

**RECEȚIONAT**

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

\_\_\_\_\_ 2021

**AVIZAT**

Secția AȘM \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2021

**RAPORT ANUAL**

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

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


(FINNAGRO)

20.80009.5007.11

Prioritatea Strategică **5. Competitivitate economică și tehnologii inovative**

Conducătorul proiectului

Sidorenko Anatolie



Directorul organizației

Ghimpu Lidia



Consiliul științific

Bujor Lilia



Chișinău 2021

## 1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs

1. Fabricarea nanostructurilor modelate cu configurația valvă de spin prin metoda de depunere în vid. Studiul fenomenelor de transport cuantic, supraconductibilitate și feromagnetism slab în interfețe bicristalice și fire subțiri de Bi, Sb.
2. Cercetarea procesului de preparare a nanostructurilor tensionate prin descompunere spinodală în soluții solide.
3. Obținerea nanozimelor pe bază de oxid de fier modificat cu un polimer hidrofil și crearea unui nanocompozit pentru detoxifierea solului.

## 2. Obiectivele etapei anuale

1. Nanostructuri supraconductor/ ferromagnet cu configurația valvei de spin. Fenomene de transport cuantic în interfețe bicristalice și fire subțiri de Bi-Sb.
2. Materiale termochromice nanostructurate, utilizate la acoperirile termochromice pe sticlă - eficiente pentru îmbunătățirea transmisiei de lumină și a modulației spectrului solar în infraroșu. Obținerea dovezilor existenței starilor încordate în structuri nanotermochromice. Executare investigațiilor descompunerii spinodale în procesul de creșterea și după pregătirea probelor folosind pentru caracterizarea structurală probelor metode XRD și AFM.
3. Sintezarea nanozimelor multifuncționale pe bază de nanoparticule feromagnetice de oxid de fier cu activitate de peroxidază, catalază și oxidază înaltă destinate detoxifierii solului și apei.

## 3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Se vor fabrica nano-structurile modelate anterior cu componența niobiu-cobalt și / sau niobiu-fier (selectarea cobaltului sau fierului se va efectua în funcție de rezultatul modelării computerizate anterior). Se vor obține informații despre transportul cuantic, supraconductibilitate și magnetism în nanomateriale topologice; particularități structurale ale suprafeței Fermi în cristalite, interfețe; tranziții de fază și proximitatea indusă de stări feromagnetice și supraconductibile.
2. Investigarea descompunerii spinodale în procesul de creștere și după prepararea probelor din sistemul binar de tip  $\text{VTiO}_2$  și  $\text{VSnO}_2$ . Caracterizarea structurală a probelor prin metodele XRD și AFM. Depistarea existenței starilor tensionate în structuri nanotermochromice.
3. Experimente de testare a nanozimelor multifuncționale artificiale obținute. Elaborarea metodei de determinare a activității catalazei a nanocompozitelor. Testarea eficacității nanozimelor obținute la detoxifierea solului.

## 4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Au fost selectate și dezvoltate metodele de dinamică moleculară, care ulterior au fost utilizate la modelarea nanostructurilor funcționale supraconductor/feromagnet. Au fost fabricate nano-structurile modelate cu componența niobiu-cobalt și niobiu-nichel prin metoda depunerii în vacuum. S-a obținut informație despre transportul cuantic, supraconductibilitate și magnetism în nanomateriale topologice; particularități structurale ale suprafeței Fermi în cristalite, interfețe; tranziții de fază și proximitatea indusă de stări feromagnetice și supraconductibile

2. A fost executat studiu sistemului de creșterea la scară nanometrică complexului de sare gemă – perovskit și influența diferitelor relații epitaxiale de stres în filme. b) A fost elaborată o metodă pentru determinarea compoziției unei soluții solide de  $V_{1-x}Ti_xO_2$  folosind analiza XRD. c) A fost efectuată o investigație a stărilor de oxidare a vanadiului în pelicule crescute sub formarea dinamică a amestecului gazos oxigen-argon (0-21% oxigen) în camera de creștere folosind regulatoare de flux de gaz. d) Era îmbunătățită aplicația bazată pe LabView pentru controlul motorului pas cu pas și monitorizarea unității de dozare a seringii.

3. S-au obținut nanozimele pe bază de oxid de fier modificat cu un polimer hidrofил și elaborat un nanocompozit specific pentru detoxificarea solului - NPs  $Fe_3O_4$ /PVP în  $siCoFe_2O_4$ .

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

Etapa 1. a) Au fost dezvoltate metode de dinamică moleculară, care ulterior au fost utilizate la modelarea nanostructurilor funcționale supraconductor/feromagnet (SF) cu destinație în spintronică. Au fost obținute nanostructurile modelate din niobiu-cobalt și niobiu-nichel; au fost studiate proprietățile supraconductoare și magnetice ale acestora. S-a demonstrat că structura nanomaterialului stratificat depinde nu numai de caracteristicile stratului curent, ci și de caracteristicile structurale ale regiunilor adiacente acestuia. În plus, temperatura are un efect important asupra numărului de vecini cei mai apropiați în nanosistem și, prin urmare, asupra structurii și proprietăților acestora. O scădere semnificativă a numărului de coordonare în straturile exterioare ale ultimului nanofilm este asociată cu apariția efectelor de suprafață și a fenomenelor de frontieră în regiune.

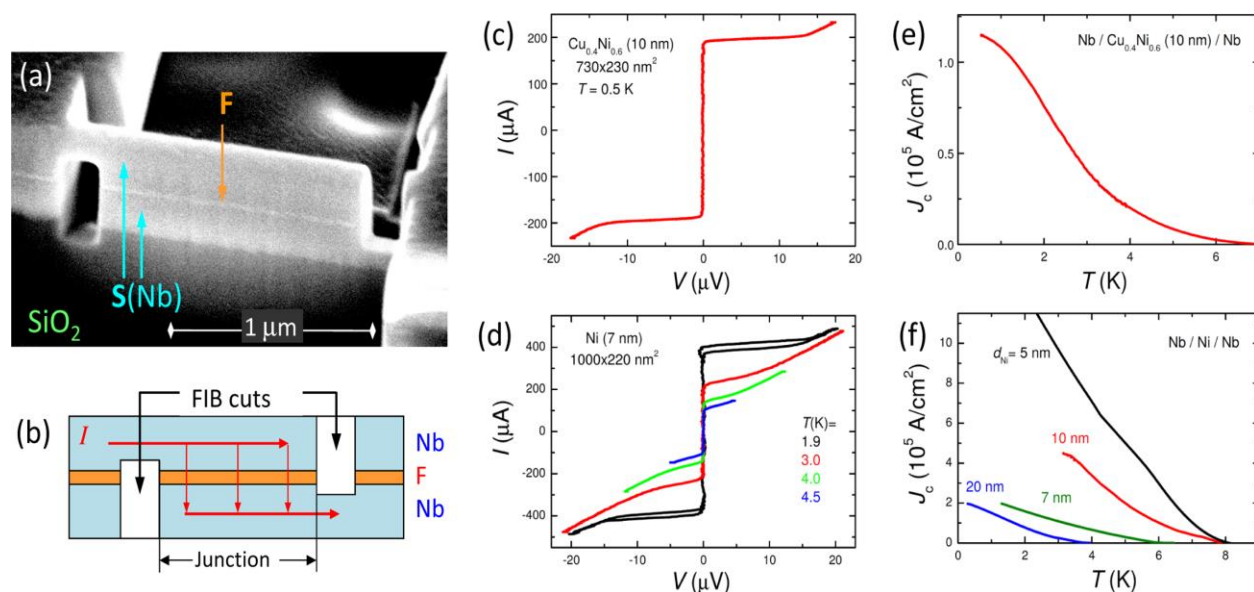


Figura 1(a,b,c,d,f)

S-a detectat un crossover al efectului de proximitate în joncțiuni SFS cu 2 plăci de Nb ca contacte [fig. 1(a,b)] și diferite straturi intermediare pe bază de Ni ca verigă slabă a joncțiunilor Josephson - SFS respective. Sa observat că supracurenții prin Ni pur [fig. 1(d,f)] pot fi mult mai mari decât prin aliajele diluate [fig. 1(c,e)] cu energia de schimb  $E_{\text{ex}}$  mult mai mică. Analiza dependențelor  $J_c(T)$  demonstrează că acest rezultat este cauzat de gradul insuficient de puritate al aliajelor de Ni dezordonate, fapt ce duce la o lungime de coerență scurtă  $\xi_{\text{FI}} \sim 1 \text{ nm}$ . În contrariu, parcursa liberă medie în straturile intermediare de Ni pur poate ușor depăși cu câteva zeci de nm grosimea peliculei, facilitând transportul balistic al perechilor Cooper cu lungimea decăderii la fel de lungă ca în metalele normale ne-magnetice. Fenomenul observat sugerează că joncțiunile SFS cu feromagneți puternici cu o puritate înaltă pot avea avantaje semnificative, în comparație cu aliajele feromagnetice considerate în mod obișnuit slabe, dar cu o puritate joasă. Rezultatele obținute pot fi utilizate, de asemenea, la soluționarea controverselor referitoare la efectul de proximitate la distanță mare la feromagneții puternici, care poate fi detectat aleatoriu. Este evident de accentuat faptul că efectul de proximitate în feromagneți depinde în mod esențial de structura internă a straturilor componente. Condițiile stabilite actual, necesare pentru a realiza o creștere până la 10 ori a curentului critic prin contactele SFS Josephson vor asigura elaborarea unor supape de spin supraconductoare mai eficiente pentru spintronică.

1. b) Au fost studiate fenomenele de transport cuantic la bicristale de înaltă calitate  $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$  ( $0 \leq x \leq 0,2$ ) cu interfețe cristaline (IC) nanometrice, care prezintă simultan supraconductivitate ( $T_c \leq 21\text{K}$ ) și feromagnetism slab. Au fost detectate caracteristici neobișnuite ale transportului cuantic datorită modificărilor topologice ale suprafeței Fermi a straturilor IC, precum și a manifestării unor faze topologice 3D ale materiei. Sa depistat că fluxul fermionilor Dirac este sensibil orientării câmpului magnetic BICs (fig. 2a), dependențele indicelui nivelului Landau  $n$  de poziția maximului oscilațiilor  $B_n^{-1}$  la interfețele de înclinare sunt extrapolate la  $-0,5$ , dacă  $1/B_n \rightarrow 0$ , precum era prevăzut la fermionii Dirac fără masă, în timp ce în unele IC de torsiune cu grad pronunțat de imperfecțiune, stările electronice erau de tip Schrodinger, deoarece  $n$  prelua valori întregi. La concentrații de Sb de  $x \sim 0,04$ , fenomenele termomagnetice în câmp magnetic puternic prezintă un comportament tipic semimetalelor topologice 3D (fig. 2b), în timp ce la bicristale cu  $0,07 \leq x \leq 0,2$  se manifesta fenomene tipice celor ale izolatoarelor topologice 3D.

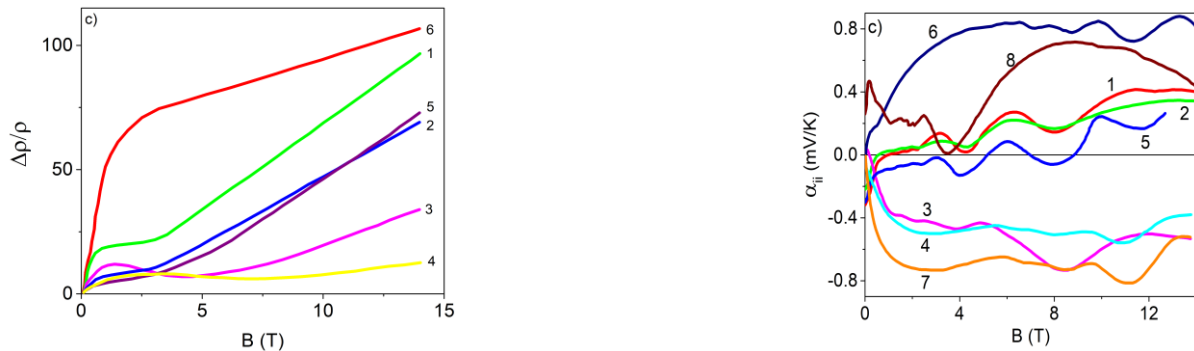


Figura 2(a,b)

1. c) În rezultatul investigațiilor magnetoresistenței (MR) (fig. 3a) și forței termomagnetice (S) a microfiredelor de Bi în câmp magnetic transversal la reversul câmpului magnetic s-a observat apariția asimetriei, definită ca efectul Umkehr (fig. 3b). Studiul complex al magnetoresistenței și forței termomagnetice sub acțiunea deformației uniaxiale (fig. 3a, 3c) a relevat o reorganizare a structurii energetice urmată de Tranziția Topologică Electronică a suprafeței Fermi. S-a constatat diminuarea efectului Umkehr până la dispariția lui completă (fig. 3c) de-a lungul unei axe cristalografice principale în rezultatul modificării anizotropiei suprafeței Fermi la aplicarea deformației direcționate de-a lungul axei microfiredului. Dispariția efectului Umkehr de-a lungul axei cristalografice binare  $C_2$  (fig. 3c) se explică în cadrul teoriei fenomenologice a fenomenelor de transport în semimetale.

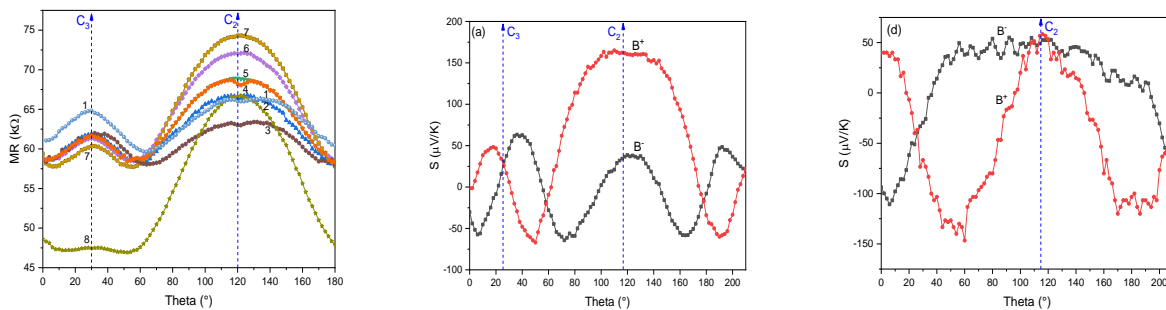


Figura 3(a,b,c)

Etapa 2. a) Au fost investigate sarcinile generale privind comportamentul sistemelor nanostructurate multifazice pe bază de oxizi de metale de tranziție în structura de model  $\text{Pr}_{0.5}\text{Ca}_{1.5}\text{MnO}_4$ . Structura acestui sistem, și anume raportul dintre fazele CaO (sare gemă) și  $(\text{Pr}, \text{Ca})\text{MnO}_3$  (perovskit), poate fi controlată de relațiile de orientare cu substratul de la structurile Ruddlesden-Popper orientate vertical sau orizontal la structurile cu exces de A-cationi (Fig. 4) cu ordonarea complexă a fazelor de sare gemă și perovskite.

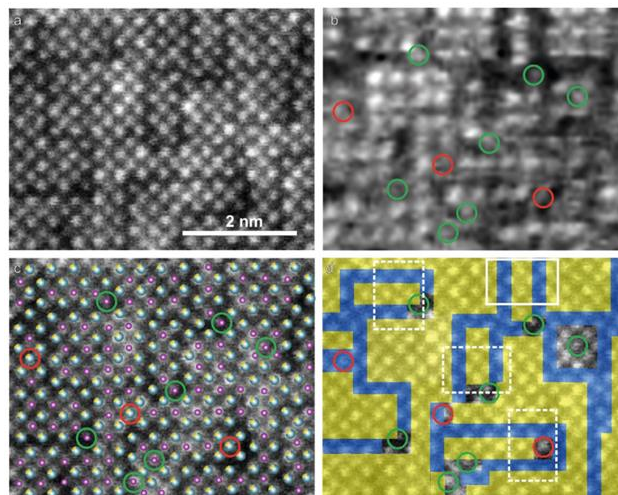


Figura 4.

2. b) Determinarea compoziției soluției solide. A fost depusă o serie de filme policristaline  $\text{V}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_2$  dintr-o soluție organică mixtă care conține precursorii ai ambelor elemente care sunt  $\text{VO}(\text{acac})_2$  și  $\text{Ti}(\text{O}-i\text{-Pr})_2(\text{TMHD})_2$ . Raportul de atomi V/Ti în soluție a fost cuprins între 2 și 0,8. Pentru a explora influența condițiilor de creștere asupra compoziției, o probă a fost depusă la o rată de creștere mai mică. A fost folosită o răcire rapidă a probelor după depunere pentru a preveni procesul de separare a fazelor. Analiza prin difracție de raze X (XRD) a filmelor subțiri de  $\text{V}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_2$  a fost efectuată folosind difractometrul PANalytical X'Pert. Pentru a determina pozițiile vârfurilor pentru calcule ulterioare, a fost făcută aproximația (funcția pseudo Voigt) unelor dintre vârfurile importante. Încercările noastre de a calcula compoziția V/Ti în film presupunând o aproximare liniară a legii lui Vegard pentru soluția solidă nu a avut succes. Compozițiile calculate din diferite poziții ale vârfurilor au fost reciproc contradictorii datorită comportamentului complex al structurii cristaline de rutil în soluția solidă  $\text{V}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_2$  cu conținut în schimbare de Ti (parametrii rețelei a și c se modifică cu x, precum și volumul celulei și raportul a/c). În plus, pentru compoziții apropiate de  $x = 1$  structura se transformă în monoclinică și poate fi descrisă ca o structură rutil distorsionată. Pentru a calcula compoziția corespunzătoare în filmele obținute au fost folosite date cristalografice experimentale (Hiroi, Z. et al. Spinodal Decomposition in the  $\text{TiO}_2\text{-VO}_2$  System. Chem. Mater. 25, 2202–2210 (2013)). Au fost determinate pozițiile vârfurilor (101) din difractograme ale filmelor obținute pe curba calculată. Compozițiile calculate din analiza XRD au coincis cu rezultatele analizei EDX.

2. c) Determinarea stării de oxidare a vanadiului. Au fost depusă o serie de filme de  $\text{VO}_2$  monocristaline pe substraturi de  $\text{TiO}_2(001)$  folosind reglarea conținutului de  $\text{O}_2$  în zona de creștere cu reglatoare precise de flux de masă (de la MKS). Pentru determinarea grosimii filmele obținute au fost investigate prin reflexie cu raze X. Măsurătorile rezistenței cu 4 sonde au fost apoi efectuate folosind Quantum Design PPMS. Modificarea conținutului de  $\text{O}_2$  numai cu 0,2% are ca rezultat o reducere semnificativă a temperaturii de tranziție de la 335 la 326 K. Aceste experimente ilustrează faptul că fluxul de oxigen este cel mai important parametru pentru sinteza de  $\text{VO}_2$  stoichiometrică și determină cerințele pentru controlul  $\text{O}_2$  la nivelul de 0,1%. O creștere suplimentară a conținutului de oxigen

peste 1% duce la formarea de filme mixte de  $V_6O_{13}$  și  $V_2O_5$ . Producerea de filme monofazate cu cea mai mare stare de oxidare  $V_2O_5$  este controlată de rata de creștere și temperatura substratului.

d) Dezvoltarea tehnologiei MAD. A fost îmbunătățită aplicația pe baza LabView pentru controlul unui motor pas cu pas și monitorizarea stării unității de dozare a seringii. Aceasta a dat posibilitatea de a modifica funcționalitatea de bază care include doi parametri de depunere definiți de utilizator: volumul pulverizat și rata de alimentare. Programul verifică eligibilitatea parametrilor utilizatorului și calculează parametrii pentru driverul motorului pas cu pas. Indicatorii arată progresul alimentării cu porțiuni curente de soluție și starea seringii.

**Etapa 3.** Folosind procedeul elaborat (metoda solvotermică complexă), au fost obținute nanozimele pe bază de oxid de fier modificat cu un polimer hidrofil și create nanocompozite pentru detoxificarea solului - NPs  $Fe_3O_4$  /PVP și  $CoFe_2O_4$ . Conform datelor experimentale, se observă că ambele nanocompozite preparate sunt materiale magnetice și posedă o activitate de peroxidază. Prin compararea spectrelor optice de absorbție a magnetitei cu feritul de cobalt în dependență de timp, se observă că  $Fe_3O_4$  acționează cu o viteză mai mare ceea ce demonstrează o activitate peroxidazică mai pronunțată în timp, iar la  $CoFe_2O_4$  rămâne practic constant.

A fost dezvoltată metoda pentru a studia activitatea catalazei nanoparticulelor de magnetit. Procesul de descompunere a peroxidului de hidrogen în prezența –  $Fe_3O_4$  / PEG, adică activitatea catalitică a nanoparticulelor a fost studiată în funcție de timpul reacției, temperatură, concentrația nanoparticulelor și concentrația peroxidului de hidrogen (fig. 5). Oxigenul generat a fost monitorizat cu ajutorul dispozitivului OXYGRAH AD630. În rezultatul cercetărilor a fost efectuată o analiză comparativă a activității peroxidazei soluțiilor efectuată în funcție de concentrația nanocompozitului  $Fe_3O_4$  și concentrația peroxidului de hidrogen ( $H_2O_2$ ). Pe lângă aceasta a mai fost determinată concentrația de peroxid de hidrogen în apa din robinet și apa de ploaie. Rezultatele testelor efectuate sunt prezentate în figura 5a,b.

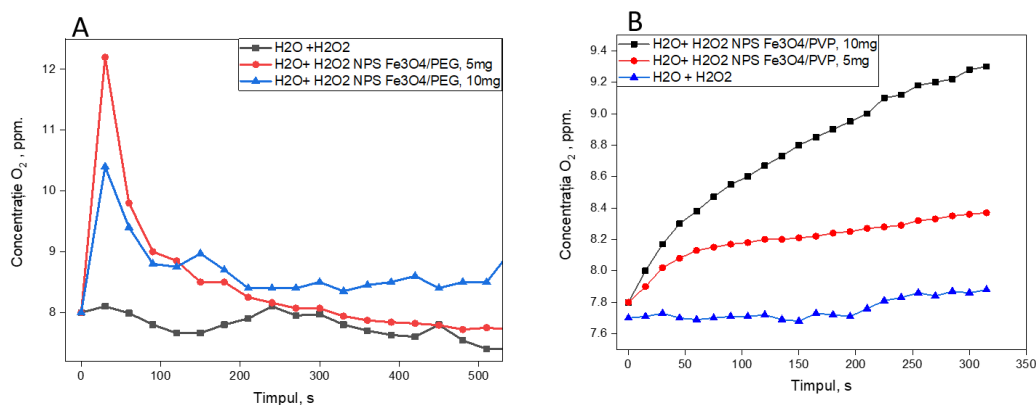


Figura 5. Dependența activității catalazei de timpul și concentrația nanoparticulelor cu diverși stabilizatori: (A) NPs  $Fe_3O_4$  / PEG și (B) NPs  $Fe_3O_4$  / PVP.

Conform datelor experimentale, ambele nanomateriale obținute sunt materiale magnetice și manifestă activitate de catalază. Aceste proprietăți fac posibilă utilizarea lor nu doar pentru detectarea poluanților, dar și la crearea materialelor eficiente pe baza lor pentru detoxifierea solului de poluanții organici persistenti.

## 6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații

### Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice publicate în anul de referință 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**

SIDORENKO, A.S. The 12th International conference on intrinsic Josephson effect and horizons of superconducting spintronics. Abstract book. <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>

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. HOFFMANN - URLAUB, S.; ROSS, U.; HOFFMANN, J.; BELENCHUK, A.; SHAPOVAL, O.; RODDATIS, R.; MA, Q.; KRESSDORF, B.; MOSHNYAGA, V.; JOOSS, C. Ruddlesden-Popper Manganites: Tailoring *c*-Axis Orientation in Epitaxial Ruddlesden–Popper Pr<sub>0.5</sub>Ca<sub>1.5</sub>MnO<sub>4</sub> Films. In: *Advanced Materials Interfaces*. 2021, **8**(7). Online ISSN: 2196-7350. <https://doi.org/10.1002/admi.202002049> (IF: 4.948).
2. KAPRAN, O.M.; MORARI, R.; GOLOD, T.; BORODIANSKYI, E.A.; BOIAN, V.; PREPELITA, A.; KLENOV, N.; SIDORENKO, A.S.; KRASNOV, V.M. In situ transport characterization of magnetic states in Nb/Co superconductor/ferromagnet heterostructures. In: *Beilstein J. Nanotechnol.* 2021, **12**, 913–923. ISSN: 21904286. <https://doi.org/10.3762/bjnano.12.68> (IF: 3.649).
3. KAPRAN, O.M.; GOLOD, T.; IOVAN, A.; SIDORENKO, A. S.; GOLUBOV, A.; KRASNOV, V.M. Crossover between short- and long-range proximity effects in superconductor/ferromagnet/superconductor junctions with Ni-based ferromagnets. In: *Phys.Rev B*. 2021, **103**, 094509. ISSN: 1550-235X (web) DOI:10.1103/PhysRevB.103.094509 (IF: 3.575).
4. KHAYDUKOV, Yu.; LENK, D.; ZDRAVKOV, V.; MORARI, R.; KELLER, T.; SIDORENKO, A.S.; TAGIROV, L.R.; TIDECKS, R.; HORN, S.; KEIMER, B. Chirality of Bloch domain walls in exchange biased CoO/Co bilayer seen by waveguide-enhanced neutron spin-flip scattering. In: *Phys.Rev B*. 2021, [<https://arxiv.org/abs/2107.05059>], *arXiv:2107.05059* (IF: 3.575).



5. FEDOTOV, A.; VAKHRUSHEV, A.; SEVERYUKHINA, O.; SIDORENKO, A.; SAVVA, Yu.; KLENOV, N.; SOLOVIEV, I. Theoretical Basis of Quantum-Mechanical Modeling of Functional Nanostructures. In: *Symmetry*. 2021, **13**, 883. ISSN 2073-8994. <https://doi.org/10.3390/sym13050883> (IF: 2.713).
6. CONDREA, E.; GILEWSKI, A.; AND NICORICI, V. Thermopower peculiarities and Umkehr effect in strained bismuth wires. In: *Physics Letters A* 2021, **409**, 127524, ISSN 0375-9601 <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2021.127524> (IF: 2.657).
7. SIDORENKO, A.; GUTUL, T.; DVORNIKOV, D.; MINE GÜL ŞEKER.; GUTUL, E.; DIMOGLO, A.; VASEASHTA, A. Synthesis of nZVI/PVP nanoparticles for bioremediation applications In: *Bioremediation Journal*. 2021, **25**(2) Print ISSN: 1088-9868 Online ISSN: 1547-6529. <https://doi.org/10.1080/10889868.2021.1911922> (IF: 1.724).
8. SIDORENKO, A.S.; MORARI, R.A.; BOIAN, V.; PREPELITSA, A.A.; ANTROPOV, E.I.; SAVVA, Yu. B.; FEDOTOV, A. Yu.; SEVRYUKHINA, O. Yu.; VAKHRUSHEV, A.V. Hybrid nanostructures superconductor-ferromagnet for superconducting spintronics. In: *Journal of Physics: Conference Series* 2021, **1758** 012037, Online ISSN: 1742-6596. doi:10.1088/1742-6596/1758/1/012037 (IF: 0.55).
9. PENIN, A.A.; SAVVA, Y.B.; SIDORENKO, A.S. Fractionally Quadratic Approximation and Invariant Properties of the Nickel Steel Carpenter 49 Magnetization Curve. In: *Russian Microelectronics*. 2021, **50**(2), p.126–135. <https://doi.org/10.1134/S1063739721020074> (IF: 0.8[РИИЦ])

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

10. PENIN, A.; SIDORENKO, A. Normalized parameters of a magnetoresistive sensor in bridge circuits. In: *Moldavian Journal of the Physical Sciences*. 2021, **20**(1), pp. 94-104. ISSN 2537-6365 (online). DOI: 10.53081/mjps.2021.20-1.05 Cat. B.
11. MUNTYANU, F.; CHISTOL, V.; CONDREA, E.; Atypical topological features of the Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 0.2) nano- width bicrystalline boundaries. *Moldavian Journal of the Physical Sciences*, vol 20, nr. 2, 2021. ISSN 2537-6365. Cat. B. DOI:
12. MUNTYANU, F.; NENKOV, K.; ZALESKI, A.; CONDREA, E.; CHISTOL, V.; Various manifestations of weak magnetism and superconductivity in inclination interfaces of Bi, Sb and Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0.07 ≤ x ≤ 0.2) alloys. *Moldavian Journal of the Physical Sciences*, vol 20, nr. 2, 2021. ISSN 2537-6365 (online). Cat. B. DOI:

## 6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

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

13. RUZHICKIY, V.I.; SOLOVIEV, I.I.; BAKURSKIY, S.V.; KLENOV, N.V.; SIDORENKO, A.S.; KUPRIYANOV, M.Yu.; STOLYAROV, V.S. Modeling of the vortex dynamics in long Josephson junction. In: *14th Workshop on Low Temperature Electronics (WOLTE-14), 12-16 April 2021, Matera, Italy*. Proceedings of " 2021 IEEE 14th Workshop on Low Temperature Electronics (WOLTE), 2021, pp. 1-3, doi: 10.1109/WOLTE49037.2021.9555435...j
14. СИДОРЕНКО, А.С.; ВАХРУШЕВ, А.В.; ПРЕПЕЛИЦА, А.А.; БОЯН, В.; АНТРОПОВ, Е.И.; САВВА, Ю.Б.; КЛЕНОВ, Н.В.; СОЛОВЬЕВ, И.И.; МОРАРЬ, Р.А.; КРАСНОВ, В.М. Наноструктурные сверхпроводниковые базовые элементы искусственных нейронных сетей. Труды международной научно-практической конференции

## 7. Teze ale conferințelor științifice

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

15. SIDORENKO, A.S.; KAPRAN, O.M.; GOLOD, T.; IOVAN, A.; BOIAN, V.; SAVVA, Yu.B.; GOLUBOV, A.A.; KRASNOV, V.M. Crossover in superconductor/ferromagnet/superconductor junctions with Ni based ferromagnets. In: *Proceedings of 3rd Virtual Congress on MATERIALS SCIENCE & ENGINEERING, SEP 27 - OCT 01, 2021*, South Dakota School of Mines and Technology, USA, p.34, <https://www.kongreuzmani.com/3-virtual-congress-on-materials-science-and-engineering-materials-info-2021.html>
16. SIDORENKO, A.; MORARI, R.; KHAYDUKOV, Yu.; KELLER, T.; KEIMER, B. Method for tuning the non-collinearity of remanent magnetic structures. In: *The 25<sup>th</sup> International Exhibition of inventions. Inventica 2021, Iași – România, 23<sup>rd</sup> – 25<sup>th</sup> of June 2021*, ISSN:1844-7880, <https://ini.tuiasi.ro/exhibition/wp-content/uploads/sites/5/2021/06/Volum%20postere%20INVENTICA%202021.pdf> p.322.
17. SIDORENKO, A.S.; MORARI, R.A.; BOIAN, V.; PREPELITSA, A.A.; ANTROPOV, E.I.; SAVVA, Yu.B.; FEDOTOV, A.Yu.; SEVRYUKHINA, O.Yu.; VAKHRUSHEV, A.V.. Hybrid nanostructures superconductor-ferromagnet for superconducting spintronics. In: *Proceedings of 2nd Virtual Congress on Materials Science & Engineering Theme: Outlining the Importance of Materials Science for a Better Future, March 29 - 31, 2021*, University of Salerno, Italy, p.23. <https://materialsinfo.mindauthors.com/march-2021/> (Certificate attached)
18. MUNTYANU, F.; CHISTOL, V.; CONDREA, E.; Unusual electronic properties of the BiSb nano- width bicrystal interfaces. *International Semiconductor Conference CAS-21*, virtual event, October 6-8, 2021, Bucharest, Romania [Nanoscience & Nanoengineering 4 - Posters](#), paper ID: 9005.
19. SIDORENKO\*, A.; MORARI\*, R.; KHAYDUKOV\*\*, Yu.; KELLER\*\*, T.; KEIMER\*\*, B. *Method for tuning the non-collinearity of remanent magnetic structures.* (\*Institute of Electronic Engineering and Nanotechnologies, Chisinau, Moldova; \*\*Max Planck Institute, Stuttgart, Germany) In: *The 25<sup>th</sup> International Exhibition of inventions. Inventica 2021, Iași – România, 23<sup>rd</sup> – 25<sup>th</sup> of June 2021*, ISSN:1844-7880, <https://ini.tuiasi.ro/exhibition/wp-content/uploads/sites/5/2021/06/Volum%20INVENTICA%202021.pdf> p.315.
20. ZASAVITSKY, E. A.; KARAGENOV, D. I.; SIDORENKO, A. S. Stand for testing rockets on solid fuel generating ice-forming nuclei. In: *The 25<sup>th</sup> International Exhibition of inventions. Inventica 2021, Iași – România, 23<sup>rd</sup> – 25<sup>th</sup> of June 2021*, ISSN:1844-7880, <https://ini.tuiasi.ro/exhibition/wp-content/uploads/sites/5/2021/06/Volum%20INVENTICA%202021.pdf> p.316.
21. BELOTSEKOVSKII, I.; SIDORENKO, A.; CONDREA, E.; SMYSLOV, V. Deformation vacuum gauge. In: *The 25<sup>th</sup> International Exhibition of inventions. Inventica 2021, Iași – România, 23<sup>rd</sup> – 25<sup>th</sup> of June 2021*, ISSN:1844-7880, <https://ini.tuiasi.ro/exhibition/wp-content/uploads/sites/5/2021/06/Volum%20postere%20INVENTICA%202021.pdf> p.319.

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

22. KHAYDUKOV, Yu.; LENK, D.; ZDRAVKOV, V.; MORARI, R.; KELLER, T.; SIDORENKO, A.S.; TAGIROV, L.R.; TIDECKS, R.; HORN, S.; KEIMER, B. Chirality of

- Bloch domain walls in exchange biased CoO/Co bilayer seen by waveguide-enhanced neutron spin-flip scattering. In: *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p. 46. <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
23. MUNTYANU, F.; CHISTOL, V.; CONDREA, E.; SIDORENKO, A. Topological features of quantum magnetotransport in Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 0.2) bicrystals. In: *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p. 58, <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
  24. MUNTYANU, F.; CONDREA, E.; CHISTOL, V. Magnetotransport features induced by Dirac electrons behavior and quantum phases transitions at the Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 0.2) interfaces, Technical programme of International Online Conference on Nano Materials (ICN 2021) Mahatma Gandhi University, P.D Hills P.O, Kottayam Kerala, India, p.106
  25. CONDREA, E.; MUNTYANU, F.; GILEWSKI, A.; Magnethotermopower features in bismuth wires at 80K, The 12<sup>th</sup> International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of Superconducting Spintronics, Conference Abstract Book, 22-25 September 2021, Chisinau, Moldova, p. 64, <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
  26. MUNTYANU, F.; GILEWSKI, A.; NENKOV, K.; ZALESKI, A. J. ; CHISTOL, V. Superconductivity, weak magnetism, and quantum transport of Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0.07 ≤ x ≤ 0.2) crystallite structures with nano-width interfaces and at increased degree of imperfection, 5<sup>th</sup> International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, November 3-5, 2021, Chisinau, Moldova, Abstract Book.
  27. NICA, Yu.N.; POGORELISCHII, L.B.; ZAVRAJNY, S.N.; SIDORENKO, A.S. Influenta radiatiei ultraviolete bactericide asupra componentelor structurale ale genomului virusului SARS – COV – 2. *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p.76, <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
  28. SEVERYUKHINA, O.Yu.; FEDOTOV, A.Yu.; SALAMATINA, Yu.; VAKHRUSHEV, A.V.; SIDORENKO, A.S. Modeling of superconducting spin valve magnetic properties. In: *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p. 60, <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
  29. SIDORENKO, A.S.; GUTSUL, T.D.; COSCODAN, E.G. Synthesis of nZVI /PVP nanoparticles for bio – applications. In: *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p.82, <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
  30. SIDORENKO, A.; MORARI, R.; BOIAN, V.; ANTROPOV, E.; PREPELITSA, A.; SAVVA, Yu.; KLENOV, N.; SOLOVIEV, I.; VAKHRUSHEV, A. Nanostructures Superconductor/Ferromagnet for Superconducting Spintronics. In: *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p. 43, <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
  31. SIRBU, A.A.; NIRCA, D.S.; GUTUL, T.D.; FEDOROV, V.M.; SIDORENKO, A.S.. Colorimetric biosensor based on ZnO / ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> heterostructures. In: *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p. 68. <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>

32. SUVOROV, S.V.; VAKHRUSHEV, A.V.; SIDORENKO, A.S. Modeling of cluster ion beams implantation into a metal substrate. In: *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p. 67, <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
33. ZASAVITSKY, E.A.; KARAGENOV, D.I.; SIDORENKO, A.S. Study of a new generation of rockets for active influence on clouds. In: *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p.83. <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
34. ZASAVITSKY, E.A.; POTAPOV, E.I.; SIDORENKO, A.S. Environmental aspects of long-term hail-suppression activities in Moldova. In: *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p.84, <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
35. BOIAN, V.I. Preparation and investigation of the Nb/PtNi/Nb JOSEPHSON junction. *Proceedings of The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021*, Chisinau, Moldova, p.54. <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
36. GUTUL T.D., COSCODAN E.G., SÎRBU A.A., NIRCA D,S. Peroxidase- Like of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PVP Nanocompozite in Hydrogen Peroxide Detection. *The 12th International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22 - 25 September 2021*, Chisinau, Moldova. Abstract Book, P.65 <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>
37. FEDOROV V.M., GUTUL T.D., BELOTSERKOVSKII I.I., COSCODAN E.G., and LUPU M.C., Long-term pollution of the reut river basin with historic-use pesticides DDT, DDT METABOLITES (DDE, DDD), and HCHS. International virtual conference “Marine ecosystems: research and innovations” October 27-29, 2021, Ukraine, Odessa, p.26.

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

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

#### ***Hotărâri pozitive 2021***

38. 1. SIBAEV, A.; SIBAEV, I. *Metoda de stimulare a creșterii ciupercilor pleurotus*. Cerere de brevet de scurtă durată. s 2019 0122, din 2019.12.09. HOTĂRÂREA nr. 9735 din 2021.03.03.

#### ***Cereri de brevet 2021***

39. 1. DAȚKO, T.; ZELENȚOV, V.; DVORNIKOV, D;. SAINSUS, Iu. *Procedeu de obtinere a fotocatalizatorului hibrid pe baza de TiO<sub>2</sub> nanocristalin si diatomit prin electroliza*. Cerere de brevet de scurtă durată. №2207 din 2021.05.31.
40. 2. PENIN, A.; SIDORENKO, A. *Metodă de măsurare a puterii câmpului magnetic constant cu senzorul magnetoelectric cu o caracteristică inițială neliniară*. Cerere de brevet de scurtă durată. s 2021 0009 din 2021.02.19.
41. 3. PENIN, A.; SIDORENKO, A. *Metodă de transmitere a semnalelor senzorului rezistiv pe linia de comunicație cu două fire cu o rețea neurală*. Cerere de brevet de scurtă durată. s 2021 0026 din 2021.04.09.

42. 4. ZASAVITCHI, E.; CARAGHENOV, D.; SIDORENKO, A. *Stand pentru testarea rachetelor pe combustibil solid care formează gheață*. Cerere de brevet de scurtă durată. s 2021 2180 din 17.03.2021.

**Expozitii:**

43. BELOTSEKOVSKII, I.; SIDORENKO, A.; CONDREA, E.; MORARI, R. *Thermoelectric vacuum gauge*. European Exhibition of Creativity and Innovation “EUROINVENT-2021” (21-22 mai, IASI, Romania). Diploma of Excellence.
44. BELOTSEKOVSKII, I.; SIDORENKO, A.; CONDREA, E.; SMYSLOV, V. *Deformation vacuum gauge*. The 25<sup>th</sup> International Exhibition of Inventions “INVENTICA-2021”, (23-25 iunie, IASI, Romania). Medalie de argint.
45. SIDORENKO\*, A.; MORARI\*, R.; KHAYDUKOV\*\*, Yu.; KELLER\*\*, T.; KEIMER\*\*, B. *Method for tuning the non-collinearity of remanent magnetic structures*. (\*Institute of Electronic Engineering and Nanotechnologies, Chisinau, Moldova; \*\*Max Planck Institute, Stuttgart, Germany) The 25<sup>th</sup> International Exhibition of Inventions “INVENTICA-2021”, (23-25 iunie, IASI, Romania). Medalie de argint.
46. ZASAVITSKY, E.A.; KARAGENOV, D.I; SIDORENKO, A.S.. *Stand for testing rockets on solid fuel generating ice-forming nuclei*. The 25<sup>th</sup> International Exhibition of Inventions “INVENTICA-2021”, (23-25 iunie, IASI, Romania). Diploma of Excellence.

**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

**Teze de licență:**

1. Malcoci Cezari-Casian - Modelarea și depunerea nanostructuri stratificat supraconductor/feromagnet pentru spintronică supraconductoare.
2. Sîrbu Andrei – Biosenzor colorimetric bazat pe heterostructura ZnO / ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.
3. Nirca Diana – Aplicarea nanoparticulelor Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> pentru determinarea peroxidului de hidrogen prin metoda colorimetrică.

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

În procesul de realizare a etapei actuale a proiectului au fost înregistrate unele rezultate științifice noi, care concomitent cu valoarea științifică generală, vor avea o rezonanță socială importantă, vor contribui la prestigiul științei academice din Republica Moldova pe plan internațional, fiind publicate în reviste cu IF înalt și prezentate la foruri internaționale. Se vor deschide noi oportunități la elaborarea proiectelor internaționale.

Cunoașterea proceselor fizice de formare a nanoparticulelor este importantă la soluționarea problemelor legate de mediul ambiant, inclusiv de atmosferă, de dezvoltarea unor tehnologii neconvenționale energetice. Explorarea caracteristicilor materialelor elaborate deschide posibilități noi în tehnologia materialelor cu proprietăți funcționale unice, ce pot avea aplicații în diferite

domenii ale științei și economiei, de exemplu, utilizarea pe scară largă a enzimelor artificiale create - nanozime - pentru complexul agroindustrial.

## **8. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului**

Instalația de depunere magnetron ajustată conform modelării computerizate.

Echipament de refrigerare cu ciclu închis în intervalul 4.2-300 K, destinat studiului fenomenelor de transport și al supraconductibilității, disponibil în Institutul de Inginerie Electronica și Nanotehnologii „D. Ghitu”. Instalații de depunere în vid (MBE, MOCVD, evaporare termică), instalația de depunerea compușilor metalorganici pe sticlă prin metoda aerosol (MAD). Echipament pentru obținerea nanoparticulelor pe baza de fier și alte metale; instalația de testarea compozițiilor pirotehnice folosite pentru combaterea grindinei și provocarea precipitațiilor artificiale; rețea de calculatoare conectată la internet.

Caracterizarea morfologică și structurală detaliată s-a efectuat prin metodele SEM, TEM, HRTEM, RHEED, RBS, difracție cu raze X și SQUID, beneficiind de asistența centrelor din străinătate (Germania, Suedia, Olanda) în cadrul programului HORIZON-2020. Utilajul de gravare peliculelor subțiri cu plasmă „Oxford Plasmalab 100” și ”Focusing Ion Beam lithography” (FIB), (Universitatea din Stockholm, Suedia).

Difractometru PANalytical X’Pert și AFM Park System (Laboratorul de fizică a semiconductoarelor și dispozitivelor și Centrul de Cercetare CaRISMA), Universitatea de Stat din Moldova.

## **9. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului**

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. Universitatea Tehnică din Moldova, Departamentul MIB.

## **10. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului**

Institutul de Fizică a Materialelor din Uni-Goettingen, Germania.

Institutul de Materiale Nanostructurate al CNR-Bologna, Italia.

Universitatea TWENTE, Olanda.

Universitatea Stockholm, Suedia.

Universitatea de Stat I.S.Turgenev, Orel, Rusia.

## **11. Dificultățile în realizarea proiectului**

Financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.

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).

## 12. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor, reflectate în p. 6)

### ➤ Manifestări științifice internaționale (în străinătate)

SIDORENKO A.S., Acad. - SPINTECH Summer School “Brain-like Artificial Neural Network: Superconducting Spintronic’s Alternative” - organizatori: IEEN Chisinau, Moldova, Uni-TWENTE, Enschede, Netherlands, 27-28 Mai 2021, Stockholm, Sweden - Advanced methods of nanostructures fabrication for spintronics – oral .

SIDORENKO A.S., Acad. - SPINTECH Training Workshop “Advanced methods of nanostructures characterization”, organizatori: Prof. Dr. Alexander A. Golubov, Faculty of Science and Technology and MESA<sup>+</sup> Institute of Nanotechnology, University of Twente 7500 AE Enschede, The Netherlands - 12-13 July 2021, University of Twente, the Netherlands - “ Goals and achievements of the EU project SPINTECH” - oral.

SIDORENKO A.S., Acad. Conferinta internationala "1st Lekantara Annual Conference on Natural Science and Environment (LeNS)", 30 Octombrie 2021, Trisakti University, Jakarta, Indonesia - ADVANCED TECHNOLOGY of ACTIVE INFLUENCE on HAIL PROCESSES for SECURITY of FOOD PRODUCTION oral.

MUNTYANU, F.; CHISTOL, V.; CONDREA, E.; Unusual electronic properties of the BiSb nano-width bicrystal interfaces. International Semiconductor Conference CAS-21, virtual event, October 6-8, 2021, Bucharest, Romania [Nanoscience & Nanoengineering 4 - Posters \(Poster\)](#), paper ID: 9005.  
MUNTYANU, F.; CONDREA, E.; CHISTOL, V. Magnetotransport features induced by Dirac electrons behavior and quantum phases transitions at the Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 0.2) interfaces, Technical programme of International Online Conference on Nano Materials (ICN 2021). Mahatma Gandhi University, P.D Hills P.O, Kottayam Kerala, India, poster, p.106

### ➤ Manifestări științifice internaționale (în Republica Moldova):

The 12th International Conference on Intrinsic Josephson effect and Horizons of Superconducting Spintronics, 22-25 September 2021, Chisinau, Moldova. <https://nanotech.md/en/page/89/spintech-nano-2021>

### ➤ Manifestări științifice naționale

Sidorenko A.S. - Seminar Republican Societatii Fizicienilor Moldovei (SFM). Organizatorii: Prof. Anatolie Sidorenko, IEEN Chisinau, Moldova, 19 Aprilie 2021, Chisinau, Moldova - «Quo Vadis? Этика научного поиска - искусственные нейрональные сети».

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

BELOTSEKOVSKII, I.; SIDORENKO, A.; CONDREA, E.; SMYSLOV, V. *Deformation vacuum gauge..* The 25<sup>th</sup> International Exhibition of Inventions “INVENTICA-2021”, (23-25 iunie, IASI, Romania). Medalie de argint.

SIDORENKO\*, A.; MORARI\*, R.; KHAYDUKOV\*\*, Yu.; KELLER\*\*, T.; KEIMER\*\*, B. *Method for tuning the non-collinearity of remanent magnetic structures.* (\*Institute of Electronic Engineering and Nanotechnologies, Chisinau, Moldova; \*\*Max Planck Institute,

Stuttgart, Germany) The 25<sup>th</sup> International Exhibition of Inventions “INVENTICA-2021”, (23-25 iunie, IASI, Romania). Medalie de argint.

#### **14. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media**

- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

Sidorenko Anatolie / emisiunea ”Știința și inovare” la ”Moldova-1” din 17 Octombrie 2021 / perespective Științei în Moldova, link:

<https://trm.md/ro/stiinta-si-inovare/stiinta-si-inovare-emisiune-din-17-octombrie-2021>

- Articole de popularizare a științei

Sidorenko Anatolie – interviul in revista „Moldavskie Vedomosti” din 15 Octombrie 2021 cu titlu: «Все компьютеры мира греют Землю, тратя все, что горит», Link:

<http://www.vedomosti.md/news/vse-kompyutery-mira-greyut-zemlyu-tratya-vse-chno-gorit>

#### **15. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2021 de membrii echipei proiectului**

##### **16. Materializarea rezultatelor obținute în proiect**

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

##### **17. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2021**

- Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor
  1. Sidorenko A. S. - The 12th International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of Superconducting Spintronics - 22-25 September 2021, Chisinau, Moldova - Director of the conference and Member of organizing committee.
  2. Sidorenko A. — SPINTECH Summer School „Brain-like Artificial Neural Network: Superconducting Spintronic’s Alternative” - 27-28 Mai 2021, Stockholm, Sweden - Member of organizing committee.
  3. Antropov E. - The 12th International Conference on Intrinsic Josephson Effect and Horizons of Superconducting Spintronics - 22-25 September 2021, Chisinau, Moldova - Scientific secretary of the conference.
  4. Sidorenko, A. - The 5th International conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering - November 3-5, 2021, Chisinau, Republic of Moldova – Member of the International Program Committee.
  5. Sidorenko A. S. – președinte al consiliului științific de susținere a tezei de doctor în șt. f-m. Prisăcaru Andrian , 03 Septembrie 2021.
  6. Condrea Elena – secretar științific al consiliului științific de susținere a tezei de doctor în șt. f-m. Prisăcaru Andrian , 03 Septembrie 2021.

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



(Opțional)

1. Sidorenko A.S. - Editor al revistei Moldavian Journal of the Physical Sciences
2. Sidorenko A. S.- Beilstein Journal of Nanotechnology - recenzent oficial. [www.bjnano.org](http://www.bjnano.org) ISSN 2190-4286.
3. Sidorenko A.S.- Crystals - recenzent oficial. <https://doi.org/10.3390/cryst11060707>
4. Sidorenko A.S.- membru al consiliului de redacție «Электроника», Москва, Россия (ISSN 1561 – 5405 DOI: 10.24151/1561-5405)
5. Condrea Elena - membru al consiliului de redacție al revistei Moldavian Journal of the Physical Sciences
6. Munteanu F.M. - membru al consiliului de redacție al revistei Moldavian Journal of the Physical Sciences

18. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect

1. a) În rezultatul cercetărilor nanostructurilor funcționale supraconductor/feromagnet s-au determinat condițiile necesare pentru a realiza o creștere până la 10 ori a curentului critic prin contactele SFS Josephson, care ar asigura elaborarea unor supape de spin supraconductoare eficiente pentru spintronică. S-a detectat un crossover al efectului de proximitate în joncțiuni SFS cu 2 plăci de Nb ca contacte și diferite straturi intermediare pe bază de Ni ca verigă slabă a joncțiunilor SFS Josephson respective. Supra-curenții ( $J_c$ ), detectați prin stratul de Ni pur, sunt mult mai mari decât prin aliajele diluate cu energia de schimb  $E_{ex}$  mult mai mică. Analiza dependențelor  $J_c(T)$  demonstrează că acest rezultat este cauzat de gradul insuficient de puritate al aliajelor de Ni dezordonate, fapt ce duce la o lungime de coerență mică. În contrariu, parcursa liberă medie în straturile intermediare de Ni pur poate ușor depăși cu câteva zeci de nm grosimea peliculei, facilitând transportul balistic al perechilor Cooper cu lungimea decăderii la fel de lungă ca în metalele normale nemagnetice. S-a evidențiat faptul că efectul de proximitate în feromagneți depinde în mod esențial de structura internă a straturilor componente.

b) În procesul studiului fenomenelor de transport cuantic la interfețe cristaline (IC) în bicristalele Bi - Sb, care prezintă simultan supraconductivitate și feromagnetism slab au fost detectate manifestări a unor faze topologice 3D ale materiei datorită modificărilor topologice ale suprafeței Fermi în straturile IC. La concentrații de Sb de  $x \sim 0,04$ , fenomenele termomagnetice în câmp magnetic puternic prezintă un comportament tipic semimetalelor topologice 3D, în timp ce la bicristale cu  $0,07 \leq x \leq 0,2$  se manifesta fenomene tipice izolatorilor topologici 3D.

c) În rezultatul investigației magnetoresistenței și forței termomagnetice a microfibrelelor de Bi în câmp magnetic transversal la reversul câmpului magnetic s-a observat apariția asimetriei, definită ca efectul Umkher. Studiul complex al forței termomagnetice sub acțiunea deformației uniaxiale a relevat o reorganizare a structurii energetice urmată de Tranziția Topologică Electronică a suprafeței Fermi. S-a constatat diminuarea efectului Umkehr în rezultatul modificării anizotropiei suprafeței Fermi la deformație. Dispariția completă a efectului Umkehr de-a lungul axei cristalografice binare  $C_2$  se explică în cadrul teoriei fenomenologice a fenomenelor de transport în semimetale.

2. Prin metoda depunerii metalo-organice (MAD) au fost obținute filme de oxizi de vanadiu, filme de soluție solidă de  $V_{1-x}Ti_xO_2$ , filme complexe de sare gemă – sistem perovskit de  $Pr_{0,5}Ca_{1,5}MnO_4$  cu destinația utilizării lor ca acoperiri termocromice. A fost elaborată metoda pentru determinarea compoziției soluțiilor solide de  $V_{1-x}Ti_xO_2$  folosind analiza XRD. A fost investigat procesul de oxidare a componentei funcționale de bază a învelișului termocromic - vanadiul în pelicule crescute sub formarea dinamică a amestecului gazos oxigen-argon (0-21% oxigen) în camera de creștere folosind reglatoare de flux de gaz. Un exces suplimentar al

conținutului de oxigen duce la formarea de filme mixte de  $V_6O_{13}$  și  $V_2O_5$ . Producerea de filme monofazate cu cea mai înaltă stare de oxidare  $V_2O_5$  este controlată de rata de creștere și temperatura substratului. A fost perfecționată aplicația pe baza LabView pentru controlul și monitorizarea unităților de dozare a fluxului de gaz.

3. În baza nanozimelor obținute pe bază de oxid de fier modificat cu un polimer hidrofil au fost create nanocompozite pentru detoxifierea solului - NPs  $Fe_3O_4$  /PVP și  $CoFe_2O_4$ . Conform datelor experimentale, se observă că ambele nanocompozite preparate sunt materiale magnetice și posedă o activitate înaltă de peroxidază. Prin compararea spectrelor optice de absorbție a magnetitei cu feritului de cobalt în dependență de timp, se observă că  $Fe_3O_4$  acționează cu o viteză mai mare ceea ce demonstrează o activitate peroxidică pronunțată în timp. Aceste proprietăți asigură utilizarea lor nu doar la detectarea poluanților, dar și la crearea materialelor eficiente pentru detoxifierea solului de poluanții organici persistenți.

1 a) As a result of the research of the functional superconductor / ferromagnet nanostructures, the necessary conditions were determined to achieve an increase of up to 10 times the critical current through the SFS Josephson contacts, which would ensure the development of efficient superconducting spin valves for spintronics. A crossover of the proximity effect was detected in SFS junctions with 2 Nb plates as contacts and different Ni-based intermediate layers as a weak link of the that Josephson SFS junctions. The supercurrents ( $J_c$ ), detected in the pure Ni layer, are much higher than through diluted alloys with much smaller exchange energy  $E_{ex}$ . The analysis of the  $J_c$  (T) dependencies demonstrates that this result is caused by the dirtiness of the disordered Ni alloys, leading to a short coherence length. To the contrary, the mean-free path in pure Ni interlayers can easily exceed the film thickness up to several tens of nm, facilitating ballistic Cooper pair transport with the decay length as long as in nonmagnetic normal metals. It has been shown that the proximity effect in ferromagnets depends essentially on the internal structure of the component layers.

b) In the process of studying the quantum transposition phenomena at crystalline interfaces (IC) in the Bi - Sb bicrystals, which simultaneously show superconductivity and weak ferromagnetism, manifestations of 3D topological phases of matter were detected due to topological changes of the Fermi surface in the IC layers. At Sb concentrations of  $x \sim 0.04$ , the thermomagnetic phenomena in strong magnetic field present a behavior typical of 3D topological semimetals, while at bicrystals with  $0.07 \leq x \leq 0.2$  there are typical phenomena of 3D topological insulators.

c) As a result of the investigation of the magnetoresistance and magnetothermopower of Bi microwires in the transverse magnetic field at the reverse of the magnetic field the appearance of asymmetry in the magnetothermopower was observed, defined as the Umkehr effect. The complex study of the magnetothermopower under the uniaxial deformation revealed a reorganization of the energetic structure followed by the Electronic Topological Transition of the Fermi surface. The diminution of the Umkehr effect was found as a result of changes in the anisotropy of the Fermi surface under deformation. The complete disappearance of the Umkehr effect along the binary crystallographic axis  $C_2$  is explained in the phenomenological theory of transport phenomena in semimetals.

2. By the method of metal-organic deposition (MAD) were obtained films of vanadium oxides, films of solid solution of  $V_{1-x}Ti_xO_2$ , complex films of gem salt - perovskite system of  $Pr_{0.5}Ca_{1.5}MnO_4$  for their use as thermochromic coatings. The method for determining the composition of solid  $V_{1-x}Ti_xO_2$  solutions using XRD analysis was developed. The oxidation process of the basic functional component of the thermochromic coating - vanadium in films grown under the dynamic formation of the oxygen-argon gas mixture (0-21% oxygen) in the growth chamber using gas flow regulators was investigated. An additional excess of oxygen

content leads to the formation of mixed films of V6O13 and V2O5. The production of single-phase films with the highest oxidation state V2O5 is controlled by the growth rate and temperature of the substrate. The LabView-based application for controlling and monitoring gas flow dosing units has been improved.

3. Based on nanosymes obtained from iron oxide modified with a hydrophilic polymer, nanocomposites were created for soil detoxification - NPs Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> / PVP and CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. According to the experimental data, it is observed that both prepared nanocomposites are magnetic materials and possess a high peroxidase activity. By comparing the optical absorption spectra of magnetite with cobalt ferrite over time, it is observed that Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> acts at a higher speed which demonstrates a pronounced peroxidase activity over time. These properties ensure their use not only in the detection of pollutants, but also in the creation of effective materials for detoxifying the soil from persistent organic pollutants.

## 19. Recomandări, propuneri

Conducătorul de proiect



\_(Sidorenko Anatolie)

Data: \_09.11.2021\_\_

LȘ

Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare

Cifrul proiectului: 20.80009.5007.11

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	1789,2		1789,2
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii	212100	518,8	-2,5	516,3
Prime de asigurare obligatorie de asistenta medicală achitate de angajator și angajați pe teritoriul țării	212210		2,5	2,5
Deplasări în interes de serviciu în interiorul țării	22710	6,8		6,8
Deplasări în interes de serviciu peste hotare	222720	34,4	6,0	40,4
Servicii de cercetări științifice	222930	30,5	-11,0	19,5
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	3,8	22,7	26,5
Indemnizații pentru incapacitatea temporară de muncă achitate din mijl. financiare ale angaj.	273500	2,5		2,5
Procurarea activelor nemateriale	317110	2,5		2,5
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice și științifice	335110	28,0	-20,2	7,8
Procurarea materialelor de uz gospodăresc și rechizitelor de birou	336110	5,1	1,5	6,6
Procurarea accesoriilor de pat, îmbrăcăminte, încălțăminte	338110	1,0	1,0	2,0
<b>Total</b>		<b>2422,6</b>		<b>2422,6</b>

Conducătorul organizației *D. Chereș*Contabil șef *Haut*Conducătorul de proiect *A*

Data: \_\_\_\_\_



**Componența echipei proiectului**  
**“Nanostructuri și nanomateriale funcționale pentru industrie și agricultură”**

**Cifrul proiectului 20.80009.5007.11**

<b>Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)</b>						
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume (conform contractului de finanțare)</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>	<b>Data eliberării</b>
1.	Sidorenko Anatolie	1953	acad	1	03.01.2020	
2.	Muntean Feodor	1942	dr.hab.	0,5	03.01.2020	
3.	Muntean Feodor	1942	dr.hab	Cumul 0,5	04.01.2021	
4.	Penin Alexandru	1952	dr.hab	1	03.01.2020	
5.	Condrea Elena	1950	dr.	1	03.01.2020	
6.	Condrea Elena	1950	dr.	Cumul 0,25	04.01.2021	
7.	Nica Iurii	1951	dr.	0,5	03.01.2020	
8.	Morari Roman	1986	dr.	1	03.01.2020	suspendat
9.	Iacuin Anton	1987		0,5	03.01.2020	suspendat
10.	Prepelița Andrei	1979	dr.	0,5	03.01.2020	
11.	Antropov Evghenii	1986	dr.	0,5	03.01.2020	
12.	Belotercovschii Igor	1960		1	03.01.2020	
13.	Smîslov Vladimir	1950		0,5	03.01.2020	
14.	Boian Vladimir	1985		1	03.01.2020	
15.	Caraghenov Daniil	1951		1	03.01.2020	
16.	Zasavițchi Efim	1958	dr.	1	03.01.2020	
17.	Șapoval Oleg	1963	dr.	1	03.01.2020	
18.	Belenciuc Alexandru	1960	dr.	1	03.01.2020	
19.	Fedorov Vladimir	1952	dr.	0,75	03.01.2020	
20.	Dvornikov Dmitri	1947	dr.	0,5	03.01.2020	
21.	Guțul Tatiana	1952		1	03.01.2020	
22.	Dimitriu Valeriu	1957		0,25	03.01.2020	
23.	Lupu Maria	1988		0,5	03.01.2020	
24.	Malcoci Cezar-Casian	1998		0,25	03.01.2020	
25.	Ceban Igor	1997		0,25	03.01.2020	01.06.2021
26.	Șibaev Alexandr	1957		0,5	03.01.2020	
27.	Morari Vadim	1992		0,5	03.01.2020	
28.	Coșcodan Elena	1996		0,5	03.01.2020	
29.	Nirca Diana	1998		0,5	09.02.2021	30.07.2021
30.	Sîrbu Andrei	1998		0,25	01.03.2021	
<b>Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare</b>						<b>33 %</b>

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2021					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.	Belenciuc Alexandru	1960	dr	transferat 0,5	01.07.2021
2.	Șapoval Oleg	1963	dr	transferat 0,5	01.07.2021
3.	Beloțercovschii Igor	1960		cumul 0,25	02.07.2021
4.	Boian Vladimir	1985		cumul 0,25	06.10.2021
5.	Iacuin Anton	1987		0,5	18.02.2021
6.	Iacuin Anton	1987		transferat 0,25	01.07.2021
7.	Iacuin Anton	1987		transferat 0,5	06.10.2021
8.	Malcoci Cezar-Casian	1998		transferat 0.5	02.08.2021
9.	Muntean Feodor	1942	dr.hab	transferat 1	06.10.2021
10.	Sîrbu Andrei	1988		transferat 0.75	02.08.2021
11.					

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

Conducătorul organizației Z. Chiriac (numele, prenumele)

Contabil șef H. Ștef (numele, prenumele)

Conducătorul de proiect S. (numele, prenumele)

Data: \_\_\_\_\_



Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	27 %
---	------