE MODELING, PRODUCTION, PROPERTIES - 2023, Bern, Switzerland
2. SIDORENKO, A. – invited talk: Superconducting neurons and synapses for Artificial Neural Network., Samarkand International Symposium on Magnetism “SISM-2023” -2023, Samarkand, Uzbekistan.
3. SIDORENKO, A., KLENOV, N., SOLOVIEV, I., BAKURSKIY, S., SAVVA, Yu., LOMAKIN, A., KOJUS, O., BOIAN, V., PREPELITSA, A., LUPU, M., VAKHRUSHEV, A – invited talk: Superconducting base elements for Artificial Neural Network. «8th International Conference on Superconductivity and Magnetism ICSM 2023» – 2023, Oludeniz-Fetue, Turkey.
4. SIDORENKO A. – invited talk: Colorimetric determination of toxic substances in water and soil using ZnO/ZnFeO<sub>4</sub> heterostructures. XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ - СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДОВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ - 2023, Izmail, Ukraine.

**10. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media (Opțional):**

- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

**11. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2023 de membrii echipei proiectului (opțional)**

1. **Doctorand Boian Vladimir.** Teza de doctorat: Supraconductibilitatea tripletă ca bază a spintronicii supraconductoare. Conducător științific: SIDORENKO ANATOLIE.
2. **Doctorand Lupu Maria.** Teza de doctorat: Математическое моделирование динамических процессов в сверхпроводниковых нейронных сетях. Conducător științific: SIDORENKO ANATOLIE.

**12. Concluzii**

Conducătorul de proiect \_



/ Acad. Anatolie SIDORENKO

Data: \_\_9.01.2024\_\_

LȘ

**Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023****\_\_ Nanostructuri și nanomateriale funcționale pentru industrie și agricultură \_\_**  
(denumirea proiectului)Cifrul proiectului **\_\_20.80009.5007.11\_\_**

Pentru anul 2023 1 pagină For the year 2023 1 page

Pe baza studiilor experimentale efectuate, s-au realizat modele actualizate ale proceselor de formare a metamaterialelor magnetice - nanostructuri multistrat „supraconductor-feromagnetic” compuse din straturi de cobalt și niobiu de diferite grosimi și o valva de spin sub forma unui contact Josephson. Pe baza acestora a fost construit un prototip de neuron supraconductor ca element de bază al unei rețele neuronale artificiale.

Au fost determinați parametrii designului optim al unei nanostructuri multistrat ca valva de spin. Au fost dezvoltate procesele tehnologice optime de pulverizare magnetron a nanostructurilor supraconductoare-feromagnetice și litografie cu ioni cu focalizare fină (FIB-cuts) pentru a crea un neuron supraconductor, ținând cont de rezultatele măsurărilor parametrilor magnetici și supraconductoare ale probelor studiate. Procesele tehnologice dezvoltate sunt protejate de un brevet de invenție obținut în 2023.

Caracteristicile acoperirilor termochromice pe sticlă pe bază de  $\text{VO}_2$  au fost optimizate prin scăderea temperaturii de tranziție și creșterea transmitanței luminoase. Filmele nanocompozite laminare  $\text{VO}_2\text{-TiO}_2$  au fost fabricate prin descompunerea termică spinodală a soluției solide  $\text{V}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_2$ . Am demonstrat posibilitatea depunerii acoperirilor nanocompozite prin utilizarea unei tehnici rentabile de condensare a aerosolilor metalorganici. Am început cercetarea sistemului  $\text{SnO}_2\text{-VO}_2$  pentru a fi utilizat ca acoperire inteligentă a ferestrelor.

Au fost optimizate condițiile de obținere a heterostructurilor peliculare de  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO:Ga}$ /sticlă care posedă proprietăți de mimetism al enzimei peroxidazei pentru utilizarea în detectarea probelor - model de peroxid de hidrogen. Morfologia și compoziția chimică a straturilor subțiri de  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO:Ga}$  au fost investigate cu ajutorul unui microscop electronic de scanare Zeiss Sigma și Tescan Vega TS 5130MM echipat cu un sistem de raze X cu dispersie de energie.

Heterostructura  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO:Ga}$ /glass acționează ca un senzor colorimetric pentru detectarea peroxidului de hidrogen în obiecte biologice. Senzorul colorimetric elaborat a fost prezentat la saloanele de invenții “INVENTICA 2023”, Iasi și ”UGAL INVENT – 2023”, Galati, Romania, și menționat cu 2 medalii de aur.

Rezultatele anului 2023 a fost publicate în 8 articole cu factor de impact, în alte 3 reviste, 18 articole în materiale ale conferințelor, prezentate la 5 conferințe internaționale, protejate cu 2 brevete de invenții

**SUMMARY**

Based on the experimental studies carried out, updated models of the processes of formation of

magnetic metamaterials - “superconductor-ferromagnet” - multilayer nanostructures consisting of layers of cobalt and niobium of various thicknesses, as well as a spin valve in the form of a Josephson junction with a weak link made from a magnetic metamaterial, have been created. On their basis, a prototype of a superconducting neuron was built as a basic element of an artificial neural network.

The optimal design parameters of a multilayer nanostructure - a spin valve - have been determined. Taking into account the results of measurements of the magnetic and superconducting parameters of the corresponding samples, optimal processes of magnetic sputtering of superconducting-ferromagnetic nanostructures and focused ion beam lithography (FIB cutting) for creating superconducting neurons have been developed. The developed technological processes are protected by a patent received in 2023.

The performance of VO<sub>2</sub>-based thermochromic glass coatings has been optimized by reducing temperature and increasing light transmittance. Laminar VO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> nanocomposite films were prepared by temperature spinodal determination of V<sub>1-x</sub>Ti<sub>x</sub>O<sub>2</sub> solid solution. We demonstrate the feasibility of creating nanocomposite coatings using cost-effective metal-organic aerosol deposition technologies. We have begun research into a SnO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> system to be used as a smart window covering.

Optimal conditions for obtaining film heterostructures ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ZnO:Ga/glass, providing the principle of mimicry of the peroxidase enzyme, for use in detecting model peroxide samples. The morphology and chemical composition of ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ZnO:Ga thin films were studied using a Zeiss Sigma and Tescan Vega TS 5130MM scanning microscope equipped with an energy-dispersive X-ray microscope system.

The ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ZnO:Ga/glass heterostructure acts as a colorimetric sensor for the detection of hydrogen peroxide in biological objects. The developed colorimetric sensor was presented at the invention fairs “INVENTICA 2023”, Iasi and “UGAL INVENT - 2023”, Galati, Romania, and was awarded two gold medals.

The results of 2023 were published in 8 articles with an impact factor, 3 other journals, 18 articles in conference proceedings, presented at 5 international conferences, protected by 2 patents for inventions.

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_



\_\_\_/ Acad. Anatolie SIDORENKO

Data: \_\_\_09.01.2024\_\_\_

LȘ

***Notă: Rezumatul va fi publicat în acces deschis pe pagina web oficială a ANCD și a AȘM, însoțite de avizul Biroului Secției de Științe a AȘM.***

***Rapoartele care nu vor conține rezumatele perfectate conform cerințelor nu vor fi audiate.***

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

**„Nanostructuri și nanomateriale funcționale pentru industrie și agricultură”**

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

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

**2. Capitole în monografii naționale/internaționale**

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

**4. Articole în reviste științifice**

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

1. VAKHRUSHEV , A., FEDOTOV, A., SEVERYUKHINA, O., SIDORENKO, A. The influence of structure and local structural defects on the magnetic properties of cobalt nanofilms. In: Beilstein Journal od Nanotechnology, 2023,14, 23-33.  
<https://doi.org/10.3762/bjnano.14.3> [IF: 3,65]
2. SIDORENKO, A., HAHN, H., KRASNOV, V. Frontiers of nanoelectronics: intrinsic Josephson effect and prospects of superconducting spintronics. In: *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 2023 Jan 10:14:79-82. <https://doi.org/10.3762/bjnano.14.9> [IF: 3,65]
3. BRINZA, M., SCHRÖDER, S., ABABII, N., GRONENBERG, M., STRUNSKUS, T., PAUPORTE, Th., ADELUNG, R., FAUPEL, F., LUPAN, O. Two-in-One Sensor Based on PV4D4-Coated TiO<sub>2</sub> Films for Food Spoilage Detection and as a Breath Marker for Several Diseases. În: *Biosensors*. 2023, 13, nr 5, pp. 538; <https://doi.org/10.3390/bios13050538> [IF: 5,743]
4. MUNTYANU, F., CHISTOL, V., CONDREA, E., SIDORENKO, A. Topological features of quantum transport in bi1-xSbx (0 ≤ x ≤ 0.2) bicrystals. In: *Low Temp. Phys.* 2023, 49, 1, 139-145. <http://fnt.ilt.kharkiv.ua/index.php/fnt/issue/> [IF: 0,923]
5. FEDOTOV, A., VAKHRUSHEV , A., SIDORENKO, A. Modeling the deposition of an additional layer to improve the interface of spin valve nanolayers. In: *AIP Conference Proceedings* 2627, 020002-02005 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0115094> [IF: 0,189]
6. MIRGOROD, Yu. A., STOROZHENKO, A. M. and CONDREA, E. P. Acid Corrosion Inhibitor from Tobacco Waste for Steel of Oil Pipes. In: *Surface Engineering and Applied Electrochemistry* 2023, **59**, 1, 85–89. ISSN 1068-3755  
<https://doi.org/10.3103/S1068375523010106> [IF:0,243]

7. SIDORENKO, A., KLENOV, N., SOLOVIEV, I., BAKURSKIY, S., BOIAN, V., MORARI, R., SAVVA, Iu., LOMAKIN, A., SIDORENKO, L., SIDORENKO, S., SIDORENKO, I., SEVERYUKHINA, O., FEDOTOV, A., SALAMATINA, A., VAKHRUSHEV, A. Base Elements for Artificial Neural Network: Structure Modeling, Production, Properties. In: *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, 2023, vol. 17, 177-182. DOI: 10.46300/9106.2023.17.21 [IF:0,195]
8. SCHRÖDER, S., ABABII, N., BRÎNZĂ, M., MAGARIU, N., ZIMOC, L., BODDULURI, M. T., STRUNSKUS, T., ADELUNG, R., FAUPEL, F., LUPAN, O. Tuning the Selectivity of Metal Oxide Gas Sensors with Vapor Phase Deposited Ultrathin Polymer Thin Films. În: *Polymers*. 2023, 15, nr 3, pp. 524; <https://doi.org/10.3390/polym15030524> [IF: 4,967]

#### 4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

1. BELENCHUK, A., SHAPOVAL, O., RODDATIS, V., STROH, K., VATAVU, S., WAWRA, J., MOSHNYAGA, V., Spinodal decomposition introduces strain-enhanced thermochromism in polycrystalline V<sub>1-x</sub>Ti<sub>x</sub>O<sub>2</sub> thin films. In: *Nanoscale* 2023, 15, 11592-11602. 10.1039/D3NR01350B. <https://doi.org/10.1039/d3nr01350b>
2. ВАХРУШЕВ, А. В., ВИНОГРАДОВ, Ф. А., ФЕДОТОВ, А. Ю., СИДОРЕНКО, А. С. Моделирование улучшения интерфейса многослойных наносистем ниобий-кобальт прессованием. *Химическая физика и мезоскопия*, 2023, том 25, №2, стр. 160-169. <https://doi.org/10.15350/17270529.2023.2.15>

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

#### 4.4. în alte reviste naționale

1. СУКМАН, Н., ГАЙДАРЖИ, Ф., КАЛИНИЧЕНКО, С. Анализ качественных характеристик органических удобрений, полученных из отходов птицефермы предприятия SRL “Pilicik-Grup”. In: *Știință, educație, cultură*. Comrat: Universitatea de Stat din Comrat, 2023, Vol.1, pp. 420-424. ISBN 978-9975-83-254-0; 978-9975-83-255-7 [https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare\\_articol/179507](https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/179507)

### 5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

#### 5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

1. PENIN, A., SIDORENKO, A. Irregular Step of Changing for Neural Network Data Sets Improves the Accuracy of Resistive Sensors Calculation. În: Sontea V., Tiginyanu I., Railean S. (eds) *6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering (ICNBME 2023)*. IFMBE Proceedings, September 20-23, vol. 92, 2023, p. 150-159. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42782-4\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42782-4_17)
2. BELOTERCOVSCHII, I., SIDORENKO, A., CONDREA, E., SMYSLOV, V. (2024).



Combination Thermostated Vacuum Gauge. In: Sontea, V., Tiginyanu, I., Railean, S. (eds) *6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. ICNBME 2023. IFMBE Proceedings*, vol 91. pp. 574-581, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6\\_61](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_61)

3. DATSKO, T., ZELENTSOV, V., DVORNIKOV, D. Advanced Nanotechnology-Based Approaches to Waste Water Purification from Organic Pollutants. In: *Proceedings of 6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*, September 20–23, 2023, Chisinau, vol. 1: Nanotechnologies and Nano-biomaterials for Applications in Medicine, 2023, p. 134-146. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_15),
4. SIDORENKO, A., GUTSUL, T., SHIBAEV, A., LUPU, M. Colorimetric determination of toxic substances in water and soil using ZnO/ZnFeO<sub>4</sub> heterostructures. *Матеріали XIV Міжнародної Науково-Практичної Конференції Сучасні Підходи до Високоєфективного Використання Засобів Транспорту, (ДІ НУ «ОМА») 8 – 9 грудня 2023 року, Ізмаїл, Україна*, pp. 142-145. DOI:10.13140/RG.2.2.33864.49928

## 6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

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

1. SIDORENKO A., GUTSUL T., SHIBAEV A., LUPU M. Colorimetric determination of toxic substances in water and soil using ZnO/ZnFeO<sub>4</sub> heterostructures. In: *XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ - СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ (ДІ НУ «ОМА» – 2023)*, 6-9 Dec. 2023, Izmail, Ukraine: conf.proceed., Izmail, 2023, pp.142-146. <https://DOI:10.13140/RG.2.2.33864.49928>

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

1. BOIAN, V. Determination of the critical thickness of Nb superconducting layers coupled with Co. In: *Electronics, Communications and Computing (IC ECCO-2022), 12<sup>th</sup> inter. conf.*, 20-21 Oct. 2022, Chisinau, Republica Moldova: conf.proceed., Chisinau, 2022, pp.102-105. <https://doi.org/10.52326/ic-ecco.2022/EL.08>
2. SCHRÖDER, S., BRINZA, M., CRETU, V., ZIMOCH, L., GRONENBERG, M., ABABII, N., RAILEAN, S., STRUNSKUS, TH., PAUPORTE, TH., ADELUNG, R., FAUPEL, F., LUPAN, OLEG. A New Approach in Detection of Biomarker 2-propanol with PTFE-Coated TiO<sub>2</sub> Nanostructured Films. În: Sontea V., Tiginyanu I., Railean S. (eds) *6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering (ICNBME 2023). IFMBE Proceedings*, September 20-23, vol. 92, 2023, p. 75-83. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42782-4\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42782-4_9)

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

#### 6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

1. MALCOCI, Cezar-Casian. Studiarea Supraconductibilității în Nanostructuri de Niobiu-Cobalt. În: *Conferința tehnico științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*. 5-7 aprilie, 2023, Chișinău, Moldova: Tehnica-UTM, 2023, Vol. I., pp. 315-318. ISBN 978-9975-45-828-3. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/188000](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/188000), [https://ibn.idsi.md/collection\\_view/2356](https://ibn.idsi.md/collection_view/2356)

### 7. Teze ale conferințelor științifice

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

1. КОЖОКАРЬ, С. В., Синтез, анализ и характеристика (2aR,3aR,4aS,5aS)-4,4,5a-триметил-2-оксопергидроциклопропа[4,5]бензо[b]азет-1-сульфонилхлорида. In: LXXXIV Ежегодная итоговая научно-практическая конференция студентов и молодых учёных с международным участием «Актуальные вопросы экспериментальной и клинической медицины-2023», 1-28 апреля 2023, Санкт-Петербург, Российская Федерация. Сборник тезисов, стр. 151. ISBN 978-5-88999-879-2. <https://sovetsno1med.ru/avekm> Sbornik\_tezisov\_AVEKM\_2023.pdf
2. КОЖОКАРЬ, С. В., Синтез, анализ и характеристика (1S,3S,5R,7R)-триметил-4-азатрицикло[5.1.0.03,5]октана. In: LXXXIV Ежегодная итоговая научно-практическая конференция студентов и молодых учёных с международным участием «Актуальные вопросы экспериментальной и клинической медицины-2023», 1-28 апреля 2023, Санкт-Петербург, Российская Федерация. Сборник тезисов, стр. 153. ISBN 978-5-88999-879-2. <https://sovetsno1med.ru/avekm> Sbornik\_tezisov\_AVEKM\_2023.pdf
3. SUCMAN, N., CALINICENCO, S., MACAEV, F. Using NMR analysis to identify unconventional adducts of indole-2,3-dione. În “BOOK OF ABSTRACTS”, *Central European NMR Symposium & Bruker Users Meeting*, 13-15 September 2023, Prague, Czechia, P.31. [http://ceum2023.uochb.cas.cz/assets/files/Book%20of%20abstracts\\_V3.pdf](http://ceum2023.uochb.cas.cz/assets/files/Book%20of%20abstracts_V3.pdf)
4. SIDORENKO, A., KLENOV, N., SOLOVIEV, I., BAKURSKIY, S., SAVVA, YU., LOMAKIN, A., KOJUS, O., BOIAN, V., PREPELITSA, A., LUPU, M., VAKHRUSHEV, A. Superconducting Base Elements for Artificial Neural Network. In: *Proceedings of 8th International Conference on Superconductivity and Magnetism- ICSM2023*, May 4 – 11 2023, p.143, Ölüdeniz-Fethiye, TÜRKİYE. [https://icsm2023.org/wp-content/uploads/2023/06/8TH\\_ICSM\\_ABSTRACT\\_BOOK\\_ABS\\_USB\\_15.06.2023\\_2300\\_LA\\_ST1.pdf](https://icsm2023.org/wp-content/uploads/2023/06/8TH_ICSM_ABSTRACT_BOOK_ABS_USB_15.06.2023_2300_LA_ST1.pdf)
5. SIDORENKO, A. Superconducting neurons and synapses for artificial neural network. In: *Proceedings of the Samarkand International Symposium on Magnetism “SISM-2023”*, 2 – 6 July, 2023, p. 138, Samarkand. ISBN: 978-5-00202-320-2.

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

1. SUCMAN, N., GAIDARJI, F., CALINICENCO S. Optimization of parameters for creating

liquid fertilizers using the waste from poultry farm SRL „PILICCIK-GRUP”. In: *International Scientific Symposium Modern Trends in the Agricultural Higher Education*. October 5-6, 2023, Chisinau, Republica Moldova (in Pres). [https://fsasm.utm.md/wp-content/uploads/sites/40/2023/10/Agenda\\_simpozion.pdf](https://fsasm.utm.md/wp-content/uploads/sites/40/2023/10/Agenda_simpozion.pdf)

2. BELOTERCOVSCHII, I., SIDORENKO, A., CONDREA, E., SMYSLOV, V. Combination Thermostated Vacuum Gauge. In: *The 6<sup>th</sup> International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*, September 20-23, 2023, Chisinau, Republic of Moldova Abstract Book, p.115
3. LUPU, M., SIDORENKO A. Application of the Josephson Junction for the ANNs Energy Efficient Memory. In: *IFMBE Proceedings of The 6<sup>th</sup> International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 6, R, 20-23 septembrie 2023, Chișinău. Chișinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, p. 114. ISBN 978-9975-72-773-0. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/188799](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/188799)
4. SIDORENKO, A. Brain like artificial neural network based on superconducting neurons and synapses. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*, September 20-23, 2023, Chisinau, Republic of Moldova, p. 40-41. [https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare\\_articol/188627](https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/188627)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

5. COJOCARI, S., MACAEV, F. Synthesis and characterization of the (1s,3r,4s,6r)-3,4-aza-3,7,7-trimethylbicyclo-[4.1.0]-heptan. In: *The National Conference with international participation Natural Sciences in the Dialogue of Generations*, September 14-15, 2023, Chisinau, Republic of Moldova, CEP USM, 2023, p. 206. ISBN 978-9975-3430-9-1. [https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare\\_articol/189089](https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/189089)
6. COJOCARI, S., SIDORENKO, A., MACAEV, F. Preparation, analysis and characterization of (1R,3R,5S,7S)-4,4,7-trimethyl-8-azatricyclo[5.2.0.0<sup>3,5</sup>]nonan-9-one, In: *The National Conference with international participation Natural Sciences in the Dialogue of Generations* September, 14-15, 2023, Chisinau, Republic of Moldova, CEP USM, 2023, p. 207. ISBN 978-9975-3430-9-1. [https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare\\_articol/189090](https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/189090)

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

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

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

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

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

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

1. DATKO, T., ZELENTOV, V., DVORNIKOV, D., SAINSUS, I. Procedeu de obținere a fotocatalizatorului hibrid pe bază de  $TiO_2$  nanocristalin și diatomit prin electroliză. Brevet de invenție MD 1671, Nr. depozit: s 2021 0046. Data depozit: 2021.05.31. Acordat din 2023.02.28 BOPI NR.2/2023, pp.68-69.  
[https://www.agepi.md/sites/default/files/bopi/BOPI\\_02\\_2023.pdf](https://www.agepi.md/sites/default/files/bopi/BOPI_02_2023.pdf)  
<http://www.db.agepi.md/Inventions/details/s%202021%200046>
2. ВАХРУШЕВ, А., СИДОРЕНКО, А., ФЕДОТОВ. А., ШЕСТАКОВ, И. Устройство для получения электропроводящего покрытия в виде металл-углеродной или металлической пленки магнетронным распылением с механической вибрацией подложки. Патент Российской Федерации № 2802044, МКИ6, С23С 14/35, nr. 2022129498. Заяв. 04.07.2022. Оpubл. 22.08.2023 Бюл. №24, 16 p.

### Materiale la saloanele de invenții:

1. The 27th International Exhibition of Inventions “INVENTICA 2023”, Iasi, Romania, 21.06.2023-23.06.2023 <https://www.stiintasitehnica.com/salonul-inventica-2023>

BELOTERCOVSCHII, I.; SIDORENKO, A.; CONDREA, E.; MORARI, R. *Vacuummetru termoelectric*. Brevet de invenție MD 1587 Z 2022.07.31 **Medalie de Aur**

2. Salonul Inovării și Cercetării UGAL INVENT 9-10 Noiembrie 2023  
[https://invent.ugal.ro/2023/Premii-acordate\\_UGAL-INVENT-2023\\_20.11.pdf](https://invent.ugal.ro/2023/Premii-acordate_UGAL-INVENT-2023_20.11.pdf)

Tatiana Guțul, Gleb Colibaba, Dumitru Rusnac, Ashok Vaseashta, Anatolie Sidorenko (Universitatea Tehnică a Moldovei)

Metoda de formare a unei heterostructuri de film  $ZnO/ZnFe_2O_4$ . **Medalie de Aur**

3. Salonul Inovării și Cercetării UGAL INVENT 9-10 Noiembrie 2023  
[https://invent.ugal.ro/2023/Premii-acordate\\_UGAL-INVENT-2023\\_20.11.pdf](https://invent.ugal.ro/2023/Premii-acordate_UGAL-INVENT-2023_20.11.pdf)

BELOTSEKOVSKII Igor, SIDORENKO Anatolie, CONDREA Elena, MORARI Roman (Universitatea Tehnică a Moldovei)

Vacuummetru termostatat combinat. **Medalie de Aur**

## 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.

**Executarea devizului de cheltuieli,  
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2023**

Cifrul proiectului: **20.80009.5007.11**

<b>Cheltuieli, mii lei</b>				
Denumirea codurilor economice	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	2264,2		2264,2
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii (24%)	212100	543,4		543,4
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710	2,1		2,1
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	87,4		87,4
Servicii editorial	222910			
Servicii de cercetări științifice contractate	222930			
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	16,6		16,6
Alte prestații sociale ale angajaților	273900			90,0
Cheltuieli curente neatribuite la alte categorii	281900	9,5		9,5
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110	26,9		26,9
Procurarea combustibilului, carburanților	331110			
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110			
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110	26,5		26,5
Procurarea altor materiale	339110	4,5		4,5
<b>TOTAL</b>		<b>2981,1</b>		<b>3071,1</b>

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

**Prorector U.T.M.**

\_\_\_\_\_ (semnătura)

**dr. hab. Vasile TRONCIU**

\_\_\_\_\_ (numele, prenumele)

**Contabil (economist)**

\_\_\_\_\_ (semnătura)

**Victoria IOVU**

\_\_\_\_\_ (numele, prenumele)

**Conducătorul de proiect**



\_\_\_\_\_ (semnătura)

**Acad. Anatolie SIDORENKO**

\_\_\_\_\_ (numele, prenumele)

Data: \_\_09.01.2024\_\_

LS

## Componența echipei proiectului conform contractului de finanțare 2023

Cifrul proiectului 20.80009.5007.11

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru 2023						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Sidorenko Anatolie	1953	Dr. hab.	1,50	03.01.2023	31.12.2023
2.	Penin Alexandru	1952	Dr. hab.	1,50	03.01.2023	31.12.2023
3.	Condrea Elena	1950	Dr.	1,50	03.01.2023	31.12.2023
4.	Nica Iurie	1951	Dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
5.	Prepeșița Andrei	1979	Dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
6.	Antropov Eugeniu	1986	Dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
7.	Belotercovsci Igori	1960	f-grad	1,25	03.01.2023	31.12.2023
8.	Smăslov Vladimir	1950	f-grad	0,25	03.01.2023	31.12.2023
9.	Boian Vladimir	1985	f-grad	1,25	03.01.2023	31.12.2023
10.	Peatîghina Tamara	1951	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
11.	Caraghenov Daniil	1951	f-grad	1,00	03.01.2023	31.12.2023
12.	Calinicenco Serghei	1981		0,50	03.01.2023	31.12.2023
13.	Șapoval Oleg	1963	Dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
14.	Belenciuc Alexandr	1960	Dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
15.	Fedorov Vladimir	1952	Dr.	0,50	03.01.2023	31.12.2023
16.	Dvornicov Dmitrii	1947	Dr.	0,25	03.01.2023	31.12.2023
17.	Guțul Tatiana	1952	f-grad	1,00	03.01.2023	31.12.2023
18.	Morari Roman	1986	Dr.	0,75	03.01.2023	31.12.2023
19.	Lupu Maria	1988	f-grad	1,00	03.01.2023	31.12.2023
20.	Malcoci Cezar	1995	f-grad	0,25	03.01.2023	31.12.2023
21.	Beleaeva Ekaterina	1998	f-grad	0,50	03.01.2023	31.12.2023
22.	Cojocari Serghei	1998	f-grad	0,25	03.01.2023	31.12.2023
23.	Șibaev Alexandr	1957	f-grad	1,00	03.01.2023	31.12.2023
24.	Coșcodan Elena	1996	f-grad	0,25	03.01.2023	31.12.2023
25.	Sîrbu Andrei	1998	f-grad	0,75	03.01.2023	31.12.2023
26.	Ababii Nicolae	1990	Dr.	0,25	03.01.2023	31.12.2023

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	<b>38,5</b>
--	-------------

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

1.					
2.					

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	38,5
---	------

**Prorector U.T.M.**

\_\_\_\_\_  
(semnătura)

**dr. hab. Vasile TRONCIU**

\_\_\_\_\_  
(numele, prenumele)

**Contabil (economist)**

\_\_\_\_\_  
(semnătura)

**Victoria IOVU**

\_\_\_\_\_  
(numele, prenumele)

**Conducătorul de proiect**



\_\_\_\_\_  
(semnătura)

**Acad. Anatolie SIDORENKO**

\_\_\_\_\_  
(numele, prenumele)

Data: \_\_\_09.01.2024\_\_\_

LS



**INFORMAȚIE SUPLIMENTARĂ**

1. **Nu vor fi examinate** rapoartele incomplete, fără toate semnăturile și parafa instituției și care nu corespund cerințelor de tehnoredactare (pct. 6).
2. Rapoartele anuale privind implementarea proiectelor ce implică activități de cercetare **pe animale** vor fi însoțite de avizul Comitetului de etică național/instituțional în corespundere cu HG nr.318/2019 *privind aprobarea Regulamentului cu privire la organizarea și funcționarea Comitetului național de etică pentru protecția animalelor folosite în scopuri experimentale sau în alte scopuri științifice* ([https://www.legis.md/cautare/getResults?doc\\_id=115171&lang=ro](https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=115171&lang=ro)).
3. Rapoartele anuale privind implementarea proiectelor ce implică activități de cercetare **cu implicarea subiecților umani** vor fi însoțite de avizul Comitetului instituțional de etică a cercetării, în corespundere cu prevederile *Convenției europene pentru protecția drepturilor omului și a demnității ființei umane față de aplicațiile biologiei și medicinei*, adoptată la Oviedo la 04.04.1997, semnată de către RM la 06.05.1997, **ratificată prin Legea nr. 1256-XV din 19.07.2002, în vigoare pentru RM din 01.03.2003**) și a protocoalelor adiționale.
4. **Nu pot fi prezentate informații identice în Rapoartele anuale ale mai multor proiecte.**
5. Se acceptă publicațiile în care expres sunt stipulate datele de identificare ale proiectului (denumire și/sau cifrul).
6. **Cerințe de tehnoredactare a Raportului:**
  - a) Se va exclude textul în culoare roșie din raport, întrucât reprezintă precizări referitor la informația solicitată ( de ex. *denumirea și cifrul, perioada de implementare a proiectului, anul/anii); nume, prenume; etc.*).
  - b) Câmpurile cu mențiunea „*opțional*” se completează dacă sunt rezultate ce se încadrează în activitățile respective. În absența rezultatelor, câmpurile rămân **necompletate (nu se exclud rubricile respective)**.
  - c) Raportul se completează cu caractere TNR – 12 pt, în tabelele referitor la buget și personal – 11 pt; interval 1,15 linii; margini: stânga – 3 cm, dreapta – 1,5 cm, sus/jos – 2 cm.
  - d) **Copertarea se va face după modelul european – spirală.**