

**RECEȚIONAT**

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

\_\_\_\_\_ 2024

**AVIZAT**

Secția AȘM \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2024

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

Proiectul MATERIALE ȘI STRUCTURI MULTIFUNCȚIONALE PENTRU DETECTAREA  
RADIAȚIILOR ELECTROMAGNETICE

Cifra proiectului 20.80009.5007.12

Prioritatea Strategică V: Competitivitate economică și tehnologii inovative

Rectorul USM

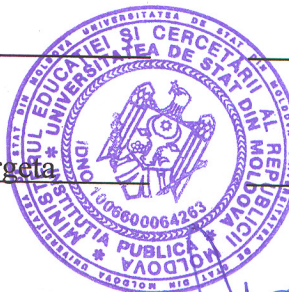
\_\_\_\_\_  
ȘAROV Igor

Consiliul științific

\_\_\_\_\_  
STEPANOV Georgeta

Conducătorul proiectului

\_\_\_\_\_  
VATAVU Sergiu



L.Ș.

## 1. Scopul proiectului

Elaborarea / modificarea tehnologiilor de preparare și cercetarea proprietăților fizice ale materialelor uni-, tri- dimensionale și ale structurilor în baza compușilor II-VI, III-V, III-VI și II-IV-N<sub>2</sub> pentru radiații X, UV, VIS, IR, și THz și optimizarea parametrilor materialelor și structurilor pentru aplicații practice în detectarea / generarea radiațiilor electromagnetice.

## 2. Obiectivele proiectului 2020–2023

1. Elaborarea tehnologiei de obținere și cercetarea proprietăților fizice ale structurilor multistrat în baza straturilor subțiri de  $(As_2S_3)_x(SnSe)_{1-x}$ ,  $(As_4Se_3S_3)_xTe_{1-x}$ ,  $(As_2S_3)_x(Bi_2Se_3)_{1-x}$  și  $(As_2S_3)_xFe_{1-x}$  pentru înregistrarea imaginilor în raze X în timp real.

Elaborarea metodelor noi și a dispozitivului în baza acestora pentru înregistrarea imaginilor în raze X cu puterea de rezoluție de 1,5-2 ori mai mare decât în detectoarele X-ray de timp real existente în prezent, precum și vizualizarea lor în regiunea vizibilă a spectrului în timp real fără prelucrare chimică sau altă prelucrare.

2. Elaborarea design-ului și fabricarea detectorilor (mono- și matriciali) multifuncționali în domeniul razelor X în baza materialelor II-VI și a soluțiilor lor solide (CdTe, Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Te, Cd<sub>1-x</sub>Se<sub>x</sub>Te, Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Te<sub>1-y</sub>Se<sub>y</sub>) cu rezoluția energetică de 2-3% și sistem de prelucrare a datelor pentru aplicații științifice, industriale și medicale.

3. Optimizarea tehnologiei de creștere a cristalelor de ZnSe și CdSe structural perfecte și doparea lor cu metale de tranziție și elemente din grupa a V-a pentru aplicații în detectoarele de radiații ionizante (scintilator și fotodetector respectiv) și studierea influenței concentrației impurităților dopante asupra proprietăților structurale, optice, și luminescente.

4. Creșterea straturilor monocristaline de GaN pe strat intermediar/Si(GaAs) prin metoda Hidride Vapor Phase Epitaxy (HVPE) pentru detectori de radiații UV. Optimizarea tehnologiilor de sintetizare ale straturilor intermediare ZnO(ZnSe) cu scopul conversiei tipului de conductibilitate a straturilor de GaN și elaborarea sistemului de contactare în baza TiN, Ni, Al (grid) și studiul proprietăților fizice a straturilor componente ale detectorilor contact/GaN/ZnO(ZnSe)/Si(GaAs).

5. Sinteza materialelor semiconductoare III-VI și a heterojuncțiunilor cu componente nanostructurate cu fotosensibilitate în regiunea UV-1 și UV-2 și fabricarea pe baza lor a detectorilor de radiații pentru domeniile spectrale 220-280 nm și 280-400 nm respectiv. Prepararea straturilor subțiri și a nanolamelelor cu proprietăți fizice, caracteristice materialelor 2D și pe baza lor a fotodetectorilor flexibili funcționali în banda UV-VIS în baza nanocompozitelor GaS/Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> și GaSe/Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dopate cu Bi, Zn. Determinarea caracteristicilor fizice specifice fotoreceptorilor orbi la radiația solară și a detectorilor flexibili (inclusiv și a influenței factorilor de mediu).

6. Elaborarea tehnologiei de obținere a straturilor ZnSn(Si)N<sub>2</sub> prin metoda magnetron și a heterojuncțiunilor în baza acestora prin CSSm pentru detectori VIS-IR și cercetarea proprietăților fizice ale straturilor și a structurii integrale. Elaborarea, cercetarea proceselor fizice și modelarea numerică a structurilor CdS/CdSe/CdTe și CdS/Cd<sub>1-x</sub>Se<sub>x</sub>Te/CdTe (inclusiv a straturilor subțiri componente) pentru detectarea radiațiilor electromagnetice VIS-IR.

7. Elaborarea tehnologiei de obținere a heterojoncțiunilor detectoare p-i-n în VIS pe suporturi de InP (111) cu straturi intermediare. Elaborarea tehnologiei de dirijare a structurii interfeței prin intermediul compușilor ZnO, ITO, TiO<sub>2</sub> preparați prin metoda epitaxiei din fază gazoasă și a spray pirolizei. Stabilirea corelațiilor dintre tipul structurilor, tehnologia de obținere și proprietățile fizice ale structurilor obținute pentru aplicării în detectoare.

8. Elaborarea, studiul și optimizarea dispozitivelor pentru diapazonul THz în baza structurilor quantice multistrat AlGaIn/GaN ce sunt funcționale în intervalul 230-300K reieșind din modelarea numerică a structurii prin intermediul Non-equilibrium Green Function Method.

### 3. Rezultate planificate conform proiectului depus

- Vor fi obținute materiale semiconductoare sensibile la radiații X în baza structurilor multistrat (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>x</sub>(SnSe)<sub>1-x</sub>, (As<sub>4</sub>Se<sub>3</sub>S<sub>3</sub>)<sub>x</sub>Te<sub>1-x</sub>, (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>x</sub>(Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>)<sub>1-x</sub> și (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>x</sub>Fe<sub>1-x</sub> și cercetate procesele de difuzie a Cu, Ag și In sub acțiunea radiațiilor X. Vor fi elaborate și fabricate purtătorii de informație și dispozitivele pentru înregistrarea imaginilor în X-ray în timp real cu puterea de rezoluție de 1,5-2 ori mai mare decât cea a dispozitivelor pentru înregistrarea imaginilor și vizualizarea lor în regiunea vizibilă a spectrului.

- Vor fi elaborate design-ului și vor fi fabricați detectori (mono- și matriciali) multifuncționali în domeniul razelor X în baza materialelor II-VI și a soluțiilor lor solide (CdTe, Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Te, Cd<sub>1-x</sub>Se<sub>x</sub>Te, Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Te<sub>1-y</sub>Se<sub>y</sub>) cu rezoluția 2-3% la cca 60 keV și sistem de prelucrare a datelor.

- Vor fi stabilite regimurile tehnologice optime de sinteză și dopare a cristalelor de ZnSe și CdSe cu impurități de elemente din grupa a V-a și metale de tranziție. Vor fi stabilite mecanismele de incorporare a ionilor de impurități dopante în cristalele de ZnSe și CdSe și participarea lor în formarea centrelor asociative de radiație. Vor fi elaborate modelele fizice a proceselor de interacțiune a elementelor de tip d și din grupa a V-a cu impuritățile de fon și defectele structurale în cristalele de ZnSe și CdSe.

- Va fi realizată doparea straturilor de GaN depuse pe straturi eterogene din straturile intermediare, buferale, de acomodare strat/substrat și conversia tipului de conductibilitate din n în p. Vor fi obținute diode Schottky în baza GaN/Si prin metoda HVPE și obținute detectoare în baza acestor structuri.

- Vor fi sintetizate materiale semiconductoare III-VI și heterojoncțiuni cu componente nanostructurate cu fotosensibilitate înaltă în regiunea UV-1 și UV-2 și preparați detectori de radiații (orbi la radiația solară). Vor fi preparate straturi subțiri și nanocompozite GaS/Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> și GaSe/Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dopate (cu Bi, Zn) cu proprietăți fizice, caracteristice materialelor 2D și fabricați pe baza lor detectori flexibili de radiații cu bandă de sensibilitate în UV-VIS.

- Reieșind din analiza multilaterală a proprietăților fizice ale straturilor de ZnSn(Si)N<sub>2</sub> și a heterojoncțiunilor în baza acestora vor fi preparați detectori de radiații electromagnetice în VIS-IR și stabiliți parametri fizici caracteristici. Vor fi obținuți detectori pentru VIS-IR în baza heterojoncțiunilor cu straturi subțiri CdS/CdSe/CdTe și CdS/Cd<sub>1-x</sub>Se<sub>x</sub>Te/CdTe și stabiliți parametri energetici ai structurii, diagrama starilor energetice în heterostructură inclusiv și prin modelarea numerică.

- Vor fi fabricați detectori p-i-n cu rezistență sporită la influența radiației corpusculare din combinațiile compușilor InP(111)/(II-VI, TCO) pentru detectarea eficientă a radiației VIS utilizând tehnologia epitaxială din faza gazoasă, CSS, spray-piroliză și magnetron.

- Vor fi obținute design-urile optimizate ale structurilor quantice în cascadă în baza de AlGaN/GaN pentru domeniul THz, și stabiliți factorii ce limitează parametrii electrici și optici ai structurilor și temperatura de funcționare a acestora.

#### 4. Rezultatele obținute

- Structurile în baza straturilor subțiri As-S și As-Se-S dopate cu Sn, Fe, Te și Bi 0,5-1,2%at. au fost preparate prin evaporare termică în vid pe substraturi de polietilen tereftalat, sticlă optică, cuarț, siliciu monocristal și safir. Pentru înregistrarea imaginilor în raze X la structuri As-S dopată cu Fe compoziția optimă fiind  $Ag/(As_2S_3)_{0,995}Sn_{0,005}$  cu grosimea semiconductorului de 1,6  $\mu m$  și Ag de  $\sim 12$  nm. Sursa de radiație de raze X în intervalul  $\lambda \sim 0,027-0,25$  nm - tub cu anod de Cu. O plasă de alamă (mască) a fost folosită ca un obiect pentru înregistrare. După iradierea structure  $Ag/(As_2S_3)_{0,995}Sn_{0,005}$  cu raze X (doză absorbită de 0,52 Gy), proba a fost tratată în soluție de 5% NaOH și a fost obținut imaginea înregistrată a plasei de alamă. Au fost studiate procesele de difuzie a Ag sub influența radiației vizibile în structura  $Ag/(As_2S_3)_{0,995}Sn_{0,005}$ . Proba a fost iradiată cu radiație laser 447 nm ( $180$  mW/cm<sup>2</sup>) și după tratarea chimică a fost obținută o imagine înregistrată a plasei de alamă. Pentru structura As-S dopată cu Fe compoziția optima este  $Ag/(As_2S_3)_{0,99}Fe_{0,01}$ . După tratarea chimică a fost obținută o imagine a plasei de alamă înregistrată la o doză absorbită de 0,56 Gy. Structura As-S-Se dopată cu Bi, are compoziția optima  $Cu/(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$ . Straturile de Cu au fost depuse pe suprafața compusului  $(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$  cu grosimea de 20-25 nm. După tratarea chimică a fost obținută o imagine a plasei de alamă înregistrată la doză absorbită de 0,48 Gy. La iradierea filmelor subțiri de  $Cu/(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$  cu radiație laser 447 nm (expunerea  $H=76$  cm<sup>2</sup>/mJ) a fost obținută imaginea plasei. Înregistrarea imaginilor în raze X a fost realizată pe structuri polimer/As-Se-S dopat cu Sn, Te sau Bi. Probele au fost studiate la iradierea cu: un spectru de raze X continuu  $\lambda \sim 0,027-0,25$  nm și un fascicul de raze X cu o lungime de undă monocromatică 0,154 nm. Pentru straturile As-Se-S dopate cu Sn compoziția optima este butilmetacrilat-stiren/65at%( $As_2S_3$ )<sub>0,985</sub>(SnSe)<sub>0,015</sub>:35at.%  $As_2Se_3$  Vizualizarea imaginilor - prin intermediul dispozitivului elaborat și asamblat. Imaginile de raze X au fost înregistrate la expuneri de 2,52-5,1 J/cm<sup>2</sup> pentru radiație X monocromatică 0,154 nm. Aceleași imagini au fost obținute pentru radiația laser 532 nm la o expunere de 160 mJ/cm<sup>2</sup>. Pentru straturile As-Se-S dopate cu Te compoziția optima este butilmetacrylate-styrene/( $As_2Se_3$ )<sub>0,8</sub>( $As_2S_3$ )<sub>0,188</sub>Te<sub>0,012</sub> (doze 17,2–24,6 J/cm<sup>2</sup>). Pentru radiație laser 632,8 nm imagini au fost înregistrate cu o intensitate de 30 mW/cm<sup>2</sup>. Pentru structuri As-Se-S dopat cu Bi compoziția optima este polyepoxypropylcarbazole/67at%( $As_2S_3$ )<sub>0,985</sub>( $Bi_2Se_3$ )<sub>0,015</sub>:33at.%  $As_2Se_3$  cu o grosime de 4,2  $\mu m$ . Au fost obținute imagini de contrast ale unui microfibr cu un diametru de 30  $\mu m$  la o doză absorbită de 1,82 Gy și un microfibr cu un diametru de 6  $\mu m$  la o doză absorbită de 1,78 Gy. Aceleași imagini cu contrast bun au fost obținute pentru radiația laser 447 nm la o expunere de 230 mJ/cm<sup>2</sup>.

- Au fost sintetizate monocristale de CdTe, CdSe,  $Cd_xZn_{1-x}Te$  (x variază între 0,50 și 0,95 cu pasul 0,05),  $Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te_{0,98}Se_{0,02}$ ,  $Cd_{0,95}Zn_{0,05}Te_{0,98}Se_{0,02}$ ,  $Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te_{0,95}Se_{0,05}$ ,  $Cd_{0,95}Zn_{0,05}Te_{0,95}Se_{0,05}$  cu greutate de cca 20 g și diametru de 12 mm aplicând metoda Bridgman.

Cristalele sintetizate prezintă o structură cristalină perfectă și compozițional corectă după cum reiese din analiza XRD și XRF. Reieșind din necesitățile aplicative în detectori de radiații ionizante, cristalele au fost tăiate la dimensiuni  $5 \times 5 \times 1 \text{ mm}^3$ , șlefuite și corodate în Br-metanol. Au fost determinate energia de ionizare, DOS (density of states) prin metodele KP, PYS. Există o diferență între energia de ionizare a cristalelor as-grown și a celor șlefuite și corodate. Semnalul SPV pozitiv a indicat asupra conductivității de p-tip în cazul cristalelor  $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Te}$  corodate, energia de ionizare variind între 5,37 eV și 5,54 eV. Cristalele de CdTe au energia de ionizare de 4,92 eV. Reieșind din teoria existent s-a determinat concentrația purtătorilor de sarcină de  $3,8 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ . Eficiența colectării purtătorilor de sarcină pentru structurile detectoare Me/CdZnTe și Me/CdTe au fost cercetate reieșind din teoria Hecht pentru cazul utilizării în calitate de metale a Al și Pt.

- Elaborarea sistemului de citire a datelor de pe detectori a fost testat primar în baza dispozitivului ce constă dintr-un detector cuplat printr-un condensator de blocare la preamplificatorul de curent (CSP). CSP-ul este cuplat la un detector de impulsuri PDIC, care este controlat și citit de microcontrolerul Arduino. Funcționalitatea detectorilor în matrice de înregistrate a impulsurilor determinate de acțiunea radiațiilor ionizante este asigurată de un circuit cu amplificatorul operațional AD8034. Totalitatea de impulsuri este preluată de detector, care reprezintă o matrice de 256 sau 512 elemente. După citirea elementului indicat indexul matricei este apoi incrementat cu unu și sistemul se resetează. Implementarea citirii stării elementelor matricei integral, este realizată și testată în dispozitiv cu utilizarea unui convertor analog-digital cu 256 de canale ADAS1131.

- Prin metoda tratării termice a monocristalelor de ZnSe în topituri de  $\text{Zn} + x \% \text{ at. Zn}(\text{NH}_4)_3\text{Cl}_5 + x \% \text{ at. P}(\text{As}; \text{Sb}; \text{Bi})$  la temperatura de  $860^\circ\text{C}$  timp de 100 ore, a fost obținută seria de probe de ZnSe:Cl:P (As; Sb; Bi) pentru studierea proprietăților radiative. Analiza spectrelor de FL a pulberilor nanocristaline ZnSe:N și ZnSe:As a demonstrat, prezența benzii radiative largi de FL (500 - 600 nm) și a particularităților în regiunea 630 - 640 nm.

A fost cercetată difracția razelor X pe monocristale CdSe (nedopate și dopate cu ionii metalelor de tranziție Cr, V, Co în procesul difuziei lor termice din topitura de Cd), obținut atât prin metoda Bridgman, cât și prin transferul fizic al vaporilor. S-a demonstrat că, este prezentă o singură fază de CdSe de calitate structurală înaltă, de structură hexagonală ( $P6_3mc$ ). Au fost determinați parametrii rețelei cristaline:  $a=4,301\text{Å}$ ;  $b=4,301\text{Å}$ ;  $c=7,013\text{Å}$ ;  $\alpha=\beta=90^\circ$ ;  $\gamma=120^\circ$ . A fost stabilit că, tratarea termică în topitură de Cd a monocristalelor de CdSe la  $450\text{-}500^\circ\text{C}$  în decurs de 100 ore duce la creșterea considerabilă a mobilității electronilor, ca urmare a micșorării numărului centrelor de împrăștiere, rolul cărora în monocristalele cercetate poate determinat de impuritățile de fon. În intervalul de temperaturi de la 15K până la 300K este studiată evoluția spectrelor de FL în funcție de temperatură în diapazonul lungimilor de undă de la 650 nm până la 780 nm, atât a probelor de CdSe dopate, cât și celor nedopate. S-a stabilit că la 15K spectrul de FL al CdSe nedopat constă dintr-o serie de benzi de FL excitonică (680-704 nm) și impuritară D-A (719-760 nm). Banda îngustă de FL a excitonilor liberi cu energia de legătură  $\sim 39 \text{ meV}$  este localizată la 681,4 nm. Se observă benzi FL ale complexelor exciton-impuritate de tip donor (685,5 nm) și acceptor (692,5 nm). Este prezentă o bandă largă de FL D-A cu maxim la 719 nm și replici fononice a acestei, localizate la 729,5 nm și 741 nm corespunzător.

Nanopulberi de CdSe de structură cubică și hexagonală au fost preparate prin metoda sintezei solvotermale. Dimensiunile cristalitelor pulberilor obținute sunt în intervalul de 6,5 - 14

nm. Prin metoda sintezei solvotermale au fost preparate pulberi ultradisperse de CdSe dopate cu Cr cu diferit conținut de impuritate dopantă în soluția inițială. În calitate de componentă principală a sintezei au fost CdCl<sub>2</sub> și SeO<sub>2</sub>, iar în calitate de impuritate dopantă a fost utilizată CrCl<sub>3</sub>. Cercetările spectrelor de FL au arătat că, introducerea Cr, precum și a Cu în structura CdSe rezultă în stingerea benzii în domeniul VIS. Practic, pentru toate probele tranziții radiative excitonice lipsesc.

- A fost dezvoltată tehnologia de sintetizare a straturilor subțiri de ZnO pe Si(111), (p -, n - tip), din acetat de zinc și nitrat de zinc în solvenți cu utilizarea straturilor de ZnO la creșterea GaN/Si. A fost demonstrată posibilitatea obținerii straturilor buferale de ZnO pe Si prin metoda hidrotermală și eficacitatea lor în calitate de barieră la difuzia Si din substrat în GaN. Au fost preparate straturi de GaN pe Si cu conductibilitate p și n folosindu-se straturi buferale de ZnO. A fost stabilită corelația dintre proprietățile fizice ale straturilor nanodimensionale, de nucleație, de ZnO depuse prin metoda cvasi hidrotermală pe Si de componența solvenților, tipul de conductibilitate și structura cristalografică a substraturilor. Au fost preparate nanoparticule (15-25 nm) echiaxiale semisferice de ZnO de nucleație. Nanoparticulele sunt agregate cu dimensiunea de 50-200 nm și formează o peliculă pe suprafața SiO<sub>x</sub>/Si, densitatea fiind influențată de condițiile de creștere. Au fost preparate straturi de GaN pe structurile obținute prin metoda HVPE. Straturi de GaN potrivite pentru aplicații au fost preparate utilizând strat buferal de AlN (100 nm) preparat pe sapphire la 1100°C cu grosimea de 100 nm. Straturi epitaxiale de GaN, monocristaline, transparente, concentrația purtătorilor de sarcină de 10<sup>14</sup>-10<sup>15</sup> cm<sup>-3</sup> au fost obținute pe structuri de AlN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

- Straturile de Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> au fost preparate prin (CSS) pe suporturi p-Si (100). Temperatura sursei de α-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> fost de 800°C, iar temperatura suportului a variat între 550-700°C. Probele au fost caracterizate structural (GI-XRD), iar morfologia acestora a fost studiată prin AFM în non-contact mode. Pentru determinarea dimensiunii cristalitelor și a microstrain-ului s-a utilizat metoda Williamson-Hall modificată pentru funcția de profil Pseudo-Voight. Reieșind din analiza tabloului de difracție a straturilor preparate din sursa de α-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> pe suportul de p-Si(100), s-a stabilit formarea unui amestec de γ-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> și α-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. Determinarea dimensiunii cristalitelor și a microtensiunii în funcție de temperatura suportului demonstrează valori ale cristalitelor în limitele 11-26 nm fiind prezent un maxim bine pronunțat între 600°C și 650°C pentru ambii parametri (ca alternativă a fost folosită și formula Stokes-Wilson pentru microstrain utilizând datele pentru maximul cu cea mai mare intensitate (1 2 0) α-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub>). A fost stabilit că odată cu mărirea temperaturii suportului se mărește concentrația fazei α-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> și respectiv scade concentrația fazei γ-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. Fazele detectate corespund: γ-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> PDF4+ 00-0430916; α-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> PDF4+ 04-007-1422. Prin compararea datelor obținute din analiza materialelor pe două suporturi p-Si și n-Si rezultă: pe suportul de p-Si în regiunea de temperaturi de la 550°C la 700°C se formează un amestec de faze de de γ-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> și α-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> pe când pe suportul de nSi de la 550°C la 600°C se formează un amestec de faze de γ-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> și α-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub>; la temperatura de 650°C se formează GaS; și la temperatura de 700°C strat amorf. Odată cu creșterea temperaturii suportului crește concentrația fazei α-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> și respectiv scade concentrația fazei γ-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub>.

- Prepararea straturilor de Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a fost posibilă prin metoda aerosol. Temperatura suportului (0001) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a fost de 590°C. Grosimea peliculei de β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> monoclinic este de 31 nm, contactele pentru fotodetector UV-blind fiind de Ti/Au.

- Prepararea straturilor de CdS, CdSe pentru aplicarea în dispozitive fotodetectoare a fost

efectuată prin metoda CSS pe suporturi TCO (AZO, SnO<sub>2</sub>)/sticlă. Studiul proprietăților fizice este prezentat în exemplul straturilor subțiri de CdS depuse pe TCO (AZO, SnO<sub>2</sub>)/sticlă la temperatura suportului între 280-460°C temperatura evaporatorului la 630°C. Analiza structurală (GI-XRD) pentru unghiuri 0,3-1,0° (tub Cu), cu Rietveld refinement, determinarea dimensiunilor cristalitelor și a tensiunilor mecanice. Măsurări Kelvin Probe (KP) și Photoelectron Yield Spectroscopy (PYS) au fost realizate cu folosirea sursei UV pentru regiunea spectrală 172 nm - 364 nm (7,20 eV - 3,40 eV). Morfologia suprafeței a fost studiată prin SEM, AFM, iar XRF și EDX au fost folosite pentru analiza elementelor componente. A fost stabilit că straturile subțiri de CdS au o structură F-43m la depunerea pe AZO, iar mărirea temperaturii suportului de la 290°C la 420°C duce la mărirea dimensiunilor cristalitelor de cca 4 ori. Mărirea temperaturii suportului rezultă în formarea straturilor cu perfecțiune structurală mai înaltă, microtensiunile descrescând de 2 ori. Folosirea SnO<sub>2</sub> în calitate de suport rezultă la formarea pe acesta a straturilor de CdS cu structură P6<sub>3</sub>mc cu dimensiunile cristalitelor în domeniul 7-22 nm.

Rezultatul analizei comune ale KP și PYS: CdS preparat pe AZO prezintă o scădere a valorii lucrului de ieșire cu approx. 0,25 eV la mărirea temperaturii suportului până la 463°C, iar cel preparat pe SnO<sub>2</sub> prezintă o scădere a valorii menționate cu mai puțin de 55 meV. Energia de ionizare prezintă o dependență cu saturare după 350°C (AZO) și o creștere liniară în cazul structurii CdS/SnO<sub>2</sub>. Poziția nivelului Fermi ce variază între 180 meV și 320 meV sub CBM pentru CdS/AZO, în timp ce în cazul CdS structurii CdS/SnO<sub>2</sub> se observă degenerare.

- Au fost preparate straturi epitaxiale de InP optimizate după parametrii electrici  $(1-25) \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ,  $(1,5-5,0) \cdot 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ ,  $(995-1246) \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$  și structuri nZnO/pInP (100), (111) pentru fotodetectori utilizând metoda HVPE, depunerea din compuși, metaloorganici, magnetron și spray piroliză, cu intervalul fotosensibilității sensibilității extinse (400-950 nm), cu maxim localizat la 850 nm. Fotosensibilitatea absolută pentru setul de heterojoncțiuni de tipul nCds-pInP preparate pe substraturi din InP este maximă de 0,470 A/W în cazul substraturilor cu direcția cristalografică (111)A și  $p=4,5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ , diminuând până la 0,450 A/W pentru acelea cu orientarea cristalografică (111)B,  $p=4,5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ , și 0,420 A/W – orientarea(100),  $p=5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ . Pentru HJ nCdS-pInP pe substraturi cu  $\rho = 3 \div 4,9 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ , Fotosensibilitatea este maximă de asemenea pentru InP cu direcția cristalografică (111)A, având valoarea de 0,400 A/W, micșorându-se până la cca 0,200 A/W pentru substraturile cu  $\rho = 3,38 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ , direcția cristalografică (111)A.

- Prin intermediul metodei CSS au fost preparate straturi subțiri de GaSe pe suporturi precum mica, sticla, Si, sapphire. S-a efectuat cercetarea influenței temperaturii suportului (410-600°C) menținând temperatura evaporatorului constantă (700°C) asupra morfologiei (AFM), structurii și compoziției de fază (XRD) a straturilor obținute. A fost stabilit prezența tensiunii mecanice (0,2%) pentru întregul interval de temperaturi, reieșind din teoriile existente s-a determinat dimensiunile cristalitelor 15-60 nm ce cresc odată cu temperatura suportului. Orientarea preferențială pentru (100) crește odată cu mărirea temperaturii suportului. Analiza compozițională elementală demonstrează omogenitatea probelor.

- Straturi subțiri de ZnSnN<sub>2</sub> au fost preparate prin metoda DC reactive magnetron sputtering în atmosferă de N<sub>2</sub> (99,9995%). În calitate de suport s-au utilizat sticla și Si. Temperatura suportului a variat între 30°C și 350°C. Țintele reprezintă un aliaj compus din Zn și Sn cu concentrațiile atomare: Zn<sub>0,30</sub>Sn<sub>0,70</sub>; Zn<sub>0,45</sub>Sn<sub>0,55</sub>; Zn<sub>0,50</sub>Sn<sub>0,50</sub>; Zn<sub>0,55</sub>Sn<sub>0,45</sub>; Zn<sub>0,70</sub>Sn<sub>0,30</sub>; Zn<sub>0,85</sub>Sn<sub>0,15</sub>. Proprietățile structurale a filmelor au fost cercetate prin GI-XRD (anod Cu ( $\lambda_{\text{K}\alpha 1}=1,54060\text{\AA}$ ,

$\lambda_{K\alpha 2}=1,54439\text{\AA}$ ) sub unghiul de incidență  $\omega=0,5^\circ$  și XRR. Analiza tablourilor de difracție a fost realizată prin metoda Rietveld. Astfel, s-a demonstrat formarea straturilor subțiri policristaline de  $\text{ZnSnN}_2$  cu structura cristalină hexagonală ( $P6_3mc$ ) cu parametrii rețelei cristaline  $a=b=3,392\text{ \AA}$ ;  $c=5,489\text{ \AA}$ ;  $\alpha=\beta=90^\circ$ ;  $\gamma=120^\circ$  care depind de temperatura suportului. A fost demonstrat formarea materialului semiconductor  $\text{ZnSnN}_2$ , pentru toate țintele folosite. Pentru cazul folosirii țintei magnetron  $[\text{Zn}]/[\text{Sn}]=0,5/0,5\%$ at., analiza tabloului de difracție a straturilor preparate pe sticlă arată că dimensiunea cristalitelor variază în limitele 4-16 nm, mărimea lor fiind practic constantă și maximă pentru temperaturile suportului între  $100^\circ\text{C}$  și  $200^\circ\text{C}$ . Rugozitatea suprafeței denotă o scădere clară de la 13 nm la 2 nm odată cu mărirea temperaturii suportului. Dependența microstrain-ului de temperatura suportului prezintă un minim la  $150^\circ\text{C}$ , ce corespunde maximului intensității tabloului de difracție în funcție de temperatura suportului. Analiza KP și PYS a demonstrat lipsa semnalului SPV, energia de ionizare depășind 5,5 eV. Analiza compozițională (XRF) a demonstrat o omogenitate compozițională a straturilor obținute.

- A fost elaborată tehnologia de preparare a straturilor de  $\text{ZnSiN}_2$  prin metoda DC reactive magnetron sputtering. Straturile preparate sunt transparente având dimensiunea nanometrică a cristalitelor.
- Straturi de  $\text{TiO}_2$  au fost preparate prin metoda MAD (metalorganic aerosol deposition) prin folosirea soluțiilor binare ce conțin atât precursori de Ti și Nb (dopant pentru  $\text{TiO}_2$ ):  $(\text{Ti}(\text{O}-i\text{-Pr})_2(\text{TMHD})_2$  și  $\text{Nb}_2(\text{OEt})_{10}$ ). Studiul difracției de raze X a demonstrat că straturile de  $\text{TiO}_2$  se cristalizează în structura anatase orientată (001). Studiul efectuat cu TEM (Transmission electron microscopy) a demonstrat prezența  $a$ - $b$  twinning având două corelări epitaxiale  $(001)[100]\text{TiO}_2//[(001)[100]\text{STO}$  și  $(001)[010]\text{TiO}_2//[(001)[100]\text{STO}$ . Straturi de  $\text{TiO}_2(001)$  sunt pot fi dopate cu Nb, rezultând în modificarea conductibilității de la izolator la metal. Doparea corespunzătoare permite de a prepara  $\text{TiO}_2$  semiconductor cu fotoconductibilitate în regiunea UV.
- A fost stabilit că fotodetectorul pentru regiunea UV în baza  $\text{ZnSe}$  având structura metal-semiconductor-metal cu contacte hibride Ag-nanowire și Ni/Au are curentul de întuneric maxim de 0,36 nA la tensiunea de 15 V. Valoarea maximă a fotosensibilității este de  $0,58\text{ A}\cdot\text{W}^{-1}$  la tensiunea de 15 V și lungimea de undă de 325 nm. A fost stabilit că dependența detectivității de tensiunea aplicată are este de tip V-shape cu valoarea maximă a detectivității de  $\sim 5,49\cdot 10^{10}\text{ cm}\cdot\text{Hz}^{1/2}\text{ W}^{-1}$  la tensiunea de 15 V.
- A fost stabilit că pentru Diode Tunel Rezonante (RTD) cu structura polar c-plane  $\text{Al}_{0,30}\text{Ga}_{0,70}\text{N}/\text{GaN}$  cu o singură groapă de potențial, mărirea nivelului de dopare a contactului pentru colector de la  $1\cdot 10^{18}\text{ cm}^{-3}$  la  $8\cdot 10^{19}\text{ cm}^{-3}$  rezultă în micșorarea lățimii barierei colectorului (indusă de polarizare) de la  $\sim 50\text{ nm}$  la  $10\text{ nm}$  și îmbunătățirea transmisiei rezonante datorate tunelării. Mărirea dopării (n-type) colectorului, în structurile cuantice  $\text{Al}_{0,25}\text{Ga}_{0,75}\text{N}/\text{GaN}$  cu două gropi de potențial și trei bariere cuantice, la valoarea de  $1\cdot 10^{19}\text{ cm}^{-3}$  stabilește prima energie rezonantă de la  $\sim 0,24\text{ eV}$ . Un maxim de rezonanță la 0,88 V este stabilit din dependențele curent-tensiune pentru structuri RTD non-polar m-plane  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$  ( $x=0,25$ ) cu bariere cuantice triple. Pentru un astfel de dispozitiv RTD, valoarea maximă a curentului este de  $1,2\cdot 10^5\text{ A}/\text{cm}^2$ . Reieșind din circuitul echivalent de semnal mic pentru dispozitivul RTD, a fost determinată frecvența maximă intrinsecă de oscilație (cut-off frequency) și valoarea maximă a puterii de ieșire de  $3\text{ }\mu\text{W}$  la 0,54 THz la 300K pentru cele mai bune dispozitive în baza RTD  $\text{AlGa}/\text{GaN}$ .

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

Structurile multistrat polimer/As-Se-S (dopate cu Sn, Te, Bi) elaborate și dispozitivul confecționat pentru vizualizarea imaginilor înregistrate în raze X au făcut posibilă înregistrarea imaginilor în raze X ale micro-obiectelor (microfir cu diametrul de 6  $\mu\text{m}$ ) în timp real (3,8 s). Imagistica în raze X a fost testată prin cercetarea structurilor multistrat polimer/ $(\text{As}_4\text{Se}_3\text{S}_3)_x\text{Te}_{1-x}$ ,  $(\text{As}_2\text{S}_3)_x(\text{SnSe})_{1-x}$ ,  $(\text{As}_2\text{S}_3)_x\text{Sn}_{1-x}$  pentru înregistrarea și vizualizarea în timp real a imaginilor în raze X și VIS. Aceste elaborări pot fi utilizate cu succes în știință și tehnică pentru studiile ale micro-obiectelor în raze X. Pe baza cercetărilor efectuate au fost obținute 2 brevete (2023), care pot fi implementate.

Au fost elaborați, fabricați și caracterizați fotodetectori UV cu contacte hibride Ni/Au și Ag-nanowire în bază de ZnSe care pot fi utilizate în medicină pentru UV Tomography și telecomunicații de viteză înaltă.

Straturile nanodimensionale de ZnO depuse prin metoda cvasi hidrotermală au efect de barieră la difuzia siliciului din substrat, permit obținerea structurilor GaN/Si prin metoda HVPE, GaN fiind o componentă importantă a electronicii dispozitivelor de putere mare.

Detectorii de radiații ionizante în baza materialelor II-VI și a soluțiilor solide (ternare și quaternare): CdTe, CdZnTe, CdSeTe, CdZnSeTe sunt alternativă pentru detectorii de Si folosiți în prezent în tomografie, având o durată de exploatare practic nelimitată, astfel determinând costurile reduse de exploatare a tomografelor medicinale și industriale, precum și a detectorilor de radiații ionizante utilizate în condiții terestre sau cosmice. În particular un interes comercial vor prezenta monocristalele perfecte structural nedopate și dopate de ZnSe pentru confecționarea pe baza lor dispozitivelor precum detectoare scintilatoare optoelectronice atât pentru domeniul vizibil, cât și pentru cel IR. Fotodetectoarele în baza heterojuncțiunilor  $\text{TiO}_2/\text{pInP}$  și GaN sunt de perspectivă pentru detectare radiațiilor UV. Fotodetectoarele în baza heterojuncțiunilor nCdS, nZnO/pInP au rezistență sporită de degradare la influența radiației corpusculare (fluxuri de electroni, protoni) și perspectivă de aplicare la detectarea radiației în UV. Structurile în bază de  $\text{Ga}_2\text{S}_3$  și GaSe precum și aliajele în baza lor sunt destinate detectării radiațiilor electromagnetice în domeniul UV-VIS.

Rezultatele analizei numerice ce ține de RTD în bază de AlGaIn-based fiind axate pe cercetarea influenței conținutului de of Al, dopării colectorului și a emitorului n-type asupra dependențelor curent-tensiune a permis optimizarea THz emitters în baza AlGaIn ce poate fi folosit direct pentru THz Tomography și aplicații de securitate.

## 6. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

La realizarea obiectivelor proiectului a fost utilizată infrastructura Laboratorului de Cercetări Științifice Fizica Semiconductorilor și Dispozitivelor [https://cercetare.usm.md/wp-content/uploads/LCS\\_Fizica\\_Semiconductorilor\\_20\\_20.pdf](https://cercetare.usm.md/wp-content/uploads/LCS_Fizica_Semiconductorilor_20_20.pdf) și a Centrului Regional Interdisciplinar Științifico-Educațional pentru Studiul Materialelor Avansate (CaRISMA)

[https://cercetare.usm.md/wp-content/uploads/Pasaport\\_CaRISMA\\_2020\\_22\\_10.pdf](https://cercetare.usm.md/wp-content/uploads/Pasaport_CaRISMA_2020_22_10.pdf)

în particular:

- Utilaj pentru studiul materialelor prin intermediul cercetării difracției în raze X (difractometru de raze X Empyrean);
- Microscop de Forță Atomică (cu modul STM) Park Systems;

- Instalație de măsurări ale fotoluminescenței în baza monocromatorului МДР-23;
- Instalație pentru măsurători ale transmisiei peluculelor semiconductoare Cary 60 UV-VIS;
- Instalație de măsurare a puterii radiațiilor în domeniul VIS-IR;
- Instalație pentru măsurarea dependențelor curent tensiune și capacitatefrecvență-tensiune ale heterojoncțiunilor și dispozitivelor semiconductoare Keithley 4200 SCS;
- Instalație pentru determinarea parametrilor electrici și fotoelectrici ai compușilor semiconductori;
- Computer Desktop dedicat efectuării simulărilor proprietăților fizice ale structurilor semiconductoare și dispozitivelor în baza lor;
- Instalație pentru măsurarea distribuției spectrale ale randamentului cuantic extern;
- Instalație IV-T;
- Aparat pentru testarea caracteristicilor dispozitivelor semiconductoare JI2-56;
- Microscop metalografic cu polarizare pentru cercetarea morfologiei și grosimii straturilor semiconductoare MM500T;
- Instalație pentru măsurarea distribuției spectrale a fotosensibilității materialelor semiconductoare;
- Instalație pentru măsurarea distribuției spectrale a recombinării radiative în materialele semiconductoare;
- Instalația pentru cercetarea fenomenelor cinetice;
- Instalație pentru purificare prin topirea zonală;
- Instalație pentru cercetarea celulelor fotovoltaice în baza heterojoncțiunilor;
- Instalație pentru măsurarea dependențelor spectrale ale reflexiei optice pe baza monocromatorului МДР-2М;
- Instalații tehnologice în baza instalațiilor de vid de tipul:
  - BYII-4, BYII-5, YBH-2, YBH-73, YBH63M;
  - pentru prepararea straturilor subțiri micro și nanocristaline ale compușilor semiconductori A2B6, A3B5 și a compușilor ternari ale acestora și pentru prepararea straturilor metalelor (Cu, Ni, Al, Mo, In, Ag, ș.a.) pentru contactele electrice ale dispozitivelor semiconductoare prin metodele: evaporare termică, pulverizare magnetron, spray pyrolysis, CSS, HWT, flash evaporation ș.a.;
- Cuptor pentru creșterea cristalelor prin metoda Bridgman; Cuptoare pentru creșterea cristalelor prin metoda reacțiilor chimice de transport și pentru efectuarea tratamentului termic cu rotație; Cuptoare pentru sinteza/creșterea cristalelor și pentru efectuarea tratamentului termic fără rotație;
- Cuptor electric mic cu rotație pentru tratament termic;
- Cuptor electric mic fără rotație pentru tratament termic;
- Instalație de fabricare a fiolelor pentru creșterea cristalelor;
- Instalații tehnologice pentru prepararea straturilor epitaxiale a compușilor A3B5 din faza gazoasă (metoda HVPE);
- Instalație tehnologică pentru prepararea straturilor epitaxiale prin metoda volumului cvasiînchis;
- Instalație tehnologică pentru depunerea straturilor prin metoda spray pyrolysis;
- Instalație de studiu al proprietăților luminescente ale semiconductorilor și dispozitivelor semiconductoare;

- Instalații tehnologice pentru prepararea straturilor subțiri monocristaline prin metoda epitaxiei din fază cu vapori;
- Instalație tehnologică pentru depunere prin metoda magnetron a metalelor în baza instalației de vid BYII-5;
- Instalații pentru măsurări optice și înregistrarea informației optice, hologramelor și interferogramelor;
- Instalație computerizată pentru măsurarea puterii radiației optice monocromatice PM100USB ThorLabs;
- Instalație în baza BYII-5 pentru obținerea straturilor subțiri de semiconductori calcogenici pe baza de As-S-Se dopate cu Sn, Te, Fe;
- Echipament pentru cercetarea dispozitivelor în domeniile de radiofrecvență și microunde
- Instalație pentru studierea efectelor galvanomagnetice;
- Instalații și echipament tehnic pentru confecționarea și testarea dispozitivelor optoelectronice;
- Instalație pentru spectroscopia materialelor semiconductoare;
- Instalație pentru prelucrarea plăcilor și peliculelor fotografice;
- Spectrometru FTIR Jasco-6300;
- Spectrometru SPECORD 75 IR;
- Instalație pentru analiza spectrală atomică emisională pe baza de Spectrograf ДФC-8;
- Spectrofotometru SPECORD M40;
- Instalație pentru spectroscopie Raman.

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

Colaborări naționale:

Laboratoare și unități de cercetare științifică din cadrul USM:

- Laboratorul de Cercetări Științifice FIZICA ȘI INGINERIA NANOMATERIALELOR E. POKATILOV
- Institutul de Fizică Aplicată

Colaborări internaționale:

Institut für Mikrowellentechnik und Photonik, Technische Universität Darmstadt, Germania  
 Helmholtz Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH, Berlin, Germania  
 National Institute for Lasers, Plasma and Radiation Physics, Magurele, Romania  
 National Institute of Materials Physics, Magurele, Romania  
 Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Germania

## 8. Dificultățile în realizarea proiectului: financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.

Una din dificultățile semnificative este timpul excesiv de mare de la momentul depunerii cererilor de brevet până la recepționarea hotărârii de acordare a brevetului. În legătură cu pandemia cauzată de coronavirus-ul COVID-2019 au fost anulate conferințele la care au fost trimise abstracte și acceptate spre publicare, astfel fiind imposibilă prezentarea rezultatelor obținute. Au fost anulate vizite axate pentru efectuarea măsurătorilor la echipament performant

ce nu este accesibil prezent în RM. În legătură cu pandemia cauzată de coronavirusul COVID-2019 s-au înregistrat 3 decese ale cercetătorilor titulari (3 unități) precum și îmbolnăvirea a altor câțiva (tratați cu succes) ce a rezultat în perturbarea esențială a activităților de cercetare planificate în țară cât și peste hotare.

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

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

### **MATERIALE ȘI STRUCTURI MULTIFUNCȚIONALE PENTRU DETECTAREA RADIĂȚILOR ELECTROMAGNETICE**

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

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

#### **2. Capitle în monografii naționale/internaționale**

2.1. KOROTCENKOV, G., VATAVU, S. (2023). Features of Single-Crystal Growth of CdTe and  $Cd_{1-x}Zn_xTe$  Compounds Designed for Radiation Detectors. In: Korotcenkov, G. (eds) *Handbook of II-VI Semiconductor-Based Sensors and Radiation Detectors*. Springer, Cham. pp.215-232. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-19531-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-19531-0_9) Print ISBN 978-3-031-19530-3, Online ISBN 978-3-031-19531-0

2.2. KOROTCENKOV, G., VATAVU, S. (2023). Medical Applications of II-VI Semiconductor-Based Radiation Detectors. In: Korotcenkov, G. (eds) *Handbook of II-VI Semiconductor-Based Sensors and Radiation Detectors*. Springer, Cham. pp.137-157 [https://doi.org/10.1007/978-3-031-24000-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-24000-3_5) Print ISBN 978-3-031-23999-1, Online ISBN 978-3-031-24000-3

2.3. SIRKELI, V.P., HARTNAGEL, H.L. ZnO for infrared and terahertz applications. In: G. Korotcenkov (Series Ed.), K. Awasthi (Ed.), *Nanostructured Zinc Oxide: Synthesis, Properties and Applications*. Amsterdam: Elsevier, 2021. pp. 639-654. ISSN 978-0-12-818900-9. DOI: 10.1016/B978-0-12-818900-9.00015-2. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128189009000152>

#### **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)

4.1.1. BELENCHUK, A., SHAPOVAL, O., RODDATIS, V., STROH, K., VATAVU, S., WAWRA, J., MOSHNYAGA, V. Spinodal decomposition introduces strain-enhanced thermochromism in polycrystalline  $V_{1-x}Ti_xO_2$  thin films. In: *Nanoscale*, 2023, vol.15, pp.11592-11602, ISSN 2040-3372 (Online) URL: <https://doi.org/10.1039/D3NR01350B> (IF = 6,7)

4.1.2. SUSHKEVICH, K., SIMINEL, N., SIRKELI, V., NEDEOGLO, N., SIMINEL, A., VATAVU, S., GHILEȚCHII, Gh., IURIEVA, T., KULYUK, L., NEDEOGLO, D. Luminescent properties of ZnSe crystals doped with group V elements and iodine. In: *Physica B: Condensed Matter*, 2023, vol. 666, p. 415137 (5 pages). ISSN: 0921-4526. URL: <https://doi.org/10.1016/j.physb.2023.415137> (IF = 2,8)

4.1.3. CHIRITA, A., HUSTUC, A., NASEDCHINA, N., VATAVU, S. The structure polymer/As-Se-S doped by Bi for X-ray imaging. In: *Chalcogenide Letters*. 2023, vol.20, nr.11, pp. 803-809. ISSN 1584-8663. URL: <https://doi.org/10.15251/CL.2023.2011.803> (IF=0,855)

4.1.4. CHIRITA, A., PRILEPOV, V. Chalcogenide glassy semiconductors of the system As-Se-S-Sn for X-ray imaging. In: *Chalcogenide Letters*. 2022, vol.19, nr.6, pp. 439-445. ISSN 1584-8663. URL: <https://doi.org/10.15251/CL.2022.196.439> (IF=0,855)

4.1.5. CHIRITA, A., SPOIALA, D., VATAVU, S. Chalcogenide glassy semiconductors of the system As-Se-S doped by Te for X-ray imaging. In: *Chalcogenide Letters*. 2022, vol.19, nr.10, pp. 683-689. ISSN 1584-8663. URL: <https://doi.org/10.15251/CL.2022.1910.683> (IF=0,855)

4.1.6. COCEMASOV, A., BRINZARI, V., JEONG, D.-G., KOROTCENKOV, Gh., VATAVU, S., LEE, J.-S., NIKA, D.L. Thermal transport evolution due to nanostructural transformations in Ga-doped indium-tin-oxide thin films. In: *Nanomaterials*. 2021, vol.11, nr.5, pp.1126 (14p.). EISSN 2079-4991. URL: <https://doi.org/10.3390/nano11051126> (IF 5,346)

4.1.7. GONCEARENCO, E. P.; ROSTAS, A. M.; GALCA, A. C.; COLIBABA, G.; NEDEOGLO, D. D. Activation ability of Gd dopant in the ZnSe single crystals. In: *Journal of Luminescence*. 2021, 238, p.118314 (9p.). ISSN 0022-2313. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2021.118314> (IF=4,17)

4.1.8. SUSHKEVICH, K., GONCEARENCO, E.; NEDEOGLO, N.; NEDEOGLO, D. Photoluminescence of ZnSe samples doped with antimony and iodine. In: *Physica B: Physics of Condensed Matter*. 2021, 602, p.412466 (4p.). ISSN 0921-4526. URL: <https://doi.org/10.1016/j.physb.2020.412466> (IF=2,988)

4.1.9. CHIRITA, A. Method and setup to increase power density threshold for image distinguishing by CCD camera. In: *Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications*. 2020, vol. 14, nr. 9-10, p. 389-392. ISSN 1842-6573. URL: <http://old.oam-rc.inoe.ro> (oam-rc2.inoe.ro) (IF=0,74)

4.1.10. CHIRITA, A. Reflectance spectra of plant leaves obtained by remote sensing. In: *Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications*. 2020, vol. 14, nr. 7-8, p. 333-337. ISSN 1842-6573. URL: <http://old.oam-rc.inoe.ro> (oam-rc2.inoe.ro) (IF=0,74)

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

4.2.1. PRILEPOV, V., NASEDCHINA, N., MAISTRUC, I., CHIRITA, A. Studies of Ag diffusion processes into thin-film As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> structures doped with Sn under the exposure of X-ray radiation. In: *International Journal of Current Science Research and Review*, 2022, vol.5, nr.5, pp.1596 (5p.). ISSN: 2581-8341. URL:

<https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V5-i5-23>

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

4.3.1. SIRKELI, V., NEDEOGLO, N., NEDEOGLO, D., YILMAZOGLU, O., HAJO, A., PREU, S., KÜPPERS, F., HARTNAGEL, H. ZnSe-based solar-blind ultraviolet photodetectors with different schottky contact metals. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Exacte și Economice)*. 2021, nr. 2(142), pp. 59-67. ISSN 1857-2073. Categoria B. URL: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.5094718>

4.3.2. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., COVAL, A., VATAVU, S., CINIC, B., ROTARU, C., RAEVSCHI, S. Dispozitive din fosfură de indiu bazate pe efectul fotovoltaic. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Exacte și Economice)*. 2021, nr. 2(142), pp. 14-18. ISSN 1857-2073. Categoria B. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5094770>

4.3.3. PRILEPOV, V., NASEDCHINA, N., SPOIALA, D., MATEI, L., A. CHIRITA, A. Semiconductori calcogenici sticloși pe bază de As-Se-S dopați cu staniu pentru înregistrarea informației optice. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Exacte și Economice)*. 2020, nr.7(137), pp. 19-22. ISSN 1857-2073. Categoria B. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4457428>

4.3.4. RAEVSCHI, S., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V., BRANIȘTE, T., VATAVU, S. Proprietățile fizice ale straturilor de ZnO preparate pe Si prin metoda hidrotermală. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Exacte și Economice)*. 2020, nr.7(137), p.7-13. ISSN 1857-2073. Categoria B. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4457415>

4.3.5. NAROLSCHI, Ig., CLIUCANOV, A., ROTARU, C., RUSU, M., VATAVU, S. StratURI subțiri semiconductoare preparate în sisteme de pulverizare cu magnetron (DC): Teorie vs Experiment (I). In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Exacte și Economice)*. 2020, nr.7(137), p.14-18. ISSN 1857-2073. Categoria B. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4457422>

4.4. în alte reviste naționale

4.4.1. GOGLIDZE, T., GONCEARENCO, E., DEMENTIEV, I., NEDEOGLO, N., IURIEVA, T., NEDEOGLO, D. Luminescent properties of low-dimensional ZnO:Ag powders obtained by chemical deposition from aqueous solution. În: *Moldavian Journal of the Physical Sciences*. 2023, vol.22, pp.43-50. ISSN 2537-6365. DOI: <https://doi.org/10.53081/mjps.2023.22-1.02>

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

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

## **6. Articole în materiale ale conferințelor științifice**

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

6.1.1. HARTNAGEL, H.L., SIRKELI, V.P., ACEDO, P. THz Spectroscopy by Narrow

Spectral Emission of Quantum Cascade Lasers for Medical Applications. In: *44th International Semiconductor Conference (CAS 2021), Proceedings*. 6-8 October 2021, Bucharest, Romania, pp. 11-18. DOI: 10.1109/CAS52836.2021.9604138

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

6.2.1. SIRKELI, V.P. Recent advances in terahertz technology for security and biomedical applications. In: *Materialele Conferinței științifice internaționale “Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)”*. vol. 2, 29-30 octombrie 2021. Chișinău, Republica Moldova: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2021, pp. 82-88. ISBN 978-9975-76-358-5.

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

6.3.1. GHILEȚCHII, Gh., NAROLSCHI, Ig., ROTARU, C., RUSU, M., VATAVU, S., Particularități structurale ale filmelor ZnSnN<sub>2</sub>. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională “Integrare prin cercetare și inovare”, Atelierul FIZICĂ ȘI INGINERIE: Rezumate ale comunicărilor*, 9-10 noiembrie 2023. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2023, p. xxx-xxx. Acceptat, in press 5p.

6.3.2. SIRKELI, V. P., NEDEOGLO, N. D., NEDEOGLO, D. D., VATAVU, S. A., YILMAZOGLU, O., HAJO, A. S., PREU, S., HARTNAGEL, H. L., KÜPPERS, F. Recent advances in ZnSe-based devices: from UV to terahertz applications. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională “Integrare prin cercetare și inovare”, Atelierul FIZICĂ ȘI INGINERIE: Rezumate ale comunicărilor*, 9-10 noiembrie 2023. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2023, p. xxx-xxx. Acceptat, in press 5p.

6.3.3. ROTARU, C. Proprietățile electronice a suprafeței straturilor de CdS depuse pe suporturi de ZnO și SnO<sub>2</sub>. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională “Integrare prin cercetare și inovare”, Atelierul FIZICĂ ȘI INGINERIE: Rezumate ale comunicărilor*, 9-10 noiembrie 2023. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2023, p. xxx-xxx. Acceptat, in press 5p.

6.3.4. КЛЮКАНОВ, А., ВАРЗАРЬ, А., НИКА, Д., ВАТАВУ, С. Примесная фотолюминесценция в теллуриде кадмия и фононплазмонные повторения. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională “Integrare prin cercetare și inovare”, Atelierul FIZICĂ ȘI INGINERIE: Rezumate ale comunicărilor*, 9-10 noiembrie 2023. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2023, p. xxx-xxx. Acceptat, in press 5p.

6.3.5. ROTARU, C. Particularități structurale ale formării nanostraturilor de CdS pe substraturi de ZnO și SnO<sub>2</sub>. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională “Integrare prin cercetare și inovare”, Atelierul FIZICĂ ȘI INGINERIE: Rezumate ale comunicărilor*, 9-10 noiembrie 2023. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2023, p. xxx-xxx. Acceptat, in press 5p.

6.3.6. ГРАБКО, Д., НИКОРИЧ, В., ТОПАЛ, Д., ШИКИМАКА, О., ГУБАНОВА, А. Механические свойства кристаллов на основе халькогенидов свинца. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională “Integrare prin cercetare și inovare”, Atelierul FIZICĂ ȘI INGINERIE: Rezumate ale comunicărilor*, 9-10 noiembrie 2023. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2023, p. xxx-xxx. Acceptat, in press 5p.

6.3.7. ГОГЛИДЗЕ, Т., НЕДЕОГЛО, Н., ЮРЬЕВА, Т., НЕДЕОГЛО, Д.

Люминесцентные свойства нанопорошков CdSe, легированных переходными металлами и редкоземельными элементами. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul FIZICĂ ȘI INGINERIE: Rezumate ale comunicărilor, 9-10 noiembrie 2023. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2023, p. xxx-xxx. Acceptat, in press 5p.*

6.3.8. CHIRITA, A., NASEDCHINA, N., MAISTRUC, I. SANDU, M. Înregistrarea imaginilor în raze X ale microobiectelor pe structuri polimer/As-Se-S dopate cu Sn, Te și Bi. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul FIZICĂ ȘI INGINERIE: Rezumate ale comunicărilor, 9-10 noiembrie 2023. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2023, p. xxx-xxx. Acceptat, in press 5p.*

6.3.9. NASEDCHINA, N., PRILEPOV, V., SANDU, M., CHIRIȚA, A. Difuzia Ag sub acțiunea razelor X în structurile cu straturi subțiri As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> dopate cu Fe. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 230-232. ISBN 978-9975-62-469-5.*

6.3.10. PRILEPOV, V., NASEDCHINA, N., MAISTRUC, I., CHIRITA, A. Difuzia Cu în structurile cu straturi subțiri (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>0,99</sub>(Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>)<sub>0,01</sub> sub acțiunea radiațiilor vizibile și razelor X. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 233-235. ISBN 978-9975-62-469-5.*

6.3.11. SAPOVAL, O., BELENCIUC, A., VATAVU, S. Metalorganic aerosol deposition: The building of oxide films. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 261-263. ISBN 978-9975-62-469-5.*

6.3.12. SAPOVAL, O., BELENCIUC, A., VATAVU, S. Metalorganic aerosol deposition technique. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 257-260. ISBN 978-9975-62-469-5.*

6.3.13. ГОГЛИДЗЕ, Т., ГИЛЕЦКИЙ, Г., ВАТАВУ, С., НЕДЕОГЛО, Н., ЮРЬЕВА, Т., НЕДЕОГЛО, Д. Синтез и исследование структурных и излучательных свойств нанокристаллов CdSe. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 236-239. ISBN 978-9975-62-469-5.*

6.3.14. СУШКЕВИЧ, К., ГОГЛИДЗЕ, Т., ВАТАВУ, С., НЕДЕОГЛО, Н., ГИЛЕЦКИЙ, Г., НИКОРИЧ, В., ЮРЬЕВА, Т., НЕДЕОГЛО, Д. Рост монокристаллов CdSe и влияние их отжига в расплаве Cd на электрические и люминесцентные свойства. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 240-243. ISBN 978-9975-62-469-5.*

6.3.15. КЛЮКАНОВ, А., НИКА, Д., ВАРЗАРЬ, А., ВАТАВУ, С. Экситонный переход Мотта в кристаллах CdTe. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 244-247. ISBN 978-*

9975-62-469-5.

6.3.16. КЛЮКАНОВ, А., НИКА, Д., ВАРЗАРЬ, А., БАТАВУ, С. Бозе-эйнштейновский конденсат экситонов и связанные фонон-ротонных моды. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022*. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp.248-252. ISBN 978-9975-62-469-5.

6.3.17. SPOIALĂ, D., GHILEȚCHII, Gh., VATAVU, E., DMITROGLO, L., ȘAPOVAL, O., BELENCIUC, A., ROTARU, C., NAROLSCHI, Ig., VATAVU., S. StratURI subțiri Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> pentru aplicații în detectori de radiații electromagnetice. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022*. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 264-267. ISBN 978-9975-62-469-5.

6.3.18. NAROLSCHI, Ig., GHILEȚCHII, Gh., CLIUCANOV, A., ROTARU, C., SPOIALĂ, D., VATAVU, E., ȘAPOVAL, O., BELENCIUC, A., DMITROGLO, L., BERCU, E., RUSU, M., VATAVU, S. Structura și morfologia straturilor nanometrice de ZnSnN<sub>2</sub> preparate prin magnetron sputtering. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022*. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 268-271. ISBN 978-9975-62-469-5.

6.3.19. VATAVU, E., SPRINCEAN, V., DMITROGLO, L., GURĂU, V., CARAMAN, M. Fotorezistor pentru regiunea ultravioletă pe bază de strat din nanofire de β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022*. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 272-275. ISBN 978-9975-62-469-5.

6.3.20. SIRKELI, V.P. Terahertz resonant tunneling diodes based on GaN/AlGaIn structures. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Atelierul Fizică și Inginerie: 10-11 noiembrie 2022*. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2022, pp. 253-256. ISBN 978-9975-62-469-5.

6.3.21. КЛЮКАНОВ, А., НИКА, Д., БАТАВУ., С. Нелинейное уравнение шредингера статистической физики. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare" Științe ale naturii și exacte: Rezumate ale comunicărilor*, 10-11 noiembrie 2021. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, CEP USM, 2021, pp. 207-209. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.22. SIRKELI, V.P., NEDEOGLO, N.D., NEDEOGLO, D.D., YILMAZOGLU, O., HAJO, A.S., PREU, S., KÜPPERS, F., HARTNAGEL, H.L. ZnSe-based ultraviolet photodetectors with hybrid Ag-nanowire and Ni/Au contacts. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare" Științe ale naturii și exacte: Rezumate ale comunicărilor*, 10-11 noiembrie 2021. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, CEP USM, 2021, pp.190-193. ISBN 978-9975-152-48-8, ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.23. GORCEAC, L., BOTNARIUC, V., COVAL, A., VATAVU, S., CINIC, B., RAEVSCHI, S., ROTARU, C. Fotodetector pe heterojoncțiune din fosfură de indiu. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare" Științe ale naturii și exacte: Rezumate ale comunicărilor*, 10-11 noiembrie 2020.

Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, CEP USM, 2020, pp. 314-316. ISBN 978-9975-152-48-8, ISBN 978-9975-152-50-1.

6.3.24. СУШКЕВИЧ, К., СИМИНЕЛ, Н., НЕДЕОГЛО, Н., СИМИНЕЛ, А., НЕДЕОГЛО., Д. Ассоциативные центры люминесценции в кристаллах ZnSe, совместно легированных элементами V и VII групп. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare" Științe ale naturii și exacte: Rezumate ale comunicărilor*, 10-11 noiembrie 2020. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, CEP USM, 2020, pp. 294-298. ISBN 978-9975-152-48-8, ISBN 978-9975-152-50-1.

6.3.25. ГОГЛИДЗЕ, Т., ГОНЧАРЕНКО, Е., ДЕМЕНТЬЕВ, И., НЕДЕОГЛО, Н., ЮРЬЕВА, Т., НЕДЕОГЛО, Д. Излучательные свойства порошков ZnO:Ag, полученных химическим осаждением из водного раствора. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare" Științe ale naturii și exacte: Rezumate ale comunicărilor*, 10-11 noiembrie 2020. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, CEP USM, 2020, pp. 299-303. ISBN 978-9975-152-48-8, ISBN 978-9975-152-50-1.

6.3.26. SIRKELI, V. Recent progress in wide bandgap semiconductors-based devices for terahertz applications. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare" Științe ale naturii și exacte: Rezumate ale comunicărilor*, 10-11 noiembrie 2020. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, CEP USM, 2020, pp. 280-283. ISBN 978-9975-152-48-8, ISBN 978-9975-152-50-1.

6.3.27. NICORICI, V. Особенности получения слоев материалов, диссоциирующих при нагревании. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare" Științe ale naturii și exacte: Rezumate ale comunicărilor*, 10-11 noiembrie 2020. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, CEP USM, 2020, pp. 317-319. ISBN 978-9975-152-48-8, ISBN 978-9975-152-50-1.

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

## 7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

7.1.1. VATAVU, S., NAROLSCHI, IG., GHILEȚHII, GH., ROTARU, C., SHAPOVAL, O., BELENCHUK A., GURIEVA, G., SCHORR, S., RUSU, M., UNOLD, T. ZnSnN<sub>2</sub> thin films: Physical properties vs. Technology. In: *European Materials Research Society (EMRS-2023) Spring Meeting Symposium B*, 08\_2665: Materials for energy conversion systems: fundamentals, designs, and applications, May 29- June 02, 2023, Strasbourg, France. URL: <https://www.european-mrs.com/materials-energy-conversion-systems-fundamentals-designs-and-applications-emrs>

7.1.2. VARZARI, A., KLYUKANOV, A.A., NIKA, D., VATAVU, S. Multiquantum band-to-impurity optical transitions in CdTe luminescence and phonon-plasmon replicas. In: *European Materials Research Society (EMRS-2023) Spring Meeting Symposium B*, 02\_2119: Materials for energy conversion systems: fundamentals, designs, and applications, May 29- June 02, 2023, Strasbourg, France. URL: <https://www.european-mrs.com/materials-energy-conversion-systems-fundamentals-designs-and-applications-emrs>

7.1.3. GHILEȚHII, Gh., SPOIALĂ, D., VATAVU, E., ROTARU, C., SHAPOVAL, O., BELENCHUK, A., RUSU, M., NAROLSCHI, Ig., DMITROGLO, L., VATAVU, S. Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> thin

films in UV detector applications: physics vs. Technology. In: *European Materials Research Society (EMRS-2023) Spring Meeting Symposium B*, 25\_2722: Materials for energy conversion systems: fundamentals, designs, and applications, May 29- June 02, 2023, Strasbourg, France. URL: <https://www.european-mrs.com/materials-energy-conversion-systems-fundamentals-designs-and-applications-emrs>

7.1.4. SHAPOVAL, O., BELENCHUK, A., VATAVU, E., PALAMARCIUC, O., VATAVU, S. Multi-solvent method for doping oxide thin films in solution-based techniques. In: *European Materials Research Society (EMRS-2023) Spring Meeting Symposium C*, 29\_2205: Advanced materials for environmental challenges, May 29- June 02, 2023, Strasbourg, France. URL: <https://www.european-mrs.com/advanced-materials-environmental-challenges-emrs>

7.1.5. SIRKELI, V.P., NEDEOGLO, N.D., NEDEOGLO, D.D., YILMAZOGLU, O., HAJO, A.S., PREU, S., KÜPPERS, F., HARTNAGEL, H.L. ZnSe-based solar-blind ultraviolet photodetectors with hybrid Ag-nanowire and Ni/Au contacts. In: *BPU11 Congress - 11th International Conference of the Balkan Physical Union*, 28 August-1 September 2022, Belgrade, Serbia. The Book of Abstracts, pp.142-143. (**oral presentation**) URL: <https://bpu11.info/>

7.1.6. VATAVU, S., ROTARU, C., NAROLSCHI, Ig., GHILETCHII, Gh., BERCU, E., NICORICI, V., UNOLD, T., RUSU, M. Electronic properties of CdTe based detector structures by Kelvin Probe and Photoelectron Yield Spectroscopy. In: *European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium K: Thin film chalcogenide photovoltaic materials*, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference- **oral presentation**), K10.4. URL: <https://www.european-mrs.com/thin-film-chalcogenide-photovoltaic-materials-emrs-2>

7.1.7. NAROLSCHI, Ig., KLYUKANOV, A.A., ROTARU, C., GHILETCHII, Gh., BERCU, E., VATAVU, S. ZnSnN<sub>2</sub> nanometric layers prepared by magnetron sputtering: theory vs experiment. In: *European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium D2: Materials for nanoelectronics and nanophotonics*, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference- **oral presentation**), D2.5.3. URL: <https://www.european-mrs.com/materials-nanoelectronics-and-nanophotonics-emrs-2>

7.1.8. SPOIALĂ, D., VATAVU, E., GHILETCHII, Gh., DMITROGLO, L., SHAPOVAL, O., BELENCHUK, A., ROTARU, C., PALAMARCIUC, O., NAROLSCHI, Ig., VATAVU, S. Gallium Sulphide layers by Close-Spaced Sublimation for UV Detector applications. In: *European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium K: Thin film chalcogenide photovoltaic materials*, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference), K7.25. URL: <https://www.european-mrs.com/thin-film-chalcogenide-photovoltaic-materials-emrs-2>

7.1.9. KLYUKANOV, A.A., VARZARI, A., VATAVU, S. Quasiparticle bound states in the solid state physics: a CdTe case study. In: *European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium K: Thin film chalcogenide photovoltaic materials*, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference), K11.8. URL: <https://www.european-mrs.com/thin-film-chalcogenide-photovoltaic-materials-emrs-2>

7.1.10. BELENCHUK, A., STROH, K., SHAPOVAL, O., VATAVU, S. Optical properties of laminar VO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> nanocomposites: implication for thermochromic coatings. In: *European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium L:*

*Chromogenic materials and devices*, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference), L.P1.7. URL: <https://www.european-mrs.com/chromogenic-materials-and-devices-emrs>

7.1.11. VATAVU, E., DMITROGLO, L., SPRINCEAN, V., SPOIALĂ, D., LECA, L., CARAMAN, M., VATAVU, S. n-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/p-GaSe heterojunctions: preparation technology vs. optical and photoelectrical properties. In: *European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium N: Synthesis, processing and characterization of nanoscale multi functional oxide films*, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference), N.7.9. URL: <https://www.european-mrs.com/synthesis-processing-and-characterization-nanoscale-multi-functional-oxide-films-viii-and-6th-e-mrs>

7.1.12. BELENCHUK, A., SHAPOVAL, O., BORIS, Iu., PALAMARCIUC, O., VATAVU, E., DMITROGLO, L., VATAVU, S. Metalorganic aerosol deposition of Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films. In: *European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium N: Synthesis, processing and characterization of nanoscale multi functional oxide films*, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference), N.7.11. URL: <https://www.european-mrs.com/synthesis-processing-and-characterization-nanoscale-multi-functional-oxide-films-viii-and-6th-e-mrs>

7.1.13. RAEVSCHI, S., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V., CHETRUȘ, P.I., GAUGAS, P., CHETRUS, P.M., VATAVU, S. Preparation of ZnO based structures by hydrothermal method for detector and highpower electronics applications. In: *European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium N: Synthesis, processing and characterization of nanoscale multi functional oxide films*, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference), N.14.12. URL: <https://www.european-mrs.com/synthesis-processing-and-characterization-nanoscale-multi-functional-oxide-films-viii-and-6th-e-mrs>

7.1.14. BELENCHUK, A., SHAPOVAL, O., DEHNING, A., FLATHMANN, C., VATAVU, S., MOSHNYGA, V., SEIBT, M., JOOSS, C. Nb-doped TiO<sub>2</sub> anatase as a metallic buffer for lattice-mismatched complex oxide heterostructures. In: *European Materials Research Society (EMRS-2022) Spring Meeting Symposium N: Synthesis, processing and characterization of nanoscale multi functional oxide films*, May 30- June 03, 2022, Strasbourg, France (virtual conference), N.14.13. URL: <https://www.european-mrs.com/synthesis-processing-and-characterization-nanoscale-multi-functional-oxide-films-viii-and-6th-e-mrs>

7.1.15. VATAVU, S., ROTARU, C., CHOUBRAC, L., ANTONIUC, C., UNOLD, T., RUSU, M. Electronic properties of CdS/TCO structures by Kelvin Probe and Photoelectron Yield Spectroscopy. In: *European Materials Research Society (EMRS-2021) Spring Meeting Symposium A: Thin film chalcogenide photovoltaic materials*, May 31- June 01, 2021, Strasbourg, France (online conference – **oral presentation**). URL: <https://www.european-mrs.com/thin-film-chalcogenide-photovoltaic-materials-emrs-0>

7.1.16. SPOIALĂ, D., NAROLSCHI, Ig., SHAPOVAL, O., BELENCIUC, A., ROTARU, C., ANTONIUC, C., VATAVU, S. Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> thin films by Close-Spaced Sublimation for Photovoltaic and Detector applications. In: *European Materials Research Society (EMRS-2021) Spring Meeting Symposium A: Thin film chalcogenide photovoltaic materials*, May 31- June 01, 2021, Strasbourg, France (online conference – **poster presentation**). URL: <https://www.european-mrs.com/thin-film-chalcogenide-photovoltaic-materials-emrs-0>

7.1.17. KOVAL, A., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V., VATAVU, S., KETRUSH, P., CINIC, B., RAEVSKI, S., ROTARU, C. Photovoltaic devices with InP nanolayers. In: *International Research and Practice Conference "Nanotechnology and Nanomaterials" (NANO-2020)*: 26-29 august 2020, Lviv, Ukraine. Abstract book, p. 34. URL: <https://nano-conference.iop.kiev.ua/>

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.3.1. RAEVSCHI, S., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V., CHETRUȘ, P., GAUGAȘ, P., VATAVU, S. Preparation of ZnO/Si structures by hydrothermal method for photovoltaic and highpower electronics applications. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare", Științe ale naturii și exacte: Rezumate ale comunicărilor*, 10-11 noiembrie 2021. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2021, p. 214. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

7.3.2. SPRINCEAN, V., DMITROGLO, L., VATAVU, E., CARAMAN M. Procese de generare-recombinare a purtătorilor de sarcină de neechilibru în compozitul Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ga<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> și în structurile microlamelare β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaSe. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională "Integrare prin cercetare și inovare" Științe ale naturii și exacte: Rezumate ale comunicărilor*, 10-11 noiembrie 2020. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, CEP USM, 2020, pp. 288-289. ISBN 978-9975-152-48-8, ISBN 978-9975-152-50-1.

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**

9.1. CHIRIȚA, A. Purtător pentru înregistrarea imaginilor în raze X. Brevet de invenție MD 1681 Z 2023.10.31.

9.2. CHIRIȚA, A. Purtător pentru înregistrarea imaginilor în raze X și în regiunea vizibilă a spectrului. Brevet de invenție MD 1709 Y 2023.07.31

9.3. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., RAEVSCHI, S., ROTARU C., VATAVU S. Procedeu de creștere a straturilor epitaxiale TiO<sub>2</sub>. Hotărârea nr. 10352 din 2023.11.17 de ACORDARE a BREVETULUI de invenție.

9.4. RAEVSCHI, S., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V., VATAVU S. Procedeu de obținere a straturilor de titan. Cerere de brevet nr. a 20230025 din 15.08.2023.

9.5. RAEVSCHI, S., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V. Procedeu de creștere a cristalelor prin metoda resublimării. Cerere de brevet nr. s 20220020 din 25.03.2022.

9.6. RAEVSCHI, S., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V. Procedeu de obținere a straturilor de p-GaN. Brevet de Invenție MD 4772 B1 2021.10.31.

9.7. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., CINIC, B., COVAL, A., RAEVSCHI, S., MOLDOVANU, S. Procedeu de creștere a structurii p-InP-p-InP-n+CdS pentru celule fotovoltaice. Brevet de Invenție MD 4686 B1 2020.03.31.

## 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

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

*Lista forurilor la care au fost prezentate rezultatele obținute în cadrul proiectului de stat (Opțional) se va prezenta separat (conform modelului) pentru:*

- Manifestări științifice internaționale (în străinătate)
- Manifestări științifice internaționale (în Republica Moldova)
- Manifestări științifice naționale
- Manifestări științifice cu participare internațională

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

1. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., RAEVSCHI, S., VATAVU, S. **Diplomă de Excelență și MEDALIE DE AUR** (In: *Salonul Internațional al cercetării științifice, inovării și invenției PROINVENT 2023*, ediția a XXI-a, 25-27 Octombrie 2023, Cluj-Napoca, ROMÂNIA)

2. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., RAEVSCHI, S., VATAVU, S. **MEDALIE DE AUR, Diplomă de Excelență și Medalie de Aur** oferită de Institutul Național pentru Fizica Laserilor, Plasmei și Radiațiilor, Măgurele, România (In: *Salonul Internațional INVENTCOR 2023*, ediția a IV-a, 14-16 Septembrie 2023, Deva, ROMÂNIA)

3. GHILEȚCHII, Gh., NAROLSCHI, Ig., VATAVU, S. **MEDALIE DE ARGINT** (In: *The VIIth International Fair of Innovation and Creative Education for Youth (ICE-USV)*, ediția a VII-a, 10-12 Iulie 2023, Suceava, ROMÂNIA)

4. VARZARI, A., CLIUCANOV, A., VATAVU, S. **MEDALIE DE AUR** (In: *The VIIth International Fair of Innovation and Creative Education for Youth (ICE-USV)*, ediția a VII-a, 10-12 Iulie 2023, Suceava, ROMÂNIA)

5. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., RAEVSCHI, S., VATAVU, S. **MEDALIE DE ARGINT** (In: *Salonul Internațional de Invenții INVENTICA*, ediția a 27-a, 21-23 Iunie 2023, Iași, ROMÂNIA)

6. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., RAEVSCHI, S., VATAVU, S. **MEDALIE DE**

**AUR** (In: *Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA`2023”*, 15-17 Iunie 2023, Timișoara, ROMÂNIA)

7. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., RAEVSCHI, S., VATAVU, S. **MEDALIE DE AUR** (In: *EUROINVENT`23 (European Exhibition of Creativity and Innovation/Expoziția Europeană a Creativității și Inovării)*, ediția a XV-a, 11-13 mai 2023, Iași, ROMÂNIA)

8. GHILEȚCHII, Gh., SPOIALĂ, D., VATAVU., S. **MEDALIE DE AUR, Diplomă și Premiul Special, cupa EUROINVENT AWARD** (In: *The VIth International Fair of Innovation and Creative Education for Youth (ICE-USV)*, 10-12 Iulie 2022, Suceava, ROMÂNIA)

9. RAEVSCHI, S., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V. **MEDALIE DE ARGINT** (In: *The XXVI International Exhibition of Inventions “Inventica 2022”*, 22-24 Iunie 2022, Iași, ROMÂNIA)

10. RAEVSCHI, S., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V. **DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ**. (In: *EUROINVENT`22 (European Exhibition of Creativity and Innovation/Expoziția Europeană a Creativității și Inovării)*, 26-28 May 2022, Iași, ROMÂNIA).

11. CHIRIȚA, A. **MEDALIE DE ARGINT** (In: *EUROINVENT`22 (European Exhibition of Creativity and Innovation/Expoziția Europeană a Creativității și Inovării)*, 26-28 May 2022, Iași, ROMÂNIA).

12. BOTNARIUC, S., GORCEAC, L., CINIC, B., VATAVU, S., COVAL, A., KETRUSH, P., MOLDOVANU, S., RAEVSCHI, S. **MEDALIE DE AUR** (In: *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției PRO INVENT*, ediția a XIX-a, 20-22 Octombrie 2021, Cluj-Napoca, ROMÂNIA)

13. GHILEȚCHII, Gh. **MEDALIE DE AUR** (In: *The Vth International Fair of Innovation and Creative Education for Youth (ICE-USV)*, 28-29, Mai, 2021, Suceava, ROMANIA)

14. GORCEAC, L., BOTNARIUC, V., CINIC, B., VATAVU, S., COVAL, A., RAEVSCHI, S., CHETRUS, P., MOLDOVANU, S. **Diplomă, MEDALIE DE ARGINT** (In: *EUROINVENT`21 (European Exhibition of Creativity and Innovation/Expoziția Europeană a Creativității și Inovării)*, 20-22 mai, 2021, Iași, ROMÂNIA)

15. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., COVAL, A., CINIC, B., RAEVSCHI, S., VATAVU, S. **MEDALIE DE AUR** (In: *Salonul Internațional de INVENȚII INOVAȚII “TRAIAN VUIA”*, 15 octombrie 2020, Timișoara, ROMÂNIA)

16. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., COVAL, A., CINIC, B., RAEVSCHI, S. VATAVU, S. **MEDALIE INVENTICA** (In: *The XXIV-th International Exhibition of Inventions „INVENTICA 2020”*, 29-31 Iulie 2020, Iasi, ROMÂNIA)

17. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., CINIC, B., VATAVU, S., COVAL, A., RAEVSCHI, S., CHETRUS, P.I., MOLDOVANU, S. **Diplomă de excelență, MEDALIE DE ARGINT** (In: *Salonul internațional de invenții “INVENTICA”*, 23-25 Iunie, 2021, Iași, ROMANIA)

18. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., COVAL, A., CINIC, B., RAEVSCHI, S., VATAVU, S. **MEDALIE DE AUR** (In: *EUROINVENT`20 (European Exhibition of Creativity and Innovation/Expoziția Europeană a Creativității și Inovării)*, 23 Mai 2020, Iasi, ROMÂNIA)

19. CHIRITA, A., NASEDCHINA, N., BULIMAGA, T., PRILEPOV, V. **MEDALIE DE BRONZ** (In: *EUROINVENT`20 (European Exhibition of Creativity and Inovation/Expoziția Europeană a Creativității și Inovării)*, 23 May 2020, Iasi, ROMÂNIA)

20. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., COVAL, A., CINIC, B., RAEVSCHI, S., Vatavu, S. **MEDALIE DE AUR** (In: *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PRO INVENT*, ediția a XVIII-a, 18-20 martie 2020, Cluj-Napoca, ROMÂNIA)

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

- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei
- Articole de popularizare a științei

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

1. Sprincean Veaceslav, "Proprietățile optice și fotoelectrice ale nanocompozitelor din sulfura de galiu/selenura de galiu - oxid propriu" / Teză de doctorat, conducător Caraman Mihail, dr. hab. prof. univ.; consultant științific Tighineanu Ion, dr. hab. prof. univ. academician.

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

- Straturi subțiri de  $ZnSnN_2$  preparate prin DC reactive magnetron sputtering;
- Monocristale  $CdTe$ ,  $CdSe$ ,  $Cd_xZn_{1-x}Te$ ,  $Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te_{0,98}Se_{0,02}$ ,  $Cd_{0,95}Zn_{0,05}Te_{0,98}Se_{0,02}$ ,  $Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te_{0,95}Se_{0,05}$ ,  $Cd_{0,95}Zn_{0,05}Te_{0,95}Se_{0,05}$  crescute prin metoda Bridgman;
- Nanopulberi de  $CdSe$  nedopate și dopate;
- Structuri mono- și multistrat polimer/ $(As_4Se_3S_3)_xTe_{1-x}$ ,  $(As_2S_3)_x(SnSe)_{1-x}$ ,  $(As_2S_3)_xSn_{1-x}$ , polyepoxypropylcarbazole/67at% $(As_2S_3)_{0,985}(Bi_2Se_3)_{0,015}$ :33at.%  $As_2Se_3$ , pentru înregistrarea și vizualizarea în timp real a imaginilor în raze X și VIS;
- Straturi subțiri de  $CdSe$ ,  $CdS$ ,  $CdTe$ ,  $GaS$ ,  $Ga_2S_3$ ,  $Ga_2O_3$  și  $GaSe$  preparate pe diferite suporturi pentru aplicații fotodectoare

**15. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei**

- Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor (Opțional)

Model: Nume, prenume / Evenimentul (conferință, consiliu de susținere etc.) / Perioada / Calitatea (membru, președinte ș.a.)

Vatavu Sergiu / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2023 / vicepreședinte

Vatavu Sergiu / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2023 / vicepreședinte

Nedeoglo Natalia / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2023 / membru

Nedeoglo Natalia / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2023 / membru

Nicorici Valentina / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2023 / membru

Nicorici Valentina / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2023 / membru

Sirkeli Vadim / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2023 / membru

Sirkeli Vadim / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2023 / membru

Iurieva Tatiana / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2023 / secretar

Iurieva Tatiana / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2023 / secretar

Moșneaga Alisa / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2023 / membru

Moşneaga Alisa / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2023 / membru  
Vatavu Sergiu / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2022 / vicepreşedinte  
Vatavu Sergiu / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2022 / vicepreşedinte  
Sirkeli Vadim / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2022 / membru  
Sirkeli Vadim / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2022 / membru  
Nedeoglo Natalia / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2022 / membru  
Nedeoglo Natalia / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2022 / membru  
Iurieva Tatiana / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2022 / secretar  
Iurieva Tatiana / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2022 / secretar  
Nedeoglo Dmitrii / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2022 / membru  
Nedeoglo Dmitrii / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2022 / membru  
Sprincean Veaceslav / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2022 / membru  
Vatavu Sergiu / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2021 / vicepreşedinte  
Vatavu Sergiu / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2021 / vicepreşedinte  
Nicorici Valentina / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2021 / membru  
Nicorici Valentina / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2021 / membru  
Nedeoglo Dmitrii / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2021 / membru  
Nedeoglo Dmitrii / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2021 / membru  
Dmitroglu Liliana / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2021 / membru  
Dmitroglu Liliana / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2021 / membru  
Caraman Mihail / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2021 / membru  
Caraman Mihail / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2021 / membru  
Iurieva Tatiana / Comisia de susţinere a tezelor de master / iunie 2021 / secretar  
Iurieva Tatiana / Comisia de susţinere a tezelor de licenţă / iunie 2021 / secretar  
Sirkeli Vadim / Comisia pentru examenul de licenţă / iunie 2020 / membru  
Sprincean Veaceslav / Comisia pentru examenul de licenţă / iunie 2020 / membru

- Redactor / membru al colegiilor de redacţie al revistelor naţionale / internaţionale  
reviste naţionale:

Nicorici Valentina / Studia Universitatis Moldaviae / redactor şef adjunct

Nedeoglo Dmitrii / Studia Universitatis Moldaviae / membru al consiliul academic de redacţie

Caraman Mihail / Studia Universitatis Moldaviae / membru al consiliul academic de redacţie

Vatavu Sergiu / Studia Universitatis Moldaviae / membru al consiliul academic de redacţie

Cliucanov Alexandr / Studia Universitatis Moldaviae / membru al consiliul academic de redacţie

Sirkeli Vadim / Studia Universitatis Moldaviae / recenzent

Vatavu Sergiu / Studia Universitatis Moldaviae / recenzent

Nedeoglo Dmitrii / Moldavian Journal of the Physical Sciences / membru al consiliul academic de redacţie

Vatavu Sergiu / Moldavian Journal of the Physical Sciences / membru al consiliul academic de redacţie

## 16. Recomandări, propuneri.

Elaborarea şi implementarea acţiunilor efective de atragere – susţinere – cointeresare a tinerilor în cercetarea ştiinţifică ar ameliora deficitul de cadre de calitate înaltă atât în educaţie, cât şi în cercetare.

Modificarea esențială a modului de finanțare a proiectelor și a achizițiilor în cadrul acestora - un factor cheie în evoluția unui proiect de succes.

## 17. Concluzii

Structurile multistrat  $\text{Ag}/(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,995}\text{Sn}_{0,005}$ ,  $\text{Ag}/(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,99}\text{Fe}_{0,01}$  și  $\text{Cu}/(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,99}(\text{Bi}_2\text{Se}_3)_{0,01}$  sunt sensibile la radiațiile de raze X și pot fi utilizate pentru înregistrarea micro-obiectelor în raze X. Vizualizarea imaginilor înregistrate se realizează prin tratament chimic într-o soluție de 5% NaOH. Structuri multistrat butilmetacrilat-stiren /65at% $(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,985}(\text{SnSe})_{0,015}$ :35at.% $\text{As}_2\text{Se}_3$  butilmetacrylate-styrene/ $(\text{As}_2\text{Se}_3)_{0,8}(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,188}\text{Te}_{0,012}$  și polyepoxypropylcarbazole/67at% $(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,985}(\text{Bi}_2\text{Se}_3)_{0,015}$ :33at.%  $\text{As}_2\text{Se}_3$  fac posibilă înregistrarea imaginilor microobiectelor în radiații de raze X. Structurile polimer/As-Se-S dopate cu Sn, Te și Bi nu necesită o tratare chimică pentru a vizualiza imagini cu raze X, dar formează imagini în fază de relief în timp real - până la 3,8 s. Structurile polimer/As-Se-S dopate cu Sn, Te și Bi pot fi utilizate cu succes în hlografia cu raze X în studiile științifice și tehnice ale micro-obiectelor.

Au fost sintetizate monocristale de CdTe, CdSe,  $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Te}$  ( $x$  variază între 0,50 și 0,95 cu pasul 0,05),  $\text{Cd}_{0,9}\text{Zn}_{0,1}\text{Te}_{0,98}\text{Se}_{0,02}$ ,  $\text{Cd}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{Te}_{0,98}\text{Se}_{0,02}$ ,  $\text{Cd}_{0,9}\text{Zn}_{0,1}\text{Te}_{0,95}\text{Se}_{0,05}$ ,  $\text{Cd}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{Te}_{0,95}\text{Se}_{0,05}$  cu greutate de cca 20 g și diametru de 12 mm aplicând metoda Bridgman. Cristalele sintetizate prezintă o structură cristalină perfectă și compozițional corectă. Reieșind din necesitățile aplicative în detectori de radiații ionizante, cristalele au fost preparate de dimensiuni  $5 \times 5 \times 1 \text{ mm}^3$ . Semnalul SPV pozitiv a indicat asupra conductivității de p-tip în cazul cristalelor  $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Te}$  corodate, energia de ionizare variind între 5,37 eV și 5,54 eV. Cristalele de CdTe au energia de ionizare de 4,92 eV. Reieșind din teoria existent s-a determinat concentrația purtătorilor de sarcină de  $3,8 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ .

Doparea concomitentă a cristalelor de ZnSe cu elemente din grupele V și VII conduce la formarea centrelor asociative de luminescență activată, responsabile de noile benzi de fotoluminescență largi cu maxime localizate în regiunea lungimilor de undă de la 570 nm până la 580 nm. În probele sub forma de pulberi ZnO:Ag, obținute prin depunerea chimică din soluții apoase, este depistat efectul de autoabsorbție a emisiei radiative din regiunea 400-450 nm în ZnO cu transmiterea energiei centrelor de radiative cu emisie în regiunea 560-600 nm.

A fost dezvoltată tehnologia de sintetizare a straturilor subțiri de ZnO pe Si(111), (p - , n - tip), din acetat de zinc și nitrat de zinc în solvenți cu utilizarea straturilor de ZnO la creșterea GaN/Si. A fost demonstrată posibilitatea obținerii straturilor buferale de ZnO pe Si prin metoda hidrotermală și eficacitatea lor în calitate de barieră la difuzia Si din substrat în GaN. Au fost preparate nanoparticule (15-25 nm) echiaxiale semisferice de ZnO de nucleație. Nanoparticulele sunt agregate cu dimensiunea de 50-200 nm și formează o peliculă pe suprafața  $\text{SiO}_x/\text{Si}$ , densitatea fiind influențată de condițiile de creștere. Au fost preparate straturi de GaN pe structurile obținute prin metoda HVPE. Straturi de GaN potrivite pentru aplicații au fost preparate utilizând strat buferal de AlN (100 nm) preparat pe sapphire la 1100°C cu grosimea de 100 nm.

Straturile de  $\text{Ga}_2\text{S}_3$  au fost preparate prin (CSS) pe suporturi p-Si (100). Temperatura sursei de  $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$  fost de 800°C, iar temperatura suportului a variat între 550-700°C. Prin compararea datelor obținute din analiza materialelor pe două suporturi p-Si și n-Si rezultă: pe suportul de p-Si în regiunea de temperaturi de la 550°C la 700°C se formează un amestec de faze de  $\gamma\text{Ga}_2\text{S}_3$  și  $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$  pe când pe suportul de nSi de la 550°C la 600°C se formează un amestec de faze de

$\gamma\text{Ga}_2\text{S}_3$  și  $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$ ; la temperatura de  $650^\circ\text{C}$  se formează GaS; și la temperatura de  $700^\circ\text{C}$  strat amorf. Odată cu creșterea temperaturii suportului crește concentrația fazei  $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$  și respectiv scade concentrația fazei  $\gamma\text{Ga}_2\text{S}_3$ .

Prepararea straturilor de CdS, CdSe pentru aplicarea în dispozitive fotodectoare a fost efectuată prin metoda CSS pe suporturi TCO (AZO,  $\text{SnO}_2$ )/sticlă. Studiul proprietăților fizice este prezentat în exemplul straturilor subțiri de CdS depuse pe TCO (AZO,  $\text{SnO}_2$ )/sticlă la temperatura suportului între  $280\text{-}460^\circ\text{C}$  temperatura evaporatorului la  $630^\circ\text{C}$ . A fost stabilit că mărirea temperaturii suportului rezultă în formarea straturilor cu perfecțiune structurală mai înaltă, microtensiunile descrescând de 2 ori. Folosirea  $\text{SnO}_2$  în calitate de suport rezultă la formarea pe acesta a straturilor de CdS cu structură P6<sub>3</sub>mc cu dimensiunile cristalitelor în domeniul 7-22 nm. CdS preparat pe AZO prezintă o scădere a valorii lucrului de ieșire cu approx. 0,25 eV la mărirea temperaturii suportului până la  $463^\circ\text{C}$ , iar cel preparat pe  $\text{SnO}_2$  prezintă o scădere a valorii menționate cu mai puțin de 55 meV. Energia de ionizare prezintă o dependență cu saturare după  $350^\circ\text{C}$  (AZO) și o creștere liniară în cazul structurii CdS/ $\text{SnO}_2$ . Poziția nivelului Fermi ce variază între 180 meV și 320 meV sub CBM pentru CdS/AZO, în timp ce în cazul CdS structurii CdS/ $\text{SnO}_2$  se observă degenerare.

Straturi subțiri de  $\text{ZnSnN}_2$  au fost preparate prin metoda DC reactive magnetron sputtering în atmosferă de  $\text{N}_2$ . În calitate de suport s-au utilizat sticla și Si. Temperatura suportului a variat între  $30^\circ\text{C}$  și  $350^\circ\text{C}$ . Țintele reprezintă un aliaj compus din Zn și Sn cu concentrațiile atomare:  $\text{Zn}_{0,30}\text{Sn}_{0,70}$ ;  $\text{Zn}_{0,45}\text{Sn}_{0,55}$ ;  $\text{Zn}_{0,50}\text{Sn}_{0,50}$ ;  $\text{Zn}_{0,55}\text{Sn}_{0,45}$ ;  $\text{Zn}_{0,70}\text{Sn}_{0,30}$ ;  $\text{Zn}_{0,85}\text{Sn}_{0,15}$ . A fost demonstrat formarea materialului semiconductor  $\text{ZnSnN}_2$ , pentru toate țintele folosite. Pentru cazul folosirii țintei magnetron  $[\text{Zn}]/[\text{Sn}]=0,5/0,5\%$ at., dimensiunea cristalitelor variază în limitele 4-16 nm, mărimea lor fiind practic constantă și maximă pentru temperaturile suportului între  $100^\circ\text{C}$  și  $200^\circ\text{C}$ . Rugozitatea suprafeței denotă o scădere clară de la 13 nm la 2 nm odată cu mărirea temperaturii suportului. Dependența microstrain-ului de temperatura suportului prezintă un minim la  $150^\circ\text{C}$ .

Prepararea straturilor de  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  a fost posibilă prin metoda aerosol. Temperatura suportului (0001)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a fost de  $590^\circ\text{C}$ . Grosimea peliculei de  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  monoclinic este de 31 nm, contactele pentru fotodetector UV-blind fiind de Ti/Au.

Au fost elaborate tehnologiile de preparare a straturilor nano/micrometrice n, pInP, nCdS, nZnO, ITO,  $\text{SiO}_2$  și a heterojoncțiunilor în baza lor, pentru fotodetectori, aplicând metodele HVPE (Hydride Vapor Phase Epitaxy), CSS, pirolizei din spray, tehnica depunerii din aerosoli metaloorgrafici și evaporarea cu fascicul de electroni. S-a stabilit, că majorarea concentrației acceptorilor în substratele pInP a HJ nCdS-pInP de la  $4,5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  la  $3,38 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  conduce la diminuarea valorilor fotosensibilității absolute de la 0,470A/W la 0,200A/W, iar direcția cristalografică prioritară a substratului este (111)A spre deosebire de (111)B sau (100). Stratul epitaxial intermediar p<sup>o</sup> în heterojoncțiunile tip nCdS-p<sup>o</sup>-pInP și a celui antireflectant  $\text{SiO}_2$  depus pe suprafața frontală a heterojoncțiunii ce provoacă creșterea fotosensibilității absolute și a eficienței cuantice externe în medie cu cca 13%, fotosensibilitatea absolută maximă de 0,50-0,51 A/W, eficiența cuantică externă de 78-80% în intervalul lungimilor de undă 650-900nm. Heterojoncțiunile tip ZnO-InP, ITO-TiO<sub>2</sub>-InP permit extinderea fotosensibilității absolute în intervalul lungimilor de undă de 400-950nm.

A fost stabilit că fotodetectorul pentru regiunea UV în baza ZnSe având structura metal-semiconductor-metal cu contacte hibride Ag-nanowire și Ni/Au are curentul de întuneric maxim

de 0,36 nA la tensiunea de 15 V. Valoarea maximă a fotosensibilității este de  $0,58 \text{ A} \cdot \text{W}^{-1}$  la tensiunea de 15 V și lungimea de undă de 325 nm. A fost stabilit că dependența detectivității de tensiunea aplicată are este de tip V-shape cu valoarea maximă a detectivității de  $\sim 5,49 \cdot 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{Hz}^{1/2} \text{ W}^{-1}$  la tensiunea de 15 V.

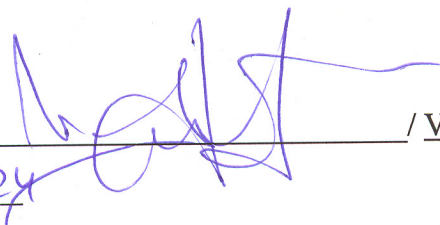
Mărirea nivelului de dopare a contactului colectorului de la  $1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  la  $8 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  pentru stucturile RTD polar c-plane  $\text{Al}_{0,30}\text{Ga}_{0,70}\text{N}/\text{GaN}$  cu o groapă de potențial rezultă în micșorarea lățimii barierei colectorului (ca urmare a polarizării) de la  $\sim 50 \text{ nm}$  la  $10 \text{ nm}$  și mărește coeficientul de transmisie a barierei la tunelarea rezonantă.

A fost stabilit că pentru structura  $\text{Al}_{0,25}\text{Ga}_{0,75}\text{N}/\text{GaN}$  cu două gropi de potențial și bariere cuantice triple la doparea n-tip a colectorului de  $1 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ , primul nivel rezonant de energie este estimat la  $\sim 0,24 \text{ eV}$ .

Un maxim de rezonanță la 0,88 V este stabilit din dependențele curent-tensiune pentru structuri RTD non-polar m-plane  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$  ( $x=0,25$ ) cu bariere cuantice triple. Pentru un astfel de dispozitiv RTD, valoarea maximă a curentului este de  $1,2 \cdot 10^5 \text{ A}/\text{cm}^2$ .

Puterea maximă pentru cel mai bun dispozitiv RTD în baza  $\text{AlGaIn}/\text{GaN}$  este de  $3 \mu\text{W}$  la  $0,54 \text{ THz}$  la  $300\text{K}$ .

Conducătorul de proiect



/ VATAVU Sergiu

Data:

12.01.2024

LȘ



**Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023**

**MATERIALE ȘI STRUCTURI MULTIFUNCȚIONALE PENTRU DETECTAREA  
RADIĂȚILOR ELECTROMAGNETICE**

**Cifrul proiectului 20.80009.5007.12**

Au fost preparate structuri multistrat  $\text{Ag}/(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,995}\text{Sn}_{0,005}$   $\text{Ag}/(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,99}\text{Fe}_{0,01}$  și  $\text{Cu}/(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,99}(\text{Bi}_2\text{Se}_3)_{0,01}$  pentru înregistrarea imaginilor sub influența radiației X. Au fost obținute structuri multistrat butilmetacrilat-stiren/65at% $(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,985}(\text{SnSe})_{0,015}$ :35at.%  $\text{As}_2\text{Se}_3$ , butilmetacrylate-styrene/ $(\text{As}_2\text{Se}_3)_{0,8}(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,188}\text{Te}_{0,012}$  și polyepoxypropylcarbazole / 67at% $(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,985}(\text{Bi}_2\text{Se}_3)_{0,015}$ :33at.%  $\text{As}_2\text{Se}_3$  pentru înregistrarea imaginilor relief-fază în raze X. Au fost înregistrate imagini cu raze X ale microfidelor cu diametru de 30 $\mu\text{m}$  și 6  $\mu\text{m}$  în timp real – până la 3,8 s.

Au fost sintetizate monocristale de CdTe, CdSe,  $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Te}$  (x variază între 0,50 și 0,95 cu pasul 0,05),  $\text{Cd}_{0,9}\text{Zn}_{0,1}\text{Te}_{0,98}\text{Se}_{0,02}$ ,  $\text{Cd}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{Te}_{0,98}\text{Se}_{0,02}$ ,  $\text{Cd}_{0,9}\text{Zn}_{0,1}\text{Te}_{0,95}\text{Se}_{0,05}$ ,  $\text{Cd}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{Te}_{0,95}\text{Se}_{0,05}$  prin metoda Bridgman. Cristalele de  $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Te}$  corodate au energia de ionizare 5,37-5,54 eV. Cristalele de CdTe au energia de ionizare de 4,92 eV și concentrația purtătorilor de sarcină de  $3,8 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ .

A fost depistat fenomenul de autoabsorbție a emisiei radiative din regiunea 400-450 nm și de transmitere de energie a centrelor de emisie în regiunea 560-600 nm în nanopulberile de ZnO:Ag. Au fost elaborate cicluri tehnologice și stabilite regimuri optime de sinteză a monocristalelor de CdSe și nanopulberilor de CdSe și doparea lor cu metale de tranziție. Au fost obținute structuri de tipul “nucleu (CdSe) – înveliș (ZnO sau CdS)” prin metoda depunerii hidrochimice în comun cu metoda solvotermală.

A fost demonstrată posibilitatea obținerii straturilor buferale dirijate de ZnO pe Si prin metoda hidrotermală și eficacitatea lor în calitate de barieră la difuzia Si din substrat în GaN. Au fost preparate straturi de nucleație proprii de ZnO pe structuri de AlN/Si.

Straturile de  $\text{Ga}_2\text{S}_3$  au fost preparate prin CSS pe suporturi *p*-Si(100). Temperatura sursei de  $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$  fost de 800°C, iar a suportului: 550-700°C. Pentru temperaturile suportului 550-700°C se formează un amestec de faze de  $\gamma\text{Ga}_2\text{S}_3$  și  $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$ . La mărirea temperaturii suportului crește concentrația fazei  $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$  și respectiv scade concentrația fazei  $\gamma\text{Ga}_2\text{S}_3$ .

Straturi subțiri de  $\text{ZnSnN}_2$  au fost preparate prin metoda DC reactive magnetron sputtering în atmosferă de  $\text{N}_2$ . În calitate de suport s-au utilizat sticla și Si. A fost demonstrat formarea materialului semiconductor nanocrystalin  $\text{ZnSnN}_2$ , pentru toate țintele folosite.

Prepararea straturilor de  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  monoclinic (31 nm) a fost posibilă prin metoda aerosol. Temperatura suportului (0001)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a fost de 590°C, contactele fotodetectorului fiind de Ti/Au.

Majorarea concentrației acceptorilor în substratele pInP în structura nCdS-pInP de la  $4,5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  la  $3,38 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  rezultă în micșorarea fotosensibilității absolute de la 0,470A/W la 0,200 A/W.

Mărirea nivelului de dopare a contactului colectorului de la  $1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  la  $8 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  pentru stucturile RTD polar c-plane  $\text{Al}_{0,30}\text{Ga}_{0,70}\text{N}/\text{GaN}$  cu o groapă de potențial rezultă în micșorarea lățimii barierei colectorului de la ~ 50 nm la 10 nm și mărește coeficientul de transmisie a barierei la tunelarea rezonantă. A fost stabilit că pentru structura  $\text{Al}_{0,25}\text{Ga}_{0,75}\text{N}/\text{GaN}$  cu două gropi de potențial și bariere cuantice triple la doparea n-tip a colectorului de  $1 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ , primul nivel rezonant de energie este estimat la ~ 0,24 eV. A fost determinată frecvența maximă intrinsecă de oscilație (cut-off frequency) și valoarea maximă a puterii de ieșire de 3  $\mu\text{W}$  la 0,54 THz la 300K pentru cele mai bune dispozitive în baza RTD AlGaN/GaN.

Ag/(As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>0,995</sub>Sn<sub>0,005</sub> Ag/(As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>0,99</sub>Fe<sub>0,01</sub> and Cu/(As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>0,99</sub>(Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>)<sub>0,01</sub> multilayer structures were fabricated for recording images under the influence of X radiation. Multilayer structures of butylmethacrylate-styrene/65at%(As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>0,985</sub>(SnSe)<sub>0,015</sub>:35at.% As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>, butylmethacrylate-styrene/(As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>)<sub>0,8</sub>(As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>0,188</sub>Te<sub>0,012</sub> and polyepoxypropylcarbazole / 67at%(As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)<sub>0,985</sub>(Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>)<sub>0,015</sub>:33at.% As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> for X-ray phase-relief imaging were obtained. X-ray images of 30 μm and 6 μm diameter microwires were recorded in real time – up to 3.8 s.

Single crystals of CdTe, CdSe, Cd<sub>x</sub>Zn<sub>1-x</sub>Te (x varies between 0.50 and 0.95 in steps of 0.05), Cd<sub>0,9</sub>Zn<sub>0,1</sub>Te<sub>0,98</sub>Se<sub>0,02</sub>, Cd<sub>0,95</sub>Zn<sub>0,05</sub>Te<sub>0,98</sub>Se<sub>0,02</sub>, Cd<sub>0,9</sub>Zn<sub>0,1</sub>Te<sub>0,95</sub>Se<sub>0,05</sub>, Cd<sub>0,95</sub>Zn<sub>0,05</sub>Te<sub>0,95</sub>Se<sub>0,05</sub> were synthesized by the Bridgman method. Etched Cd<sub>x</sub>Zn<sub>1-x</sub>Te crystals have an ionization energy of 5.37-5.54 eV. CdTe crystals have an ionization energy of 4.92 eV and a charge carrier concentration of 3.8·10<sup>13</sup> cm<sup>-3</sup>.

The phenomenon of self-absorption of the radiative emission in the 400-450 nm region and transmission of the energy of the emission centers in the 560-600 nm region in the ZnO:Ag nanopowders was detected. Technological cycles were developed and optimal regimes for the synthesis of CdSe single crystals and CdSe nanopowders and their doping with transition metals were established. Structures of the "core (CdSe) - shell (ZnO or CdS)" type were obtained by the hydrochemical deposition method together with the solvothermal method.

The possibility of obtaining the controlled buffer layers of ZnO on Si by the hydrothermal method and their effectiveness as a barrier to the diffusion of Si from the substrate into GaN was demonstrated. Self-nucleation layers of ZnO on AlN/Si structures were prepared by the hydrothermal method.

Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> layers were prepared by CSS on p-Si(100) substrates. The temperature of the α' Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> source was 800°C, and of the substrates: 550-700°C. For substrate temperatures of 550-700°C, a mixture of γ Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> and α Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> phases is formed. When the temperature of the support increases, the concentration of the α Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> phase increases and respectively the concentration of the γ Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> phase decreases.

Thin layers of ZnSnN<sub>2</sub> were prepared by DC reactive magnetron sputtering method in N<sub>2</sub> atmosphere onto glass and Si substrates. The formation of the nanocrystalline ZnSnN<sub>2</sub> semiconductor material was demonstrated for all the targets used.

The preparation of 31 nm thick β- Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> layers was possible by the aerosol method. The temperature of the (0001) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> substrate was 590°C, the contacts for photodetector are Ti/Au.

The acceptor concentration increasing in the pInP substrates in the nCdS-pInP structure from 4,5·10<sup>16</sup> cm<sup>-3</sup> to 3,38·10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup> results in the decrease of the absolute photosensitivity from 0.470 A/W to 0.200 A/W.

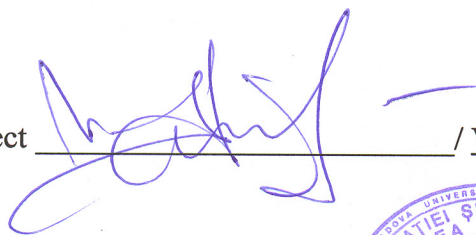
The collector contact doping level increase from 1·10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup> to 8·10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup> for the Al<sub>0,30</sub>Ga<sub>0,70</sub>N/GaN polar c-plane RTD structures with a potential well results in the narrowing of the collector barrier width from ~50 nm to 10 nm and increases the transmission coefficient of the barrier to the 8·10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup> resonant tunneling. It was established that for the Al<sub>0,25</sub>Ga<sub>0,75</sub>N/GaN structure with two potential wells and triple quantum barriers at collector n-type doping of 1·10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup>, the first resonant energy level is estimated to be ~ 0.24 eV. The cut-off frequency and the maximum output power value of 3 μW at 0.54 THz at 300K were determined for the best RTD-based devices AlGaN/GaN.

## Volumul total al finanțării proiectului 2020-2023

Cifrul proiectului: 20.80009.5007.12

Anul	Finanțarea planificată (mii lei)	Finanțarea Executată (mii lei)	Cofinanțare (mii lei)
2020	2800,0	2800,0	50,0
2021	2800,0	2800,0	50,0
2022	2800,0	2800,0	50,0
2023	3349,3	3349,3	50,0
<b>Total</b>	<b>11749,3</b>	<b>11749,3</b>	<b>200,0</b>

Conducătorul de proiect


/ VATAVU Sergiu

Data:

12.01.2024

LȘ



## Compoența echipei pe parcursul anilor 2020-2023

Cifrul proiectului 20.80009.5007.12

a. 2023

Echipa proiectului conform contractului de finanțare 2020-2023						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Vatavu Sergiu	1977	dr.	0,5	03.12.2023	31.12.2023
2.	Chirița Arcadi	1964	dr.	0,25	03.12.2023	31.12.2023
3.	Sirkeli Vadim	1978	dr.	0,5	03.12.2023	31.12.2023
4.	Narolschi Igor	1968		0,5	03.12.2023	31.12.2023
5.	Rotaru Corneliu	1964		1	03.12.2023	31.12.2023
6.	Nedeoglo Natalia	1974	dr.	0,5	03.12.2023	31.12.2023
7.	Spoială Dorin	1968		1	03.12.2023	31.12.2023
8.	Nedeoglo Dmitrii	1942	dr. hab.	1	03.12.2023	31.12.2023
9.	Cliucanov Alexandr	1944	dr. hab.	0,25	03.12.2023	31.12.2023
10.	Caraman Mihail	1941	dr. hab.	0,5	03.12.2023	31.12.2023
11.	Sușchevici Constantin	1943	dr.	1	03.12.2023	31.12.2023
12.	Sisianu Sergiu	1966	dr. hab.	0,5	03.12.2023	31.12.2023
13.	Gorceac Leonid	1942	dr.	0,5	03.12.2023	31.12.2023
14.	Iurieva Tatiana	1966		0,5	03.12.2023	31.12.2023
15.	Goglidze Tatiana	1947		1	03.12.2023	31.12.2023
16.	Botnariuc Vasile	1945	dr.	0,5	03.12.2023	31.12.2023
17.	Raevschi Simion	1941	dr.	0,75	03.12.2023	31.12.2023
18.	Nasedchina Nadejda	1947		0,75	03.12.2023	31.12.2023
19.	Moșneaga Alisa	1989	dr.	0,5	03.12.2023	31.12.2023
20.	Chetruș Petru Ion	1944	dr.	0,25	03.12.2023	31.12.2023
21.	Gaugaș Petru	1946	dr.	0,25	03.12.2023	31.12.2023
22.	Nicorici Valentina	1952	dr.	0,5	03.12.2023	31.12.2023
23.	Chetruș Petru Mihail	1944	dr.	0,25	03.12.2023	31.12.2023
24.	Dmitroglo Liliana	1978	dr.	0,25	03.12.2023	31.12.2023
25.	Palamarciuc Oleg	1985	dr.	0,75	03.12.2023	31.12.2023

26.	Palamarcu Tatiana	1984	dr.	0,5	03.12.2023	18.04.2023
27.	Bercu Elena	1975		0,5	03.12.2023	31.12.2023
28.	Boris Iulia	1978	dr.	1	03.12.2023	31.12.2023
29.	Șapoval Oleg	1963	dr.	1	03.12.2023	31.12.2023
30.	Belenciuc Alexandr	1960	dr.	1	03.12.2023	31.12.2023
31.	Rusu Marin	1963	dr.	Fără remunerare	-	-
32.	Spinei Eugen	1995		0,5	03.12.2023	31.12.2023
33.	Ghilețchi Gheorghe	1998		0,5	03.12.2023	31.12.2023
34.	Varzari Alexandru	1997		0,5	03.12.2023	31.12.2023
35.	Leca Ludmila	1997		0,5	03.12.2023	31.12.2023
36.	Maistruc Irina	1996		0,5	03.12.2023	31.12.2023
37.	Sandu Mădălina	1997		0,5	03.12.2023	31.12.2023
38.	Nica Xenia	1995		0,5	01.04.2023	31.12.2023
39.	Vițu Evelina	1989		0,5	01.07.2023	31.12.2023
40.	Caragacian Stanislav	1999		0,5	03.12.2023	31.12.2023

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform proiectului - 27,5%

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_

/ VATAVU Sergiu

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

12.01.2024

LȘ



**Componența echipei pe parcursul anilor 2020-2023**

**Cifrul proiectului 20.80009.5007.12**

**a. 2022**

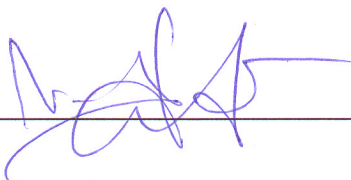
<b>Echipei proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)</b>						
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume (conform contractului de finanțare)</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>	<b>Data eliberării</b>
1.	Vatavu Sergiu	1977	dr.	0,5	03.01.2022	31.12.2022
2.	Chirița Arcadi	1964	dr.	0,25	03.01.2022	31.12.2022
3.	Sirkeli Vadim	1978	dr.	0,5	03.01.2022	31.12.2022
4.	Narolschi Igor	1968		0,5	03.01.2022	31.12.2022
5.	Rotaru Corneliu	1964		1	03.01.2022	31.12.2022
6.	Nedeoglo Natalia	1974	dr.	0,5	03.01.2022	31.12.2022
7.	Spoială Dorin	1968		1	03.01.2022	31.12.2022
8.	Nedeoglo Dmitrii	1942	dr. hab.	1	03.01.2022	31.12.2022
9.	Cliucanov Alexandr	1944	dr. hab.	0,25	03.01.2022	31.12.2022
10.	Caraman Mihail	1941	dr. hab.	0,5	03.01.2022	31.12.2022
11.	Sușchevici Constantin	1943	dr.	1	03.01.2022	31.12.2022
12.	Șișianu Sergiu	1966	dr. hab.	1	03.01.2022	31.12.2022
13.	Gorceac Leonid	1942	dr.	0,75	03.01.2022	31.12.2022
14.	Iurieva Tatiana	1966		0,5	03.01.2022	31.12.2022
15.	Goglidze Tatiana	1947		1	03.01.2022	31.12.2022
16.	Botnariuc Vasile	1945	dr.	0,75	03.01.2022	31.12.2022
17.	Raevschi Simion	1941	dr.	0,75	03.01.2022	31.12.2022
18.	Nasedchina Nadejda	1947		0,75	03.01.2022	31.12.2022
19.	Prilepov Vladimir	1938	dr.	0,75	03.01.2022	31.12.2022
20.	Chetruș Petru Ion	1944	dr.	0,25	03.01.2022	31.12.2022
21.	Gaugăș Petru	1946	dr.	0,25	03.01.2022	31.12.2022
22.	Nicorici Valentina	1952	dr.	0,5	03.01.2022	31.12.2022
23.	Chetruș Petru M.	1944	dr.	0,25	03.01.2022	31.12.2022
24.	Dmitroglu Liliana	1978	dr.	0,5	03.01.2022	Transfer pe 0,25 unitate din 01.09.2022 Eliberare 31.12.2022
25.	Palamarciuc Oleg	1985	dr.	1	03.01.2022	31.12.2022
26.	Palamarciuc Tatiana	1984	dr.	0,5	03.01.2022	31.12.2022
27.	Bercu Elena	1975		0,5	03.01.2022	31.12.2022
28.	Boris Iulia	1978	dr.	1	03.01.2022	31.12.2022
29.	Șapoval Oleg	1963	dr.	1	03.01.2022	31.12.2022
30.	Belenciuc Alexandr	1960	dr.	1	03.01.2022	31.12.2022
31.	Nica Xenia	1995		0,5	01.04.2022	31.12.2022
32.	Vițu Evelina	1989		0,5	03.01.2022	30.06.2022
33.	Spinei Eugen	1995		0,5	03.01.2022	31.12.2022
34.	Ghilețchi Gheorghe	1998		0,5	03.01.2022	31.12.2022
35.	Varzari Alexandru	1997		0,5	03.01.2022	31.12.2022

36.	Leca Ludmila	1997		0,5	03.01.2022	31.12.2022
37.	Mastruc Irina	1996		0,5	03.01.2022	31.12.2022
38.	Sandu Mădălina	1997		0,5	03.01.2022	31.12.2022

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform proiectului - 21,0%

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2022					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.	Moșneaga Alisa	1989	dr.	0,25	01.11.2022
2.	Dmitroglu Liliana	1978	dr.	0,25	Transfer pe 0,25 unitate din 01.09.2022

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării 23,0%

Conducătorul de proiect  / VATAVU Sergiu

Data: 12.01.2024

LȘ



**Componența echipei pe parcursul anilor 2020-2023**

**Cifrul proiectului 20.80009.5007.12**

**a. 2021**

<b>Echipei proiectului conform contractului de finanțare 2020-2023</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.	Vatavu Sergiu	1977	dr.	0,5	04.01.2021	31.12.2021
2.	Chirița Arcadi	1964	dr.	0,5	04.01.2021	Transfer pe 0,25 un. din 01.07.2021- 31.12.2021
3.	Sirkeli Vadim	1978	dr.	0,5	04.01.2021	31.12.2021
4.	Narolschi Igor	1968		0,5	04.01.2021	31.12.2021
5.	Rotaru Corneliu	1964		1	04.01.2021	31.12.2021
6.	Nedeoglo Natalia	1974	dr.	0,5	04.01.2021	31.12.2021
7.	Spoială Dorin	1968		1	04.01.2021	31.12.2021
8.	Sprincean Veaceslav	1980		0,25	04.01.2021	31.08.2021
9.	Nedeoglo Dmitrii	1942	dr. hab.	1	04.01.2021	31.12.2021
10.	Clucanov Alexandr	1944	dr. hab.t	0,75	04.01.2021	Transfer pe 1 un. din 01.05.2021
11.	Caraman Mihail	1941	dr. hab.	0,5	04.01.2021	31.12.2021
12.	Sușchevici Constantin	1943	dr.	1	04.01.2021	31.12.2021
13.	Antoniuc Constantin	1949		1	04.01.2021	24.04.2021 deces
14.	Șișianu Sergiu	1966	dr. hab.	0,5	04.01.2021	Transfer pe 1 un. din 01.05.2021
15.	Gorceac Leonid	1942	dr.	1	04.01.2021	31.12.2021
16.	Iurieva Tatiana	1966		0,5	04.01.2021	31.12.2021
17.	Goglidze Tatiana	1947		1	04.01.2021	31.12.2021
18.	Botnariuc Vasile	1945	dr.	1	04.01.2021	31.12.2021
19.	Raevschi Simion	1941	dr.	1	04.01.2021	31.12.2021
20.	Nasedchina Nadejda	1947		1	04.01.2021	31.12.2021
21.	Prilepov Vladimir	1938	dr.	1	04.01.2021	31.12.2021
22.	Coval Andrei	1947	dr.	1	04.01.2021	24.05.2021 deces
23.	Cinic Boris	1943		1	04.01.2021	18.03.2021 deces
24.	Chetruș Petru Ion	1944	dr.	0,5	04.01.2021	31.12.2021
25.	Gaugaș Petru	1946	dr.	0,5	04.01.2021	31.12.2021
26.	Nicorici Valentina	1952	dr.	0,5	04.01.2021	31.12.2021
27.	Chetruș Petru Mihail	1944	dr.	0,5	04.01.2021	31.12.2021
28.	Dmitroglu Liliana	1978	dr.	0,5	04.01.2021	31.12.2021
29.	Palamarciuc Oleg	1985	dr.	1	04.01.2021	31.12.2021

30.	Palamarciuc Tatiana	1984	dr.	0,25	04.01.2021	Transfer pe 0,75 un. din 01.05.2021 31.12.2021
31.	Bercu Elena	1975		0,5	04.01.2021	31.12.2021
32.	Catruc-Inculeț Adriana	1991		0,25	04.01.2021	30.06.2021
33.	Șapoval Oleg	1963	dr.	0,25	04.01.2021	Transfer pe 0,5 un. din 01.05.2021 31.12.2021
34.	Belenciuc Alexandr	1960	dr.	0,25	04.01.2021	Transfer pe 0,5 un. din 01.05.2021 31.12.2021
35.	Melnițchi Iurie	1997		0,25	04.01.2021	30.06.2021
36.	Nica Xenia	1995		0,25	04.01.2021	Transfer pe 0,5 un. din 01.05.2021 31.12.2021
37.	Ghilețchi Gheorghe	1998		0,25	01.09.2021	31.12.2021
38.	Varzari Alexandru	1997		0,25	01.09.2021	31.12.2021
39.	Buzu Piotr	1989		0,25	04.01.2021	30.06.2021
40.	Maistruc Irina	1996		0,25	04.01.2021	31.12.2021
41.	Sandu Mădălina	1997		0,25	04.01.2021	31.12.2021

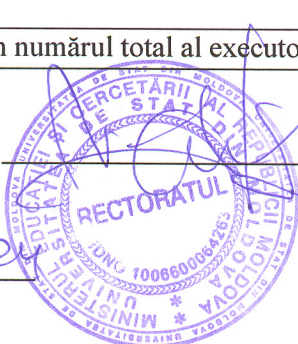
Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform proiectului - 24,4%

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2021					
Nr.	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.	Șapoval Oleg	1963	doctor	1	Transfer din 01.07.2021
2.	Belenciuc Alexandr	1960	doctor	1	Transfer din 01.07.2021
3.	Leca Ludmila	1998		0,25	01.09.2021

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării 22,9%

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_ / VATAVU Sergiu

Data: 12.01.2024



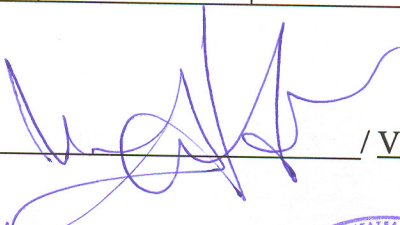
LȘ

**Componenta echipei pe parcursul anilor 2020-2023****Cifrul proiectului 20.80009.5007.12****a. 2020**

<b>Echipa proiectului conform contractului de finanțare 2020-2023</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.	Vatavu Sergiu	1977	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
2.	Chirița Arcadi	1964	dr.	1	03.01.2020	31.12.2020
3.	Sirkeli Vadim	1978	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
4.	Narolschi Igor	1968		0,5	03.01.2020	31.12.2020
5.	Rotaru Corneliu	1964		1	03.01.2020	31.12.2020
6.	Nedeoglo Natalia	1974	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
7.	Spoială Dorin	1968		1	03.01.2020	31.12.2020
8.	Sprincean Veaceslav	1980		0,25	03.01.2020	31.12.2020
9.	Nedeoglo Dmitrii	1942	dr. hab.	1	03.01.2020	31.12.2020
10.	Cliucanov Alexandr	1944	dr. hab.	0,75	03.01.2020	31.12.2020
11.	Caraman Mihail	1941	dr. hab.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
12.	Sușchevici Constantin	1943	dr.	1	03.01.2020	31.12.2020
13.	Antoniuc Constantin	1949		1	03.01.2020	31.12.2020
14.	Rusu Marin	1963	dr.	0,25 / fără remunerare	-	-
15.	Gorceac Leonid	1942	dr.	1	03.01.2020	31.12.2020
16.	Iurieva Tatiana	1966		0,5	03.01.2020	31.12.2020
17.	Goglidze Tatiana	1947		1	03.01.2020	31.12.2020
18.	Botnariuc Vasile	1945	dr.	1	03.01.2020	31.12.2020
19.	Raevschi Simion	1941	dr.	1	03.01.2020	31.12.2020
20.	Nasedchina Nadejda	1947		1	03.01.2020	31.12.2020
21.	Prilepov Vladimir	1938	dr.	1	03.01.2020	31.12.2020
22.	Coval Andrei	1947	dr.	1	03.01.2020	31.12.2020
23.	Cinic Boris	1943		1	03.01.2020	31.12.2020
24.	Chetruș Petru Ion	1944	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
25.	Gaugaș Petru	1946	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
26.	Nicorici Valentina	1952	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
27.	Chetruș Petru Mihail	1944	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
28.	Dmitroglu Liliana	1978	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
29.	Palamarciuc Oleg	1985	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2020
30.	Palamarciuc Tatiana	1984	dr.	0,25	03.01.2020	31.12.2020
31.	Scurtu Roman	1985		0,25	03.01.2020	31.12.2020
32.	Catruc-Inculeț Adriana	1991		0,5	03.01.2020	31.12.2020
33.	Șapoval Oleg	1963	dr.	0,25	03.01.2020	31.12.2020
34.	Belenciuc Alexandr	1960	dr.	0,25	03.01.2020	31.12.2020

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform proiectului - 8,8%

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2020					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
4.	Chirița Arcadi	1964	dr.	0,5	03.01.2020
5.	Palamarciuc Oleg	1985	dr.	1,0	03.01.2020
6.	Șișianu Sergiu	1966	dr. hab.	0,5	10.08.2020

Conducătorul de proiect  / VATAVU Sergiu

Data: 12.01.2024

LȘ



**Formular privind raportarea indicatorilor în cadrul proiectului Programe de Stat  
pentru perioada 2020 – 2023, cifrul 20.80009.5007.12**

Indicator 1	Rezultat				Indicator 2	Rezultat				Indicator 3	Rezultat			
	2020	2021	2022	2023		2020	2021	2022	2023		2020	2021	2022	2023
<b>Nr. de cereri de brevete înregistrate în cadrul proiectului de cercetare finanțat</b>			1	1	<b>Nr. de brevete obținute în cadrul proiectului de cercetare finanțat</b>	1	1		3	<b>Procentul lucrărilor științifice aplicate în practică, din totalul lucrărilor publicate în cadrul proiectului de cercetare finanțat</b>	5	10	20	20
<b>Total</b>			1	1		1	1		3		5	10	20	20

Conducător de proiect \_\_\_\_\_ / VATAVU Sergiu

Data 12.01.2024

LS

