

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2020

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2020

RAPORT ANUAL

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

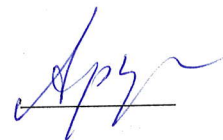
”Dispozitive fotovoltaice și fotonice cu elemente active din noi materiale calcogenice obținute prin tehnologii economic accesibile”

cu cifrul ANCD 20.80009.5007.03

Prioritatea Strategică: Competitivitate economică și tehnologii inovative

Conducătorul proiectului

acad. Ernest ARUȘANOV



Directorul organizației

dr. hab. Mihai MACOVEI



Consiliul științific/Senatul

dr. hab. Mihai MACOVEI



Chișinău 2020

1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs

Sinteza și creșterea monocristalelor și straturilor subțiri ale compușilor de tip kesterit, a nanostraturilor de compuși calcogenici și a straturilor subțiri de azopolimeri precum și analiza caracteristicilor structurale și compoziționale ale acestora.

2. Obiectivele etapei anuale

1. Optimizarea tehnologiei și metodelor de sintetizare și creștere/depunere a cristalelor/straturilor subțiri de $\text{Cu}_2(\text{Zn,Cd})\text{SnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{ZnGe}(\text{S,Se})_4$ și $(\text{Ag,Cu})_2\text{ZnSn}(\text{S,Se})_4$.
2. Depunerea straturilor subțiri de azopolimeri.
3. Depunerea în vid a nanostructurilor multistrat de sticle calcogenice.
4. Analiza caracteristicilor optice, structurale și compoziționale ale eșantioanelor obținute.
5. Studiul influenței proprietăților optice ale atmosferei asupra radiației solare incidente pe suprafața terestră.
6. Studiul influenței condițiilor tehnologice asupra calității cristalelor și straturilor subțiri obținute.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Se preconizează stabilirea unui algoritm optim de sintetizare a compușilor calcogenici pentru utilizarea în aplicații fotovoltaice și fotonice.
2. Va fi optimizată tehnologia de creștere a mono- și poli-cristalelor materialelor de tip kesterit.
3. Vor fi obținute straturile subțiri $(\text{Ag,Cu})_2(\text{Zn,Cd})\text{Sn}(\text{Ge})\text{S}(\text{Se})_4$ cu diverse concentrații ale argintului și cadmiului.
4. Pentru toate eșantioanele vor fi efectuate măsurători calitative cu ajutorul studiului EDAX, a spectroscopiei Raman și optice.
5. Se vor determina parametrii necesari pentru obținerea nanostructurilor multistrat din sticle calcogenice.
6. Va fi dezvoltată tehnologia computerizată de depunere în vid a acestor nanostructuri și metoda non-vid de obținere a straturilor subțiri de azopolimeri cu proprietăți specifice de polarizare și parametri determinați pentru EOD.
7. Se vor sintetiza azopolimeri cu concentrația determinată de deferiți dye-coloranți prin metoda spin-coating.
8. Se vor investiga parametrii optici ai structurilor și straturilor obținute prin metodele holografice polarizată și digitală și spectrale (UV-VIZ-IR).
9. Pentru aprecierea potențialului utilizării energiei solare în țara noastră și studiul influenței proprietăților optice ale atmosferei asupra radiației solare incidente pe suprafața terestră, va fi utilizată stațiunea terestră pentru efectuarea măsurătorilor radiației solare, care este înzestrată cu cel mai modern echipament electronic și senzori radiometrici.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. A fost optimizat procesul tehnologic de sinteză prin reacție din faza solidă al policristalelor de $\text{Cu}_2\text{CdSnSe}_4$, $\text{Cu}_2\text{CdGeSe}_4$, $\text{Cu}_2\text{CdSiSe}_4$ și al soluțiilor solide din seria $\text{Cu}_2\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{SnS}_4$ cu omogenitate sporită (alegerea cantităților componentelor, a temperaturii optime, a timpului de sinteză, etc.).
2. Au fost obținute monocristale ale compușilor $\text{Cu}_2\text{CdSnSe}_4$, $\text{Cu}_2\text{CdGeSe}_4$, $\text{Cu}_2\text{CdSiSe}_4$ precum și ale sistemului $\text{Cu}_2\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{SnS}_4$ prin metoda transportului chimic de vapori, utilizând pulberi ale policristalelor obținute anterior.

3. Diagrama de fază a sistemului $\text{Cu}_2\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{SnS}_4$ ($\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ - $\text{Cu}_2\text{CdSnS}_4$) a fost construită utilizând datele diferențialului termic, a metodelor de analiză a microstructurii și a fazelor cu ajutorul razelor X.
4. Au fost obținute straturi subțiri de $\text{Cu}_{1-x}\text{Ag}_x\text{ZnSnS}_4$ [$x = 0; 0,05; 0,10; 0,15$] pe substraturi de sticlă SLG și SLG acoperită cu un strat subțire de molibden (SLG/Mo) folosind metoda spay-pirolizei în atmosferă de dioxid de carbon.
5. Au fost obținute și cercetate compozițional și structural straturile subțiri de $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, în care elementul Sn a fost înlocuit cu germaniu ($\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$).
6. Pentru a testa efectele de încorporare a Ag și de tratare termică asupra proprietăților vibraționale și fazelor secundare ale peliculelor obținute a fost efectuată caracterizarea microstructurală a acestora prin intermediul spectroscopiei Raman.
7. Compoziția chimică a tuturor eșantioanelor obținute (policristale și straturi subțiri) a fost studiată folosind spectroscopia X-Ray Fluorescence (XRF).
8. Au fost obținute nanostructuri multistrat din sticle calcogenice cu parametri determinați, prin tehnologie computerizată pentru depunerea în vid.
9. Au fost sintetizați azopolimeri cu compoziție determinată de diferiți azo-coloranți.
10. Au fost obținute straturi subțiri de o anumită grosime din azopolimeri sintetizați prin metoda nouă "rod-coating".
11. Au fost obținute nanostructuri multistrat din sticle calcogenice și straturi subțiri din azopolimeri cu caracteristici sporite pentru înscrierea elementelor optice de difracție polarizate.
12. S-au efectuat investigații și estimări preliminare ale influenței grosimii optice a aerosolilor AOD@500nm asupra cantității de radiație solară incidentă pe suprafața pământului în intervalul spectral de 280-3000 nm.

5. Rezultatele obținute

A fost optimizat procesul tehnologic de sinteză prin reacție din faza solidă al policristalelor de $\text{Cu}_2\text{CdSnSe}_4$, $\text{Cu}_2\text{CdGeSe}_4$, $\text{Cu}_2\text{CdSiSe}_4$ și al soluțiilor solide din seria $\text{Cu}_2\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{SnS}_4$ cu omogenitate sporită (alegerea cantităților componentelor, a temperaturii optime, a timpului de sinteză, etc.). Au fost obținute monocristale ale compușilor $\text{Cu}_2\text{CdSnSe}_4$, $\text{Cu}_2\text{CdGeSe}_4$, $\text{Cu}_2\text{CdSiSe}_4$ precum și ale sistemului $\text{Cu}_2\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{SnS}_4$ prin metoda transportului chimic de vapori, utilizând pulberi ale policristalelor obținute anterior. Diagrama de fază a sistemului $\text{Cu}_2\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{SnS}_4$ ($\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ - $\text{Cu}_2\text{CdSnS}_4$) a fost construită utilizând datele diferențialului termic, a metodelor de analiză a microstructurii și a fazelor cu ajutorul razelor X. În urma studiului compoziției chimice cu ajutorul dispersiei razelor X au fost selectate cele mai calitative probe pentru cercetarea proprietăților avansate ale acestora la etapele următoare; A fost optimizată tehnologia de depunere a straturilor subțiri de $(\text{Ag}_x\text{Cu}_{1-x})_2\text{ZnSnS}_4$ (ACZTS) pe substraturi de sticlă SLG și SLG acoperită cu un strat subțire de molibden (SLG/Mo) prin metoda spay-pirolizei în atmosferă de CO_2 . Peliculele obținute au fost supuse tratării termice în atmosferă de sulf timp de 30 minute la 525°C pentru a crea condițiile de formare a structurilor stoichiometrice. Caracterizarea microstructurală a peliculelor $\text{Cu}_{1-x}\text{Ag}_x\text{ZnSnS}_4$ [$x = 0; 0,05; 0,10; 0,15$] prin intermediul spectroscopiei Raman s-a efectuat pentru a testa efectele de încorporare a Ag și de tratare termică asupra proprietăților vibraționale și a fazelor secundare. Spectrele Raman obținute pentru ACZTS sunt identice cu spectrele Raman ale compusului cuaternar CZTS cu vârfuri caracteristice la 287, 337 și 372 cm^{-1} . Pozițiile vârfului principal la 337 cm^{-1} și a celui secund la 287 cm^{-1} , demonstrează insensibilitatea compoziției ACTZS la apariția componentei de Ag. În probele investigate netratate și tratate termic nu au fost observate faze secundare. Compoziția chimică a straturilor subțiri ACZTS a fost studiată folosind spectroscopia

X-Ray Fluorescence (XRF). Rezultatele obținute au arătat corespunderea conținutului de argint în straturile subțiri ACZTS cu conținutul acestuia în soluția utilizată pentru obținerea probelor. Tratarea termică a demonstrat redistribuirea conținutului elementelor în aliajul ACZTS, rezultând în perfecționarea structurii straturilor subțiri investigate; A fost îmbunătățită tehnologia computerizată de depunere în vid a nanostructurilor multistrat realizate din sticle calcogenice, cu posibilitatea de control a condițiilor de depunere a materialului (gradul de vid, temperatura de evaporare a fiecărui material separat). Acest lucru permite obținerea de probe cu un raport stabilit al grosimilor componentelor. A fost elaborată metoda nouă “rod-coating” pentru obținerea straturilor subțiri de azopolimeri cu grosimea mai mică de 1 μm. Au fost sintetizați azopolimeri cu diferiți azo-coloranți care au fost depuși pe substraturi în formă de straturi subțiri în dimensiuni nanometrice. Au fost studiați parametrii optici ai structurilor și straturilor obținute prin metodele spectrale UV-VIZ-IR și holografia polarizată analogică și digitală; Pe parcursul anului 2020, la stația terestră a IFA s-au efectuat investigații și s-au obținut estimări preliminare ale influenței grosimii optice a aerosolilor AOD@500nm asupra cantității de radiație solară incidentă pe suprafața pământului în intervalul spectral de 280-3000 nm, utilizând un complex radiometric de măsurători continue ale radiației solare (Q_{glob} , Q_{dir} și Q_{dir}) incidente pe suprafața pământului. Datele despre AOD@500nm au fost obținute din măsurătorile efectuate în același timp paralel de stația IPF și de satelitul OMI AURA în condițiile când orbita satelitului este situată deasupra zonei complexului radiometric IFA. Utilizarea analizei de regresie pentru intervalul de măsurare selectat a fost obținută următoarea relație între Q_x și AOD @ 500nm: $Q_x = e_1 + e_2 \text{ AOD@500nm}$. Ca exemplu, pentru lunile de vară ale anului 2020 s-a obținut o creștere a sarcinii aerosolului, sau a grosimii optice a acestuia în atmosferă, rezultând în scăderea componentelor Q_{glob} și Q_{dir} a radiației solare incidente pe suprafața Pământului și o creștere a componentei Q_{dir} datorită procesului de împrăștiere și absorbție a radiației solare de către particulele aerosolului.

6. Diseminarea rezultatelor obținute în formă de publicații

1. Bodnar, I.V.; Victorov, I.A.; Karosa, A.G.; **Arushanov, E.K.**; **Levcenko, S.**; Polarized infrared reflectivity of $\text{Cu}_2\text{CdSnS}_4$ single crystals. *Appl Phys Lett.* 2020, 117(18), 182102-1—182102-4. Doi: [10.1063/5.0024482](https://doi.org/10.1063/5.0024482) (IF: 3,597).
2. **Levcenko, S.**; **Hajdeu-Chicarosh, E.**; Serna, R.; **Guc, M.**; Victorov, I.A.; **Nateprov, A.**; Bodnar, I.V.; Caballero, R.; Merino, J.M.; **Arushanov, E.**; León, M.; Spectroscopic ellipsometry study of $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})_4$ bulk polycrystals. *J. Alloys Compd.* 2020, 843, 156013. Doi: [10.1016/j.jallcom.2020.156013](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.156013) (IF: 4,175).
3. Shoydin, S.A.; **Meshalkin, A.Yu.**; Kovalev, M.S. Formfactor of a hologram on a chalcogenide glassy semiconductor and azopolymer. *Opt Mater Express.* 2020, **10(8)**, 1819—1825. Doi [10.1364/OME.399017](https://doi.org/10.1364/OME.399017) (IF: 2,673).
4. Morari, V.; Pantazi, A.Gh.; **Curmei, N.**; Postolache, V.; Rusu, E.; Enachescu, M.; Tiginyanu, I.; Ursaki, V. Band tail state related photoluminescence and photoresponse of ZnMgO solid solution nanostructured films. *Beilstein J Nanotech.* 2020, **11**, 899—910. Doi: [10.3762/bjnano.11.75](https://doi.org/10.3762/bjnano.11.75) (IF: 2,612).
5. Lähderanta, E.; Lebedev, A.A.; Shakhov, M.A.; Stamov, V.N.; **Lisunov, K.G.**; Lebedev, S.P. Low-temperature quantum magnetotransport of graphene on SiC (0 0 0 1) in pulsed magnetic fields up to 30 T. *J Phys-Condens Mat.* 2020, **32(11)**, 115704-1—115704-9. Doi: [10.1088/1361-648X/ab5bb6](https://doi.org/10.1088/1361-648X/ab5bb6) (IF: 2,711).

6. Goryunov, Yu.V.; **Nateprov, A.N.** Effect of the Landau Levels on the Super Hyperfine Structure of ESR Spectra of Fe^{3+} Precipitates in Dirac 3D Semimetal Cd_3As_2 . *Phys Solid State*. 2020, **62(1)**, 100—105. Doi: [10.1134/S1063783420010114](https://doi.org/10.1134/S1063783420010114) (IF: 0,95).
7. Sergeev, S.A.; Iovu, M.S.; **Meshalkin, A.Yu.** Superimposed equally oriented diffraction gratings formed in As_2S_3 films. *Chalcogenide Lett.* 2020, **17(1)**, 25—31 (IF: 0,977).
8. Schorr, S.; Gurieva, G.; **Guc, M.**; Dimitrievska, M.; Pérez-Rodríguez, A.; Izquierdo-Roca, V.; Schnohr, C.S.; Kim, J.; Jo, W.; Merino, J.M.; Point defects, compositional fluctuations, and secondary phases in non-stoichiometric kesterites. *J Phys Energy*. 2020, **2(1)**, 012002-1-012002-40. Doi: [10.1088/2515-7655/ab4a25](https://doi.org/10.1088/2515-7655/ab4a25).
9. Ruiz-Perona, A.; Sánchez, Y.; **Guc, M.**; Khelifi, S.; Kodalle, T.; Placidi, M.; Manuel Merino, J.; León, M.; Caballero R.; Effect of Na and the back contact on $\text{Cu}_2\text{Zn}(\text{Sn}, \text{Ge})\text{Se}_4$ thin-film solar cells: Towards semi-transparent solar cells. *Sol Energy*, 2020, **206**, 555 – 563. Doi: [10.1016/j.solener.2020.06.044](https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.06.044) (IF: 4,608).
10. Ruiz-Perona, A.; Sánchez, Y.; **Guc, M.**; Calvo-Barrio, L.; Jawhari, T.; Merino, J.M.; León, M.; Caballero, R.; Influence of Zn excess on compositional, structural and vibrational properties of $\text{Cu}_2\text{ZnSn}_{0.5}\text{Ge}_{0.5}\text{Se}_4$ thin films and their effect on solar cell efficiency. *Sol Energy* 2020, **199**, 864-871. Doi: [10.1016/j.solener.2020.02.082](https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.02.082) (IF: 4,608).
11. Benhaddou, N.; Aazou, S.; Sánchez, Y.; Andrade-Arvizu, J.; Becerril-Romero, I.; **Guc, M.**; Giraldo, S.; Izquierdo-Roca, V.; Saucedo, E.; Sekkat, Z.; Investigation on limiting factors affecting $\text{Cu}_2\text{ZnGeSe}_4$ efficiency: Effect of annealing conditions and surface treatment. *Sol Energy Mat Sol Cells*, 2020, **216**, 110701. Doi: [10.1016/j.solmat.2020.110701](https://doi.org/10.1016/j.solmat.2020.110701) (IF: 6.984).
12. Ojeda-Durán, E.; Monfil-Leyva, K.; Andrade-Arvizu, J.; Becerril-Romero, I.; Sánchez, Y.; Fonoll-Rubio, R.; **Guc, M.**; Jehl, Z.; Luna-López, J.A.; Muñoz-Zurita, A.L.; Hernández-de la Luz, J.A.D.; Izquierdo-Roca, V.; Placidi, M.; Saucedo E.; CZTS solar cells and the possibility of increasing VOC using evaporated Al_2O_3 at the CZTS/ CdS interface. *Sol Energy*, 2020, **198**, 696-703. Doi: [10.1016/j.solener.2020.02.009](https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.02.009) (IF: 4,608).
13. Gurieva, G.; Töbrens, D.M.; **Levcenko, S.**; Unold, T.; Schorr, S.; Cu/Zn disorder in stoichiometric $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_4$ semiconductors: A complementary neutron and anomalous X-ray diffraction study. *J. Alloys and Compd.* 2020, **846**, 156304. Doi: [10.1016/j.jallcom.2020.156304](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.156304) (IF: 4,65).
14. Handweg, M.; Mitdank, R.; **Levcenko, S.**; Schorr, S.; Fischer, S.F.; Thermal and electrical conductivity of single crystalline kesterite $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. *Mater. Res. Express*, 2020, **7(10)**, 105908. Doi: [10.1088/2053-1591/abc276](https://doi.org/10.1088/2053-1591/abc276) (IF: 1,929).
15. Gurieva, G.; Márquez, J.A.; Franz, A.; Hages, C.J.; **Levcenko, S.**; Unold, T.; Schorr, S.; Effect of Ag incorporation on structure and optoelectronic properties of $(\text{Ag}_{1-x}\text{Cu}_x)_2\text{ZnSnSe}_4$ solid solutions. *Phys. Rev. Materials*, 2020, **4**, 054602. Doi: [10.1103/PhysRevMaterials.4.054602](https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.4.054602) (IF: 3.337).
16. Choubrac, L.; Bär, M.; Kozina, X.; Félix, R.; Wilks, R.G.; Brammertz, G.; **Levcenko, S.**; Arzel, L.; Barreau, N.; Harel, S.; Meuris, M.; Vermang, B.; Sn substitution by Ge: Strategies to overcome the open circuit voltage deficit of kesterite solar cells. *ACS Appl. Energy*

Mater. 2020, **3(6)**, 5830–5839. Doi: [10.1021/acsaem.0c00763](https://doi.org/10.1021/acsaem.0c00763).

17. Pareek, D.; Taskesen, T.; Márquez, J.A.; Stange, H.; **Levcenco, S.**; Simsek, I.; Nowak, D.; Pfeiffelmann, T.; Chen, W.; Stroth, C.; Sayed, M.H.; Mikolajczak, U.; Parisi, J.; Unold, T.; Mainz, R.; Gütay, L.; Reaction Pathway for Efficient $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ Solar Cells from Alloyed Cu-Sn Precursor via a Cu-Rich Selenization Stage. *RRL Solar*, 2020, **4(6)**, 2000124. Doi: [10.1002/solr.202000124](https://doi.org/10.1002/solr.202000124) (IF: 7,527).

18. **Guc, M.**; Gurieva, G.; **Hajdeu-Chicarosh, E.**; Schorr, S.; **Lisunov, K.G.**; **Arushanov, E.**; Conductivity mechanisms and influence of the Cu/Zn disorder on electronic properties of the powder $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_4$ solid solutions, *J. Alloys and Compd*, 2020 (*submitted*).

19. Lähderanta, E.; **Hajdeu-Chicarosh, E.**; **Guc, M.**; Shakhov, M.; Stamov, V.; Bodnar, I.; **Arushanov, E.**; **Lisunov, K.**; Conductivity mechanisms, electronic parameters and defects in $\text{Cu}_2(\text{Zn,Cd})\text{SnS}_4$ determined by the high-field magnetotransport, *J. Phys Condens. Matter*. 2020 (*submitted*).

20. **Dermenji, L.**; **Curmei, N.**; Gurieva, G.; **Bruc, L.**: ACZTS- based thin film heterojunction: the influence of the CdS deposition method. *Elektronnaya obrabotka materialov (Surface Engineering and Applied Electrochemistry)*, 2020 (*acceptat pentru publicare*).

21. **Meshalkin, A.YU.**; **Losmanshii, C.S.**; **Cazac, V.O.**; **Achimova, E.A.**; Podlipnov, V.V.; Analysis of diffraction efficiency of phase gratings in dependence of grooves number, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ (ИТНТ-2020) Сборник трудов по материалам VI Международной конференции и молодежной школы. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Карпеева, 143-146, 2020.

22. **Лошманский, К.**; **Акимова, Е.**; **Мешалкин, А.**; **Абашкин, В.**; **Присакар, А.**; Сравнительные характеристики азополимеров: синтез, оптические и регистрирующие свойства, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ (ИТНТ-2020) Сборник трудов по материалам VI Международной конференции и молодежной школы. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Карпеева, 461-466, 2020.

23. **Simashkevich, A.**; Ulyashin, A.; Thogersen, A.; Shevchenko, G.; Bokshitz, Iu.; **Bruc, L.**; Caraman, M.; Dementiev, I.; Goglidze, T.; **Curmei, N.**; **Serban, D.**, Functional ITO/c-Si heterojunction in the solar radiation spectrum range of 300-1100 nm, INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR CONFERENCE 43rd Edition, October 7 - 9, 2020, Romania, pp. 73-76, ISBN: 978-1-7281-1072-1.

7. Diseminarea rezultatelor obținute în formă de prezentări (comunicări, postere, teze/rezumate/abstracte) la foruri științifice.

1. Comunicare “*Pixel-Wise Calibration of the Spatial Light Modulator*” **Cazac V.**, Achimova E., Katkovnik V., Shevkunov I., Egiazarian K. FiO/LS Conference, 14-17 September, 2020.

2. Comunicare “*Improved 3D imaging of phase shifting digital holographic microscope by compensation for wavefront distortion*” **Cazac V.**, VI International Conference on Information Technology and Nanotechnology, 26-29 May 2020.

3. Comunicare “*Analysis of diffraction efficiency of phase gratings in dependence of grooves number*” **Meshalkin A.YU.**, Losmanschii C.S., Cazac V.O., Achimova E.A., Podlipnov V.V. VI International Conference on Information Technology and Nanotechnology, 26-29 May 2020.

4. Comunicare “*Comparative characteristics of azopolymers: synthesis, optical and recording properties*” **Losmanschii C.**, Achimova E., Abaskin V., **Meshalkin A.**, Prisacar A., VI International Conference on Information Technology and Nanotechnology, 26-29 May 2020.

8. Protecția rezultatelor obținute în formă de obiecte de proprietate intelectuală

Nu sunt.

9. Materializarea rezultatelor obținute

Întrucât proiectul se află în faza inițială de realizare, pe parcursul anului de referință au fost realizate obiectivele de optimizare a metodelor, de obținere a eşantioanelor și de cercetare a acestora. Rezultatele respective vor fi utilizate abia la etapele avansate ale proiectului (2021-2023) pentru proiectarea și testarea unor produse, utilaje, servicii etc.

Pe parcursul anului 2020 o parte din rezultatele proiectului au fost utilizate la realizarea tezelor din lista care urmează:

1. **Teză de doctor:** Veronica Cazac ”*Aplicarea măștii pentru modularea în fază la dezvoltarea microscopului holografic digital*”, conducător științific dr. hab. E. Achimova (în proces).

2. **Teză de master:** Valentin Batîr ”*Influența tratării termice asupra omogenității de fază și proprietăților de transport în compușii $Cu_2Zn(Sn_xSi_{1-x})Se_4$, $Cu_2ZnGeTe_4$ și $Cu_2ZnSiTe_4$* ”, conducători științifici dr., conf. univ. V. Nicorici, dr. M. Guc (susținută în iunie 2020).

3. **Teză de licență:** Victoria Rotaru, ”*Influența abaterii de la stoichiometrie asupra proprietăților electrice și vibraționale în compușii $Cu_2ZnSnSe_4$* ”, conducători științifici dr., conf. univ. V. Nicorici, dr. M. Guc (susținută în iunie 2020).

10. Dificultățile în realizarea proiectului

Nu sunt.

11. Concluzii

RO

Pe parcursul anului de referință au fost realizate toate obiectivele de cercetare stabilite. În particular, au fost optimizate procesele tehnologice de sinteză a unor noi materiale de tip kesterit, de creștere a poli – și monocristalelor de $Cu_2CdSnSe_4$, $Cu_2CdGeSe_4$, $Cu_2CdSiSe_4$ și $Cu_2Zn_xCd_{1-x}SnS_4$ de calitate înaltă și de depunere a straturilor subțiri de $(Ag_xCu_{1-x})_2ZnSnS_4$. Pentru studiul compoziției și caracteristicilor structurale ale eşantioanelor au fost utilizate metodele EDX, spectroscopia Raman și spectroscopia XRF. De asemenea, a fost îmbunătățită tehnologia computerizată de depunere în vid a nanostructurilor multistrat realizate din sticle calcogenice, cu posibilitatea de control a condițiilor de depunere a materialului. A fost elaborată metoda nouă “rod-coating” pentru obținerea straturilor subțiri de azopolimeri cu grosimea mai mică de 1 μm . Au fost studiați parametrii optici ai structurilor și straturilor obținute. Toate aceste materiale se caracterizează prin potențial înalt de utilizare în calitate de componente ale diferitor dispozitive fotovoltaice și fotonice și urmează a fi utilizate la etapele următoare pentru

realizarea scopului general al proiectului. Calitatea înaltă a rezultatelor obținute pe parcursul anului 2020 este demonstrată prin publicarea acestora în reviste științifice recenzate cu factor de impact înalt și prin prezentarea lor în cadrul mai multor conferințe internaționale.

EN

During the first year of the project, all the planned research tasks were completed. In particular, the technological processes for the synthesis of new kesterite-type materials, for the growth of high-quality poly- and single-crystals of $\text{Cu}_2\text{CdSnSe}_4$, $\text{Cu}_2\text{CdGeSe}_4$, $\text{Cu}_2\text{CdSiSe}_4$ and $\text{Cu}_2\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{SnS}_4$ and deposition of $(\text{Ag}_x\text{Cu}_{1-x})_2\text{ZnSnS}_4$ thin films were improved. In order to establish the composition and the structure of the obtained samples the EDX, XRF and Raman spectroscopy were used. Also, the computerized technology for vacuum deposition of multilayer nanostructures made from chalcogenic glass has been improved, with the possibility of controlling the material deposition conditions. The new “rod-coating” method was developed to obtain thin layers of azopolymers with a thickness of less than 1 μm . The optical parameters were studied for all the structures and layers above. All these materials are characterized by a high potential as components of various photovoltaic and photonic devices and will be used in the next stages in order to achieve the overall purpose of the project. The high quality of the results obtained during the 2020 year in the frame of the project is demonstrated by their publication in peer-reviewed journals with impact factor and by their presentation at several international conferences.

Conducătorul de proiect **acad. Ernest ARUȘANOV**

Data: 27 noiembrie 2020

LS



Componența echipei proiectului

Cifrul proiectului ANCD 20.80009.5007.03

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Arușanov Ernest	1941	dr.hab.	1	01.01.2020	
2.	Simașchevici Alexei	1929	dr.hab.	0.5	01.01.2020	
3.	Șerban Dormidont	1939	dr.hab.	1	01.01.2020	
4.	Achimova Elena	1959	dr.hab.	1	01.01.2020	
5.	Abașkin Vladimir	1948	dr.	1	01.01.2020	
6.	Aculinin Alexandr	1961	dr.	1	01.01.2020	
7.	Bruc Leonid	1952	dr.	1	01.01.2020	
8.	Guc Maxim	1986	dr.	1	01.01.2020	
9.	Lisunov Constantin	1959	dr.	1	01.01.2020	
10.	Nateprov Alexandr	1945	dr.	1	01.01.2020	
11.	Curmei Nicolai	1989	dr.	1	01.01.2020	
12.	Hajdeu-Chicaros Elena	1989	dr.	1	01.01.2020	
13.	Levcenco Sergiu	1983	dr.	1	01.01.2020	
14.	Meșalchin Alexei	1978	dr.	0.5	01.01.2020	
15.	Damaschin Ion	1942	dr.	0.75	01.01.2020	
16.	Batîr Valentin	1995		1	01.01.2020	
17.	Cazac Veronica	1994		0.75	01.01.2020	
18.	Dermenji Lazar	1978		1	01.01.2020	
19.	Loșmanschii Constantin	1990		1	01.01.2020	
20.	Prisacar Alexandru	1969		1	01.01.2020	
21.	Smîcov Vladimir	1954		1	01.01.2020	
22.	Triduh Ghennadi	1946		1	01.01.2020	
23.	Petco Aliona	1997		1	01.01.2020	
24.	Rotaru Victoria	1998		1	01.01.2020	
25.	Slepniov Ivan	1950		0.5	01.01.2020	

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	32 %
--	------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2020 - Nu sunt

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	32 %
---	------

Conducătorul organizației M. Macovei / dr. hab. Mihai MACOVEI

Contabil șef C. Mîndru / Cecilia MÎNDRU

Conducătorul de proiect E. Arușanov / acad. Ernest ARUȘANOV

Data: 27 noiembrie 2020

L.S.

