

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2022

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2022

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL 2022

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

MATERIALE ȘI STRUCTURI MULTIFUNCȚIONALE PENTRU DETECTAREA
RADIĂȚILOR ELECTROMAGNETICE

20.80009.5007.12

Prioritatea Strategică V: Competitivitate economică și tehnologii inovative

Rectorul USM

ȘAROV Igor



Președintele Senatului

ȘAROV Igor



Conducătorul proiectului

VATAVU Sergiu



Chișinău 2022

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

Optimizarea parametrilor materialelor și structurilor pentru aplicații practice în detectarea / generarea radiațiilor electromagnetice.

2. Obiectivele etapei anuale

1. Elaborarea dispozitivelor semiconductoare mono- și multistrat pentru vizualizarea în timp real a imaginilor în raze X. Prepararea structurilor cu straturi subțiri $(As_4Se_3S_3)_xTe_{1-x}$, $(As_2S_3)_x(SnSe)_{1-x}$, $(As_2S_3)_xSn_{1-x}$. Prepararea filmelor $ZnSiN_2$ TiO_2 și $CdSeTe$ și a heterojoncțiunilor în baza lor.

2. Optimizarea parametrilor fizici și a design-ului detectorilor de raze X. Creșterea monocristalelor $CdSe$.

3. Optimizarea teoretico-experimentală a parametrilor dispozitivelor multifuncționale în domeniul spectral UV, VIS, IR și THz în structurile cu dimensionalitate 1D (cu 2, 3, 4 gropi cuantice) și 3D.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

- Prepararea structurilor cu straturi subțiri $Cu/(As_4Se_3S_3)_xTe_{1-x}$, $(As_2S_3)_x(SnSe)_{1-x}$, $(As_2S_3)_xSn_{1-x}$ și studierea proprietăților optice și distribuției spectrale a fotoconductibilității. Elaborarea dispozitivelor semiconductoare mono- și multistrat polimer/ $(As_4Se_3S_3)_xTe_{1-x}$, $(As_2S_3)_x(SnSe)_{1-x}$, $(As_2S_3)_xSn_{1-x}$ pentru înregistrarea și vizualizarea în timp real a imaginilor în raze X și VIS cu rezoluție spațială înaltă.

- Optimizarea parametrilor detectorilor de radiații ionizante în baza diodelor Schottky $Me/CdTe$ în funcție de parametrii de contactare. Optimizarea parametrilor detectorilor de radiații ionizante în baza diodelor Schottky $Me/CdZnTe$ funcție de parametrii de contactare.

- Stabilirea regimurilor tehnologice optime de sinteză și dopare a cristalelor și nanopulberilor de $CdSe$ cu impurități de metale de tranziție (Fe, Cr, V). Cercetarea proprietăților luminescente a cristalelor și nanopulberilor de $CdSe$ în funcție de concentrația impurităților dopante de metale de tranziție (Fe, Cr, V) rezultând astfel informația despre spectrul energetic a impurităților dopante și starea de sarcină a ionilor acestora.

- Prepararea substraturilor de Si, optimizarea condițiilor de sintetizare a straturilor de AlN în sistemul HVPE. Depunerea straturilor de nucleație proprii, tratate termic de ZnO pe structurile de AlN/Si , prin metoda hidrotermală, din compușii organici ai zincului, creșterea straturilor de GaN pe structurile obținute prin metoda HVPE; Cercetarea proprietăților fizice ale heterojoncțiunilor obținute.

- Prepararea GaS și $GaSe$ monocristalin și sub formă de straturi subțiri nanometrice și cercetarea proprietăților fizice ale acestora. Elaborarea și optimizarea sistemului de contactare a detectorilor în bază de GaS și $GaSe$.

- Elaborarea tehnologiei de preparare a straturilor subțiri $ZnSiN_2$. Cercetarea parametrilor morfologico-structurali în funcție de tehnologia de obținere. Prepararea structurilor fotodetectoare $TCO/CdS/Cd(Se)Te/CdTe/Me$ prin metoda CSS; Optimizarea tehnologiei de preparare a straturilor subțiri $ZnSiN_2$.

- Elaborarea tehnologiei de preparare a straturilor epitaxiale TiO_2 și cercetarea lor. Prepararea și cercetarea structurilor tip $ITO-TiO_2-pInP$ (100), (111).

- Simularea numerică și cercetarea complexă a proprietăților fizice pentru structurile RTD nepolare m-plane $GaN/AlGaN$ cu 2 bariere cuantice cu diferite conținuturi de Al în $AlGaN$. Simularea numerică și cercetarea complexă a proprietăților fizice pentru structurile RTD nepolare m-plane $GaN/AlGaN$ cu 3 bariere cuantice cu diferite conținuturi de Al în $AlGaN$.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Au fost preparate structuri cu straturi subțiri $\text{Cu}/(\text{As}_4\text{Se}_3\text{S}_3)_x\text{Te}_{1-x}$, $(\text{As}_2\text{S}_3)_x(\text{SnSe})_{1-x}$, $(\text{As}_2\text{S}_3)_x\text{Sn}_{1-x}$ și cercetate proprietățile optice și distribuția spectrală a fotoconductibilității. Au fost elaborate dispozitive semiconductoare mono- și 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.

2. Au fost crescute monocristale de CdZnSeTe , CdZnTe , CdTe cu diferită compoziție și confecționate mostre ale detectorilor de radiații ionizante. Reieșind din analiza numerică, s-a efectuat analiza eficienței detectorilor în funcție de metalele contact. Au fost studiate probele corodate și despicate prin intermediul metodelor KP (Kelvin Probe) și PYS (Photoelectron Emission Spectroscopy).

3. A fost dezvoltată tehnologia de sinteză și creștere a monocristalelor de CdSe prin metoda Bridgman și prin transferului fizic al vaporilor. Sunt obținute serii de probe cu diversă concentrație a impurităților dopante de Cr , V și Co . Au fost optimizate metode și parametri tehnologici de obținere a cristalelor și nanopulberilor reieșind din cercetarea proprietăților structurale a monocristalelor și a nanopulberilor de CdSe , precum și proprietăților electrice și fotoluminescente ale acestora.

Au fost utilizate metode de sinteză chimică a pulberilor ultradisperse de CdSe : hidrochimică, solvotermală și cu microunde. A fost cercetată influența condițiilor de sinteză asupra calității materialului sintetizat. Au fost obținute serii de nanopulberi de CdSe , nedopate și dopate cu impurități de Cu și Cr . Au fost cercetate spectrele de fotoluminescență (FL) nanopulberilor.

4. Au fost preparate substraturi de Si și optimizate condițiile de sintetiză a straturilor de AlN în sistemul HVPE. Au fost depuse straturi de nucleație proprii de ZnO pe structuri de AlN/Si , prin metoda hidrotermală. Au fost preparate straturi de GaN pe structurile obținute prin metoda HVPE.

5. A fost efectuată elaborarea și optimizarea tehnologiei de preparare a straturilor de GaS , Ga_2S_3 și GaSe prin metoda CSS. Au fost efectuate măsurările și analiza structurii (XRD) și morfologiei (AFM) a straturilor obținute pe diferite suporturi (sticlă, quartz, Si). A fost efectuată analiza compozițională a cristalelor sursă și a peliculelor preparate. Este testat un sistem de contactare propus.

6. A fost optimizată tehnologia de preparare a straturilor de ZnSnN_2 în funcție de materialul țintă pentru depunerea magnetron. Au fost studiate probele pe diferite suporturi prin intermediul metodelor KP și PYS. Au fost preparate probe-test prin DC magnetron sputtering a materialului ZnSiN_2 . A fost efectuată analiza compozițională a probelor în vederea stabilirii omogenității acestora.

7. A fost elaborată tehnologia de preparare a straturilor epitaxiale TiO_2 prin metoda MAD și cercetate probele obținute în vederea aplicării lor în structurile $\text{ITO-TiO}_2\text{-pInP}$.

8. A fost realizată modelarea numerică a transportul electronic în structurile cuantice în bază de m-plane $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ ($x=0,1-0,4$) nepolare cu una și două gropi cuantice și bariere simetrice la 300K. A fost cercetată influența conținutului de Al ($x=0,1-0,4$) în barierele cuantice și în gropile de potențial cuantice cu lățimea (2-10 nm) asupra dependențelor curent-tensiune a dispozitivelor RTD.

5. Rezultatele obținute

Purtători de informație pe bază de polimer/semiconductor calcogenic sticlos au fost preparați pe substraturi de polietilentereftalat cu electrod conductor semitransparent de Cr. Structuri cu straturi subțiri (1,8-3,5 μm) în baza de semiconductori calcogenici sticloși ai sistemului As-Se-S dopați cu Sn și Te au fost preparate prin evaporare termică în vid pe suprafața substratelor conductoare. Cercetarea proceselor de difuzie a Cu sub acțiunea razelor X, a fost efectuată prin depunerea pe stratul semiconductor a unui strat de Cu de 20-30 nm. Înregistrarea imaginii relief-fază a fost realizată prin depunerea pe stratul semiconductor a unui strat de polimer (0,6 μm) de butylmetacrylatestyrene. Imaginile au fost înregistrate utilizând o sursă de raze X (anod de Cu, 45 kV, 40 mA, $\lambda \sim 0,027-0,25$ nm). Înregistrarea și dezvoltarea imaginilor a fost efectuată în procese separate, care, spre deosebire de procesul simultan, exclude influența radiațiilor ionizante asupra procesului de înregistrare. Astfel, proba a fost plasată într-o cameră cu raze X și iradiată printr-o mască, apoi a fost scoasă din cameră și plasată în dispozitivul pentru vizualizarea imaginilor înregistrate. În dispozitivul de vizualizare, proba a fost încălzită până la starea de polimer plastic (68°), iar suprafața a fost încărcată cu sarcini pozitive folosind un dispozitiv de înaltă tensiune (7,0-7,8 kV). În rezultatul deformării suprafeței polimerului în zonele iradiate, a fost vizualizată imaginea înregistrată cu raze X, care a fost examinată cu un microscop optic cu o mărire de 1200^X. Cele mai bune rezultate în cazul structurii polimer/As-Se-S-Sn au fost obținute pentru compoziția 65at%(As₂S₃)_{0,985}(SnSe)_{0,015}:35at.% As₂Se₃. Au fost înregistrate imaginile de contrast ale unei rețele fine de alamă la iradiere cu un spectru larg ($\lambda \sim 0,027-0,25$ nm) la o doză absorbită de 0,56 Gy. În timpul înregistrării imaginilor obiectelor cu raze X monocromatice (0,154 nm), expunerea pentru această compoziție a fost de 2,52–5,1 J/cm². Pentru structura polimer/As-Se-S-Te, cele mai bune rezultate au fost obținute pentru compoziția (As₂Se₃)_{0,8}(As₂S₃)_{0,188}Te_{0,012} - imaginile au fost înregistrate în intervalul spectral ($\lambda \sim 0,027-0,25$ nm) la o doză absorbită de 0,64 Gy, iar pentru radiații monocromatice (0,154 nm) - intervalul de expunere 17,2-24,6 J/cm². La această etapă a cercetării, a fost posibilă înregistrarea imaginilor unui fir de W cu un diametru de 90 μm , exista căi de mărire a rezoluției ce vor fi implementate. Aceleași compoziții pot fi folosite și pentru a înregistra imagini în intervalul spectral vizibil. Similar cu înregistrarea cu raze X, imaginile aceluiași obiecte au fost obținute prin iradierea structurii polimer/65at%(As₂S₃)_{0,985}(SnSe)_{0,015}:35at.% As₂Se₃ cu radiație laser $\lambda = 532$ nm la o expunere de 270 mJ/cm². Vizualizarea imaginii a fost efectuată în aceleași condiții ca și pentru raze X. Pentru compoziția polimer/(As₂Se₃)_{0,8}(As₂S₃)_{0,188}Te_{0,012}, imaginile au fost înregistrate în radiație laser $\lambda = 632,8$ nm la o expunere de 180 mJ/cm².

Studiul proceselor de difuzie a Cu în structurile Cu/(As₂Se₃)_{0,8}(As₂S₃)_{0,188}Te_{0,012} și Cu/65at%(As₂S₃)_{0,985}(SnSe)_{0,015}:35at.% As₂Se₃, a fost efectuată prin iradierea probelor cu radiație X în intervalul dozelor absorbite 0,3-0,9 Gy. Dependența spectrală a transmisiei a fost măsurată înainte și după iradiere în același punct al probei studiate. Transmisia optică a crescut datorită difuziei Cu din stratul apropiat de suprafață în adâncimea stratului semiconductor: pentru structura Cu/65at%(As₂S₃)_{0,985}(SnSe)_{0,015}:35at.% As₂Se₃, transmisia a crescut cu 0,6% și pentru Cu/(As₂Se₃)_{0,8}(As₂S₃)_{0,188}Te_{0,012} cu 0,4%. Difuzia Cu în stratul semiconductor sub acțiunea razelor X modifică viteza de gravare chimică în zonele iradiate în raport cu zonele neiradiate ale semiconductorului. Acest efect permite înregistrarea imaginilor cu raze X cu vizualizarea ulterioară a imaginilor folosind gravarea chimică în soluție de NaOH 5%. Pentru compoziția Cu/65at%(As₂S₃)_{0,985}(SnSe)_{0,015}:35at.% As₂Se₃ imaginile au fost înregistrate la o

doză absorbită de 0,75 Gy și pentru compoziția $\text{Cu}/(\text{As}_2\text{Se}_3)_{0,8}(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,188}\text{Te}_{0,012}$ la o doză absorbită de 0,9 Gy.

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 după cum reiese din analiza difracției de raze X și metoda 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. Având în vedere o concentrația a purtătorilor de sarcină scăzută, respective, rezistență înaltă ce nu permite măsurări Hall convenționale s-a recurs la aplicarea metodelor KP și PYS pentru caracterizarea proprietăților electronice. Au fost determinate energia de ionizare, DOS (density of states). 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. Caracteristicile curent tensiune pentru structurile cercetate au fost simulate prin intermediul softului SCAPS 1D stabilindu-se și diagrama de benzi a detectorului în condiții de lucru (la polarizări inverse).

Prin metoda Bridgman și transferului fizic al vaporilor au fost obținute serii de probe structural perfecte de monocristale de CdSe, atât nedopate, cât și dopate cu ionii metalelor de tranziție Cr, V, Co în procesul difuziei lor termice din topitura de Cd (ce conține impurități dopante de diferită concentrație).

A fost cercetată difracția razelor X pe CdSe, obținut atât prin metoda Bridgman cât și prin transferul fizic al vaporilor. Analiza difractogramelor a arătat că, tabloul de difracție corespunde prezenței a numai unei faze – CdSe de calitate structurală înaltă, de structură hexagonală (P63mc). Prin metoda Rietveld 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 obținute de CdSe la 450-500°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. Astfel, tratarea cristalelor de CdSe în topitura de Cd rezultă în purificarea acestora de impurități necontrolabile.

Spectrele de fotoluminescență (FL) a monocristalelor de CdSe obținute au fost cercetate la temperatura de 77K și 300K, în intervalul lungimilor de undă de la 450-800 nm (excitarea laser 410 nm). A fost stabilit că, spectrul de FL a cristalului inițial nedopat de CdSe, la 300K constă dintr-o bandă structurată largă cu maxime în la 580 nm și 620 nm. În corespundere cu datele bibliografice, se poate presupune că, pentru componenta cu maximum la 620 nm sunt responsabile tranzițiile bandă-bandă. A fost demonstrat că, după tratarea termică a cristalelor în topitură de Cd, brusc scade intensitatea radiației din domeniul undelor scurte și apare o bandă dominantă după intensitate la approx. 710 nm. Apariția tranzițiilor radiative în apropierea marginii benzii interzise ce domină spectrul de FL a probei de CdSe tratate termic în topitura de

Cd presupune purificarea de impurități necontrolabile. Adăugarea impurității de vanadiu (V) în topitura de Cd conduce la lărgirea și mărirea intensității benzii de radiație. Maximul benzii se deplasează spre 690 nm, iar în regiunea de 710 nm apare o particularitate a benzii radiative.

Nanopulberi de CdSe de modificare cubică și hexagonală au fost preparate prin metoda sintezei solvotermale. Dimensiunile cristalitelor pulberilor obținute sunt în intervalul 6,5-14 nm. Sinteza s-a realizat la 160°C în condiții speciale. Timpul de sinteză a variat de la 5,5 ore până la 29 ore. A fost demonstrat că, conținutul de CdSe în produsul finit crește odată cu majorarea timpului de sinteză. Timpul de sinteză optimal constituie 23-25 ore. Cantitatea maximală de CdSe în produsul finit (68%) a fost obținută din amestecul de reacție, care conține în calitate de stabilizator polietilenglicol (PEG). Utilizarea în calitate de stabilizator a glicerinei sau a alcoolului polivinilic (APV) permite obținerea pulberilor de CdSe cu dimensiuni ale cristalitelor de maxim 10 nm. Maximumul principal în spectrul de FL pentru diferite probe de CdSe la 300K și excitare laser de 410 nm, se află în intervalul 680 - 710 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 CdCl₂ și SeO₂, iar în calitate de impuritate dopantă a fost utilizată CrCl₃. În calitate de oxidant s-a folosit hidrazin hidrat. Stabilizarea procesului de formare a particulelor de CdSe s-a efectuat prin adaosul în soluția inițială a PEG cu masa molară 35000. Sinteza s-a realizat în condiții optimale la 160°C în decurs de 23 ore. 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. Rezultatele obținute indică asupra necesității de realizare a cercetărilor FL în domeniul IR apropiat > 800 nm, unde, se evidențiază influența Cr asupra FL a CdSe și ZnSe.

Au fost preparate substraturi de Si și optimizate condițiile de sintetizare a straturilor de AlN în sistemul HVPE pe substraturi de *n*-Si(111), 10 Ω·cm, *p*-Si(100) Ω·cm. Pe suprafețele de AlN a structurilor au fost depuse contacte metalice de Ti de cca 40 nm (pe structurile GaN/AlN/Al₂O₃) în condiții tehnologice identice celor aplicate mai sus. Au fost preparate straturi de nucleație proprii de ZnO pe structuri de AlN/Si, prin metoda hidrotermală. Cu scopul obținerii dizolvanțului optimal la sintetizarea straturilor de ZnO din soluțiile organice ale Zn pe Si, au fost sintetizate straturi de nucleație a ZnO în apă – etanol cu diferită concentrație a componentelor. Concentrația acetatului de zinc di hidrat pentru toți dizolvanții constituia 0,1 mol. %. Au fost utilizate substraturi de diferită orientare cristalografică (111), (100). Straturile de nucleație au fost sintetizate timp de 2 ore la temperaturile de 85-90°C. După tratarea termică în aer la 500°C timp de 2 ore, pe structurile obținute au fost preparate straturi proprii de ZnO din soluțiile (0,2 mol. % Zn(NO₃)₂·6H₂O – 0,2 mol. % KOH). Straturile obținute au fost tratate termic în aer la 500°C timp de 3 ore.

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 sarcina de 10¹⁴-10¹⁵ cm⁻³ au fost obținute pe structuri de AlN/Al₂O₃.

În cercetările efectuate s-a folosit metoda volumului cvasiînchis (CSS) pentru prepararea sulfurii de galiu pe suporturi rezistente la temperaturi înalte. În calitate de suporturi pentru prepararea

straturilor subțiri de sulfură de galiu s-a folosit *p*-Si cu orientarea cristalografică (100). Temperatura sursei de α -Ga₂S₃ fost de 800°C, iar temperatura suportului a variat între 550-700°C. Probele astfel obținute au fost caracterizate structural prin intermediul difracției de raze X în configurație GI-XRD considerându-se toate corecțiile instrumentale necesare, iar morfologia acestora a fost studiată prin intermediul microscopiei de forță atomică în non-contact mode. Analiza cantitativă și precizarea parametrilor rețelei cristaline a presupus utilizarea metodei Rietveld, unde s-a ținut cont de: factorul de scară, factorul de polarizare Lorentz, factorul de multiplicitate, factorul de structură, funcția de profil a maximului provenit de la reflexia de la planul cu indicii *h*, *k*, *l* dați (în calitate de funcție de profil s-a utilizat funcția Pseudo-Voight), factorul de absorbție, intensitatea fonului în punctul *i*, factorul de texturare, în aproximația March-Dollase 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 -Ga₂S₃ pe suportul de *p*-Si(100), s-a stabilit formarea unui amestec de γ -Ga₂S₃ și α -Ga₂S₃. 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 -Ga₂S₃). A fost stabilit că odată cu mărirea temperaturii suportului se mărește concentrația fazei α -Ga₂S₃ și respectiv scade concentrația fazei γ -Ga₂S₃. Fazele detectate corespund: γ -Ga₂S₃ PDF4+ 00-0430916; α -Ga₂S₃ 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 γ -Ga₂S₃ și α -Ga₂S₃ pe când pe suportul de *n*-Si de la 550°C la 600°C se formează un amestec de faze de γ -Ga₂S₃ și α -Ga₂S₃; 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 -Ga₂S₃ și respectiv scade concentrația fazei γ -Ga₂S₃.

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.

A fost elaborată tehnologia de preparare a straturilor de ZnSiN₂ prin metoda DC reactive magnetron sputtering. Straturile preparate sunt transparente având dimensiunea nanometrică a cristalitelor. Sunt efectuate cercetări curente cu privire la stabilirea confirmărilor structurale și vibraționale pentru acest material. Straturi nanometrice (50-300 nm) de ZnSnN₂ au fost preparate pe substraturi de Si și Sticlă în interval de temperaturi a suportului de 30-300°C prin intermediul metodei optimizate DC reactive magnetron sputtering. Au fost efectuate cercetări structurale (GI-XRD+Rietveld), morfologice (AFM), compoziționale (XRF), studiul proprietăților de suprafață (KP și PYS). A fost stabilită o dependență clară a proprietăților fizice studiate de temperatura suportului. În calitate de țintă pentru magnetron a fost folosit aliajul Zn+Sn în raport [Zn]/[Sn]= $x/(1-x)$ %at. unde *x* variază între 0,15 și 0,85. Pentru cazul folosirii țintei magnetron

$[Zn]/[Sn]=0,5/0,5\%$ at., analiza tabloului de difracție a straturilor preparate pe sticlă, a demonstrat formarea materialului semiconductor $ZnSnN_2$, cu structura cristalină ce corespunde rețelei ortorombice $Pna2_1$ cu parametrii rețelei cristaline ce depind de temperatura suportului. A fost stabilit că dimensiunea cristalitelor variază în limitele 4-16 nm, mărimea lor fiind practic constantă și maximă pentru temperaturile suportului între 100°C și 200°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°C, ce corespunde maximului intensității tabloului de difracție în funcție de temperatura suportului. Analiza proprietăților suprafeței a demonstrat lipsa semnalului SPV – fermi level pinning, energia de ionizare depășind 5,5 eV. Analiza compozițională a demonstrat o omogenitate compozițională a straturilor obținute.

Straturi de 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 TiO_2): $(Ti(O-i-Pr)_2(TMHD)_2$ și $Nb_2(OEt)_{10}$). Studiul difracției de raze X a demonstrat că straturile de 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] TiO_2 //(001)[100]STO și (001)[010] TiO_2 //(001)[100]STO. Straturi de $TiO_2(001)$ films pot fi dopate cu Nb, rezultând în modificarea conductibilității de la izolator la metal. Doparea corespunzătoare permite de a prepara TiO_2 semiconductor cu fotoconductibilitate în regiunea UV. Optimizarea efectuată în continuu în ceea ce ține de tehnologia de preparare permite aplicarea acestor straturi inclusiv în structure cu sensibilitate în UV.

Structuri non-polar m-plane $Al_xGa_{1-x}N/GaN$ RTD cu o singură groapă de potential și bariere cuantice duble au fost studiate numeric. Conținutul de Al - (x) în barierele cuantice $Al_xGa_{1-x}N$ a fost variat între $x=0,10$ și $x=0,40$, ceea ce corespunde înălțimii barierei: 0,115 eV și 0,524 eV, respectiv. Structura pe straturi a unei astfel de structuri cuantice este următoarea (enumărare de la emitor): 100 nm GaN (emitter)/10 nm UID GaN (spacer)/ 2nm $Al_xGa_{1-x}N$ (QB)/3nm GaN (QW)/2nm $Al_xGa_{1-x}N$ (QB)/ 10 nm UID GaN (spacer)/100 nm GaN (collector). În lipsa tensiunii aplicate (0 V) structurile non-polar m-plane RTD au diagrama benzii de conducție simetrică datorită absenței câmpurilor piezoelectrice interne, în comparație cu diagrama benzii de conducție asimetrică pentru cazul structurilor polare c-plane. A fost stabilit că la tensiunea de 1 V aplicată structurilor non-polar m-plane RTD, mărirea conținutului de Al (x) în barierele cuantice $Al_xGa_{1-x}N$ de la 0,1 la 0,4 rezultă în micșorarea esențială a densității de la $1,512 \cdot 10^6$ A/cm² la $1,633$ A/cm², respectiv.

Structurile non-polar m-plane $Al_xGa_{1-x}N/GaN$ RTD cu două gropi de potential și bariere cuantice triple au fost simulate numeric la 300 K. Conținutul de Al (x) în barierele cuantice $Al_xGa_{1-x}N$ a fost constant și egal cu $x=0,25$, ce corespunde înălțimii barierei de 0,321 eV. Structura pe straturi a unei astfel de structuri cuantice este următoarea (enumărare de la emitor): 100 nm GaN (emitter)/10 nm UID GaN (spacer)/ 2nm $Al_{0,25}Ga_{0,75}N$ (QB)/3nm GaN (QW)/2nm $Al_{0,25}Ga_{0,75}N$ (QB)/ 3nm GaN (QW)/2nm $Al_{0,25}Ga_{0,75}N$ (QB)/ 10 nm UID GaN (spacer)/100 nm GaN (collector). A fost stabilită prezența unui maxim (de rezonanță) la 0,88 V în dependența current-tensiune pentru structurile non-polar m-plane $Al_{0,25}Ga_{0,75}N /GaN$ RTD cu bariere cuantice triple. Densitatea curentului în maxim este de $1,2 \cdot 10^5$ A/cm². A fost stabilit că mărirea lărgimii barierei cuantice de la 2 nm la 10 nm rezultă în micșorarea esențială a densității curentului de la $1,2 \cdot 10^5$ A/cm² la $6,4 \cdot 10^3$ A/cm².

6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul de referință în cadrul proiectului din Programul de Stat**
MATERIALE ȘI STRUCTURI MULTIFUNCȚIONALE PENTRU DETECTAREA
RADIATIILOR 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. Capitole în monografii naționale/internaționale

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

4. Articole în reviste științifice

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

4.1.1. 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. DOI:10.15251/CL.2022.196.439. URL: <https://chalcogen.ro/index.php/journals/chalcogenide-letters/11-cl/573-volume-19-number-6-june-2022> (IF=0,855)

4.1.2. 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. DOI: 10.15251/CL.2022.1910.683 URL: <https://chalcogen.ro/index.php/journals/chalcogenide-letters/11-cl/581-volume-19-number-10-october-2022> (IF=0,855)

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 As₂S₃ 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.1596-1600. ISSN: 2581-8341. DOI: <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V5-i5-23>. URL: <https://ijcsrr.org/single-view/?id=6083&pid=5969>

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

4.4. în alte reviste naționale

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)

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

6.3.1. NASEDCHINA, N., PRILEPOV, V., SANDU, M., CHIRIȚA, A. Difuzia Ag sub acțiunea razelor X în structurile cu straturi subțiri As_2S_3 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.2. PRILEPOV, V., NASEDCHINA, N., MAISTRUC, I., CHIRITA, A. Difuzia Cu în structurile cu straturi subțiri $(As_2S_3)_{0,99}(Bi_2Se_3)_{0,01}$ 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.3. 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.4. 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.5. 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.6. 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.7. 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.8. КЛЮКАНОВ, А., НИКА, Д., ВАРЗАРЬ, А., ВАТАВУ, 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.9. SPOIALĂ, D., GHILEȚCHII, Gh., VATAVU, E., DMITROGLO, L., ȘAPOVAL, O., BELENCIUC, A., ROTARU, C., NAROLSCHI, Ig., VATAVU, S. Stratouri subțiri Ga₂S₃ 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.10. 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 ZnSnN₂ 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.11. VATAVU, E., SPRINCEAN, V., DMITROGLO, L., GURĂU, V., CARAMAN, M. Fotorezistor pentru regiunea ultravioletă pe bază de strat din nanofire de β-Ga₂O₃. 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.3.12. 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. *in press*. ISBN 978-9975-152-48-8. ISBN 978-9975-158-60-2.

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

7.1.1. 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/>

7.1.2. VATAVU, S., ROTARU, C., NAROLSCHI, Ig., GHILEȚCHII, 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>

7.1.3. NAROLSCHI, Ig., KLYUKANOV, A.A., ROTARU, C., GHILETCHII, Gh., BERCU, E., VATAVU, S. ZnSnN₂ 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>

7.1.4. 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>

7.1.5. 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>

7.1.6. BELENCHUK, A., STROH, K., SHAPOVAL, O., VATAVU, S. Optical properties of laminar VO₂-TiO₂ 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>

7.1.7. VATAVU, E., DMITROGLO, L., SPRINCEAN, V., SPOIALĂ, D., LECA, L., CARAMAN, M., VATAVU, S. n-Ga₂O₃/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>

7.1.8. BELENCHUK, A., SHAPOVAL, O., BORIS, Iu., PALAMARCIUC, O., VATAVU, E., DMITROGLO, L., VATAVU, S. Metalorganic aerosol deposition of Ga₂O₃ 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>

7.1.9. 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>

7.1.10. BELENCHUK, A., SHAPOVAL, O., DEHNING, A., FLATHMANN, C., VATAVU, S., MOSHNYGA, V., SEIBT, M., JOOSS, C. Nb-doped TiO₂ 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>

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

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

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

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

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

9.1. CHIRIȚA, A. Purtător pentru înregistrarea imaginilor în raze X. Cerere de brevet nr. S20220010, data depozit 2022.02.16.

9.2. CHIRIȚA, A. Purtător pentru înregistrarea imaginilor în raze X și în regiunea vizibilă a spectrului. Cerere de brevet nr. S20220039, data depozit 2022.06.10.

9.3. BOTNARIUC, V., GORCEAC, L., RAEVSCHI, S., ROTARU C., VATAVU S. Procedeu de creștere a straturilor epitaxiale TiO₂. Cerere de brevet nr. S20220063, data depozit 2022.09.27.

9.4. RAEVSCHI, S., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V. Procedeu de creștere a cristalelor prin metoda resublimării. Cerere de brevet nr. S20220020, data depozit 2022.03.25.

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

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

Detectorii de radiații ionizante în baza semiconductorilor CdTe, CdZnTe, CdSeTe, CdZnSeTe sunt alternativă pentru detectorii de Si folosiți în prezent în tomografie, având un avantaj esențial – lipsa practică a degradării. Imagistica în raze X a fost testată prin cercetarea structurilor multistrat polimer/ $(As_4Se_3S_3)_xTe_{1-x}$, $(As_2S_3)_x(SnSe)_{1-x}$, $(As_2S_3)_xSn_{1-x}$ pentru înregistrarea și vizualizarea în timp real a imaginilor în raze X și VIS. Fotodectoarele în baza heterojoncțiunilor $TiO_2/pInP$ și GaN sunt de perspectivă pentru detectare radiațiilor UV. Simularea dispozitivelor THz formează bazele tehnologiilor în domeniul THz cu aplicații în medicină și securitate. Structurile în bază de Ga_2S_3 și GaSe precum și aliajele în baza lor sunt destinate detectării radiațiilor electromagnetice în domeniul UV-VIS.

8. 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 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 în particular:

- Utilaj pentru studiul materialelor prin intermediul cercetării difracției în raze X (difractometru de raze X Empryan);
- Microscop de Forță Atomică (cu modul STM) Park Systems;
- Instalație de măsurări ale fotoluminescenței în baza monocromatorului MDP-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 semiconductor;
- 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:
- ВУП-4, ВУП-5, УВН-2, УВН-73, УВН63М;
- pentru prepararea straturilor subțiri micro și nanocristaline ale compușilor semiconductori А2В6, А3В5 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;
- Instalatie automatizata pe baza microcalculatorului pentru măsurarea și procesarea spectrelor de transmisie KСВУ-23;
- Microscop electronic cu baleiaj și microanalizator РЭМП-4;
- Instalații tehnologice pentru prepararea straturilor epitaxiale a compușilor А3В5 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 semiconductoarelor 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 ВУП-5;
- Instalații pentru măsurări optice și înregistrarea informației optice, hologramelor și interferogramelor;
- Instalație computerizată pentru măsurarea puterii radiației optice monocromatice РМ100USB ThorLabs;
- Instalație în baza ВУП-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 ДФС-8;
- Spectrofotometru SPECORD M40;
- Instalație pentru spectroscopie Raman;
- Sistem de depunere magnetron în vid înalt a peliculelor subțiri oxidice 01НН–7–006 «Оратория 5»

9. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului

1. Grupurile de cercetare din cadrul USM din laboratoarele:

- Laboratorul de Cercetări Științifice FIZICA ȘI INGINERIA NANOMATERIALELOR E. ПОКАТИЛОВ

- Laboratorul de Cercetări Științifice FIZICA MEDIULUI ȘI MODELAREA SISTEMELOR COMPLEXE

2. Institutul de Fizică Aplicată

3. Universitatea Tehnică a Moldovei

10. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului

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

11. Dificultățile în realizarea proiectului

Una din dificultățile semnificative este timpul excesiv de mare de la momentul depunerii cererilor de brevet până la recepționarea hotărârii de acordare a brevetului.

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

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 USM conferința

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

1. 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)

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

ROMÂNIA)

3. RAEVSCHI, S., GORCEAC, L., BOTNARIUC, V. **DIPLOMĂ DE EXCELENȚĂ**. (In: EUROINVENT (European Exhibition of Creativity and Innovation), 26-28 May 2022, Iași, ROMÂNIA).

14. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute **în proiect** în mass-media:
- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei
 - Articole de popularizare a științei
15. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2022 de membrii echipei proiectului
16. Materializarea rezultatelor obținute **în proiect**
- Straturi subțiri de ZnSnN₂ 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;
 - Structuri mono- și multistrat polimer/(As₄Se₃S₃)_xTe_{1-x}, (As₂S₃)_x(SnSe)_{1-x}, (As₂S₃)_xSn_{1-x} pentru înregistrarea și vizualizarea în timp real a imaginilor în raze X și VIS;
 - Straturi de Ga₂S₃ și GaSe pentru aplicații fotodectoare.
17. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2022
- Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor
Vatavu Sergiu / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2022 / vicepreședinte
Vatavu Sergiu / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2022 / vicepreședinte
Sirkeli Vadim / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2022 / membru
Sirkeli Vadim / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2022 / membru
Nedeoglo Natalia / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2022 / membru
Nedeoglo Natalia / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2022 / membru
Iurieva Tatiana / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2022 / secretar
Iurieva Tatiana / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2022 / secretar
Nedeoglo Dmitrii / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2022 / membru
Nedeoglo Dmitrii / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2022 / membru
Sprincean Veaceslav / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2022 / membru
Nicorici Valentina / Comisia de susținere a tezelor de master / iunie 2021 / membru
Nicorici Valentina / Comisia de susținere a tezelor de licență / iunie 2021 / membru
 - Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale
reviste naționale:
Nicorici Valentina / Studia Universitatis Moldaviae / redactor șef adjunct
Nedeoglo Dmitrii / Studia Universitatis Moldaviae / membru al consiliul academic de redacție
Caraman Mihail / Studia Universitatis Moldaviae / membru al consiliul academic de

redacție

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

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

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 redacție

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

18. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect.

Au fost înregistrate cu succes imagini în domeniul razelor X pentru compoziția purtătorului de informație $\text{Cu}/65\text{at}\%(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,985}(\text{SnSe})_{0,015}:35\text{at}\% \text{As}_2\text{Se}_3$ la o doză absorbită de 0,75 Gy și pentru compoziția $\text{Cu}/(\text{As}_2\text{Se}_3)_{0,8}(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,188}\text{Te}_{0,012}$ la o doză absorbită de 0,9 Gy, iar pentru structura polimer/As-Se-S-Te, cele mai bune rezultate au fost obținute pentru compoziția $(\text{As}_2\text{Se}_3)_{0,8}(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,188}\text{Te}_{0,012}$ - imaginile au fost înregistrate la o doză absorbită de 0,64 Gy.

Au fost sintetizate monocristale de CdTe, CdSe, $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Te}$ ($x=0,50-0,95$), $\text{Cd}_{0,9}\text{Zn}_{0,1}\text{Te}_{0,98}\text{Se}_{0,02}$, $\text{Cd}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{Te}_{0,98}\text{Se}_{0,02}$, $\text{Cd}_{0,9}\text{Zn}_{0,1}\text{Te}_{0,95}\text{Se}_{0,05}$, $\text{Cd}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{Te}_{0,95}\text{Se}_{0,05}$. Au fost determinate energia de ionizare și DOS reieșind din măsurători KP și PYS.

Monocristale de CdSe nedopate, și dopate cu Cr, V, Co, structural perfecte, au fost crescute prin metoda Bridgman și transferul fizic al vaporilor din topitura de Cd. Tratarea termică în topitură de Cd a monocristalelor obținute de CdSe la 450-500°C duce la mărirea considerabilă a mobilității electronilor. Nanopulberi de CdSe (cubic și hexagonal) nedopate și dopate cu Cr au fost preparate prin metoda sintezei solvotermale, dimensiunile cristalitelor fiind 6,5-14 nm.

Au fost preparate straturi de nucleație proprii de ZnO pe structuri de AlN/Si, prin metoda hidrotermală. Straturi de GaN potrivite pentru aplicații au fost preparate utilizând strat buferal de AlN (100 nm) preparat pe sapphire la 1100°C.

A fost utilizată metoda CSS pentru prepararea sulfurii de galiu pe suporturi de *p*, *n*-Si (100). Temperatura sursei de $\alpha\text{-Ga}_2\text{S}_3$ fost de 800°C, iar a suportului a variat între 550-700°C. S-a stabilit formarea unui amestec de $\gamma\text{Ga}_2\text{S}_3$ și $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$ în stratul subțire format.

Prin intermediul metodei CSS au fost preparate straturi subțiri de GaSe pe suporturi precum mica, sticla, Si, saphir. S-a efectuat cercetarea influenței temperaturii suportului 410-600°C menținând temperatura evaporatorului constantă (700°C) asupra morfologiei structurii și compoziției de fază.

Straturi nanometrice (50-300 nm) de ZnSnN_2 au fost preparate pe substraturi de sticlă în intervalul de temperaturi a suportului de 30-300°C prin intermediul DC reactive magnetron sputtering prin folosirea diferitor ținte (Zn+Sn). A fost stabilit că dimensiunea cristalitelor variază în limitele 4-16 nm, mărimea lor fiind practic constantă și maximă pentru temperaturile suportului între 100°C și 200°C.

Straturi de TiO_2 au fost preparate prin metoda MAD prin folosirea precursorului de Ti - $(\text{Ti}(\text{O}-i\text{-Pr})_2(\text{TMHD})_2)$. TiO_2 se cristalizează în structura anatase orientată (001). Doparea corespunzătoare permite de a prepara TiO_2 semiconductor cu fotoconductibilitate UV.

Proprietățile structurilor non-polar m-plane $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ RTD cu o singură groapă de potențial și bariere cuantice duble au fost simulate numeric, stabilindu-se că la 1 V, mărirea conținutului de Al (*x*) în barierele cuantice $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ de la 0,1 la 0,4 rezultă în micșorarea densității curentului de la $1,512 \cdot 10^6$ A/cm² la 1,633 A/cm², respectiv. Structurile non-polar m-plane $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ RTD cu două gropi de potențial și bariere cuantice triple at fost simulate numeric la 300 K pentru $x=0,25$, ce corespunde înălțimii barierei de 0,321 eV. În dependența current-tensiune este prezent un maxim la 0,88 V, curentul fiind $1,2 \cdot 10^5$ A/cm². A fost stabilit că mărirea lărgimii barierei cuantice de la 2 nm la 10 nm rezultă în micșorarea esențială a densității curentului de la $1,2 \cdot 10^5$ A/cm² la $6,4 \cdot 10^3$ A/cm².

X-ray images were successfully recorded for the information carrier composition of $\text{Cu}/65\text{at}\%(\text{As}_2\text{S}_3)_{0.985}(\text{SnSe})_{0.015}$:35at.% As_2Se_3 at an absorbed dose of 0.75 Gy and for the composition of $\text{Cu}/(\text{As}_2\text{Se}_3)_{0.8}(\text{As}_2\text{S}_3)_{0.188}\text{Te}_{0.012}$ at an absorbed dose of 0.9 Gy, and for the polymer/As-Se-S-Te structure the best results were obtained for the composition of $(\text{As}_2\text{Se}_3)_{0.8}(\text{As}_2\text{S}_3)_{0.188}\text{Te}_{0.012}$ - the images were recorded at an absorbed dose of 0.64 Gy.

CdTe , CdSe , $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Te}$ ($x=0.50-0.95$), $\text{Cd}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{Te}_{0.98}\text{Se}_{0.02}$, $\text{Cd}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{Te}_{0.98}\text{Se}_{0.02}$, $\text{Cd}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{Te}_{0.95}\text{Se}_{0.05}$, $\text{Cd}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{Te}_{0.95}\text{Se}_{0.05}$ single crystals were synthesized. Ionization energy and DOS were determined from KP and PYS measurements.

Structurally perfect undoped and Cr, V, Co doped CdSe single crystals were grown by the Bridgman method and physical vapor transfer from the Cd melt. The heat treatment in the Cd melt of the obtained CdSe single crystals at 450-500°C leads to the considerable increase of the electron mobility. Undoped and Cr-doped CdSe nanopowders (cubic and hexagonal) were prepared by solvothermal synthesis method. The crystallite sizes of the obtained powders are 6.5-14 nm.

ZnO layers of their own nucleation on AlN/Si structures were prepared by the hydrothermal method. GaN layers suitable for applications were prepared by using AlN buffer layer (100 nm) grown on sapphire at 1100°C.

The CSS method was used to prepare gallium sulfide on *p*, *n*-Si (100) substrates. The temperature of the $\alpha\text{-Ga}_2\text{S}_3$ source was of 800°C, and that of the substrate varied between 550°C and 700°C. The formation of a mixture of $\gamma\text{-Ga}_2\text{S}_3$ and $\alpha\text{-Ga}_2\text{S}_3$ in the formed thin layer was established.

GaSe thin layers on mica, glass, Si, sapphire substrates were grown by using the CSS method. The influence of the substrate temperature of 410-600°C at the constant temperature (700°C) of the evaporator on the morphology, structure and the phase composition was investigated.

Nanometric layers (50-300 nm) of ZnSnN_2 were prepared on glass substrates at the substrate temperature range of 30-300°C by using reactive DC magnetron sputtering of different (Zn+Sn) targets. It was established that the size of the crystallites varies within the limits of 4-16 nm, their size being practically constant and maximum for the substrate temperatures between 100°C and 200°C.

TiO_2 layers were prepared by the MAD method using the Ti - $(\text{Ti}(\text{O}-i\text{-Pr})_2(\text{TMHD})_2)$ precursor. It was established that TiO_2 is crystallizing in the (001) oriented anatase structure. The appropriate doping allows to prepare TiO_2 semiconductor with photoconductivity in the UV region.

The properties of the non-polar *m*-plane $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ RTD structures with a single potential well and double quantum barriers were numerically simulated, establishing that at 1 V the Al (*x*) content increase in the $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ quantum barriers from 0.1 to 0.4 results in the current density decrease from $1.512 \cdot 10^6$ A/cm² to 1.633 A/cm² respectively. The non-polar *m*-plane $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ RTD structures with two potential wells and triple quantum barriers were numerically simulated at 300 K for $x=0.25$ which corresponds to the barrier height of 0.321 eV. In the current-voltage dependence there is a maximum at 0.88 V, the current being of $1.2 \cdot 10^5$ A/cm². It was determined that the quantum barrier width increase from 2 nm to 10 nm results in the essential decrease of the current density from $1.2 \cdot 10^5$ A/cm² to $6.4 \cdot 10^3$ A/cm².

19. Recomandări, propuneri

- Acțiuni efective privind atragerea/sușinerea/cointeresarea tinerilor în cercetarea științifică ce ar ameliora deficitul de cadre științifice calificate atât în educație, cât și în cercetare.



Conducătorul de proiect _____ / VATAVU Sergiu



Data: 14.11.2022

Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare nr.149 PS din 03 ianuarie 2022

Cifrul proiectului: 20.80009.5007.12

I. Buget (resurse generale)

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod Eco (k6)	Anul de gestiune 2022		
		Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	2254,4		2254,4
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii	212100	541,0		541,0
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	4,6		4,6
Total		2800,0		2800,0

II. Cofinanțare (venituri colectate interne)

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod Eco (k6)	Anul de gestiune 2022		
		Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	24,4		24,4
Servicii neatribuite altor alineate	222990	6,0		6,0
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	19,6		19,6
Total		50,0		50,0

Conducătorul organizației _____ / ȘAROV Igor

Contabil șef _____ / COJOCARU Liliana

Conducătorul de proiect _____ / VATAVU Sergiu

Data: 11.11.2022

LȘ



Componența echipei

Cifrul proiectului 20.80009.5007.12

Echipei proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Vatavu Sergiu	1977	dr.	0,5	03.01.2022	
2.	Chirița Arcadi	1964	dr.	0,25	03.01.2022	
3.	Sirkeli Vadim	1978	dr.	0,5	03.01.2022	
4.	Narolschi Igor	1968	f/g	0,5	03.01.2022	
5.	Rotaru Corneliu	1964	f/g	1	03.01.2022	
6.	Nedeoglo Natalia	1974	dr.	0,5	03.01.2022	
7.	Spoială Dorin	1968	f/g	1	03.01.2022	
8.	Nedeoglo Dmitrii	1942	dr. hab.	1	03.01.2022	
9.	Cliucanov Alexandr	1944	dr. hab.	0,25	03.01.2022	
10.	Caraman Mihail	1941	dr. hab.	0,5	03.01.2022	
11.	Sușchevici Constantin	1943	dr.	1	03.01.2022	
12.	Șișianu Sergiu	1966	dr. hab.	1	03.01.2022	
13.	Gorceac Leonid	1942	dr.	0,75	03.01.2022	
14.	Iurieva Tatiana	1966	f/g	0,5	03.01.2022	
15.	Goglidze Tatiana	1947	f/g	1	03.01.2022	
16.	Botnariuc Vasile	1945	dr.	0,75	03.01.2022	
17.	Raevschi Simion	1941	dr.	0,75	03.01.2022	
18.	Nasedchina Nadejda	1947	f/g	0,75	03.01.2022	
19.	Prilepov Vladimir	1938	dr.	0,75	03.01.2022	
20.	Chetruș Petru Ion	1944	dr.	0,25	03.01.2022	
21.	Gaugăș Petru	1946	dr.	0,25	03.01.2022	
22.	Nicorici Valentina	1952	dr.	0,5	03.01.2022	
23.	Chetruș Petru M.	1944	dr.	0,25	03.01.2022	
24.	Dmitroglo Liliana	1978	dr.	0,5	03.01.2022	Transfer pe 0,25 unitate din 01.09.2022
25.	Palamarciuc Oleg	1985	dr.	1	03.01.2022	
26.	Palamarciuc Tatiana	1984	dr.	0,5	03.01.2022	
27.	Bercu Elena	1975	f/g	0,5	03.01.2022	
28.	Boris Iulia	1978	dr.	1	03.01.2022	
29.	Șapoval Oleg	1963	dr.	1	03.01.2022	
30.	Belenciuc Alexandr	1960	dr.	1	03.01.2022	
31.	Nica Xenia	1995	f/g	0,5	01.04.2022	
32.	Vițu Evelina	1989	f/g	0,5	03.01.2022	30.06.2022
33.	Spinei Eugen	1995	f/g	0,5	03.01.2022	
34.	Ghilețchi Gheorghe	1998	f/g	0,5	03.01.2022	
35.	Varzari Alexandru	1997	f/g	0,5	03.01.2022	
36.	Leca Ludmila	1997	f/g	0,5	03.01.2022	
37.	Maistruc Irina	1996	f/g	0,5	03.01.2022	
38.	Sandu Mădălina	1997	f/g	0,5	03.01.2022	

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	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 organizației _____ / ȘAROV Igor

Contabil șef _____ / COJOCARU Liliana

Conducătorul de proiect _____ / VATAVU Sergiu

Data: 16.11.2022

L.S.

