

RECEPȚIONAT

Ministerul Educației și Cercetării

____ 2025**AVIZAT**

Secția Academiei de Științe a Moldovei

____ 2025**UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA**

(denumirea organizației de drept public din domeniile cercetării și inovării)

INSTITUTUL DE FIZICĂ APLICATĂ

(denumirea unității de cercetare)

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL**pentru etapa 2024****privind realizarea subprogramului de cercetare în cadrul
programului instituțional de cercetare al organizației (2024-2027)****Titlul subprogramului PROIECTAREA ARHITECTURILOR SUPRAMOLECULARE PE
BAZĂ DE DERIVAȚI DE FTALOCIANINĂ METALICĂ-NANOPARTICULE
FUNCȚIONALIZATE CU APLICAȚII ÎN MEDICINĂ****Prioritatea strategică Competitivitate economică și tehnologii inovative
Sănătate****Codul subprogramului 011209**

Directorul unității de cercetare

ȘIKIMAKA Olga

(numele, prenumele)

(semnătura)Coordonatorul subprogramului
de cercetarePOTLOG Tamara

(numele, prenumele)

(semnătura)

Chișinău, 2025

CUPRINS:

1.	Scopul și obiectivele etapei 2024	3
2.	Acțiunile planificate pentru etapa 2024	3
3.	Acțiunile realizate în 2024	3
4.	Rezultatele obținute	4
5.	Impactul științific, social și/ sau economic al rezultatelor științifice obținute	10
6.	Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de publicații	11
7.	Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de prezentări la foruri științifice	11
8.	Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în subprogram în mass-media	11
9.	Colaborare la nivel național și internațional	11
10.	Teze de doctorat/ postdoctorat susținute și confirmate în anul 2024 de membrii echipei subprogramului	11
11.	Dificultăți în realizarea subprogramului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.)	11
12.	Concluzii	12
13.	Anexe	13
	Anexa nr. 1. <i>Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în subprogram în anul 2024 (în limba română și în limba engleză)</i>	13
	Anexa nr. 2. <i>Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice publicate în anul 2024 în cadrul subprogramului de cercetare</i>	15
	Anexa nr. 3. <i>Componența echipei de cercetare a subprogramului</i>	18

1. Scopul și obiectivele etapei 2024

Elaborarea arhitecturilor supramoleculare (ASM) solubile în solvenți netoxici, acceptate pentru formularea farmaceutică cu o puritate maximă, care va fi realizată prin:

- a) Prepararea diverselor NP de metale nobile folosind reacția de reducere chimică, metoda cu ultrasunete, metoda sol-gel, metoda de auto-asamblare chimică, coprecipitare, procesul de hidroliză a alcoxizilor și altele;
- b) Optimizarea procesului de sinteză a derivaților de ftalocianină metalică (fier, zinc, etc.) cu grupare tiol, utilizând metode precum iradierea cu microunde a amestecului reactant, metoda clasică, ultrasonarea, condensarea, etc.;
- c) Modificarea structurii NP de metal nobil cu diferite extracte (polizaharide, peptide, glucozide) din microalge locale, fie prin conjugare covalentă sau prin adsorbție fizică și conjugarea acestora cu derivați de ftalocianină metalică cu grupa tiol;
- d) Evaluarea parametrilor fotofizici: deplasarea Stokes, randament cuantic al fosforescenței, timp de viață a stării triplet;
- e) Evaluarea efectelor toxice a ASM pe baza de NP nobile-derivați ai ftalocianinelor metalice cu grupe tiol pe linii tumorale.

2. Acțiunile planificate pentru etapa 2024

Activitatea 1. Scurtă trecere în revistă a literaturii privind ASM. Sinteza de NP de metale nobile (Au, Ag) prin utilizarea metodelor de coprecipitare și sol-gel și modificarea suprafeței acestora cu extracte (polizaharide, peptide, glucozide, proteine) și acid glicolic, acid malic, acid aspartic.

Activitatea 2. Asamblarea ASM prin conjugarea NP de metal nobile cu parametri dirijabili cu derivați ai ftalocianinelor (Fe, Zn) cu grupa sulfhidril prin metoda procesabilă din soluție chimică.

Activitatea 3. Confirmarea formării ASM folosind metodele SEM, AFM, FTIR, XPS și XRD.

Activitatea 4. Studii prin metodele AFM, SEM/EDAX, și XPS ale NP de metal nobil. Studii comparative înainte și după biofuncționalizarea NP.

Activitatea 5. Studii privind influența naturii acoperirii NP asupra parametrilor fotofizici a ASM.

Activitatea 6. Influența dimensiuni și formelor diferite a NP și ASM asupra spectrelor electronice de absorbție.

Activitatea 7. Studii utilizând spectroscopia de absorbție tranzitorie și spectrofluorimetria.

Activitatea 8. Estimarea randamentului cuantic de generare a oxigenului singlet.

Activitatea 9. Evaluarea și validarea activității fototerapeutice *in vitro* utilizând testele MTT și MTS înainte și după expunerea la LED cu lungimi de undă diferite.

3. Acțiunile realizate în 2024

1. Au fost sintetizate nanoparticulele de argint (Ag(NP)) și de oxid de magneziu (MgO) utilizând metodele de coprecipitare și sol-gel. Ca precursori atât pentru sintetizarea NP de Ag, cât și MgO au fost folosite extracte de plante (aloe vera) și polimeri, ca chitosan și dextran.
2. Analiza SEM și XPS a confirmat modificări morfologice și chimice. Compararea nanoparticulelor de Ag înainte, cât și după funcționalizare a arătat o creștere a stabilității coloidale și o reducere a agregării în prezența chitosanului și dextranului.
3. S-a constatat o variație a benzii de energie interzisă în funcție de tratamentele termice, de la 5,40 eV (netratat termic) la 6,03 eV (T=1060°C) pentru nanoparticulele de MgO sintetizate cu SDS și de la 5,73 eV (netratat termic) la 5,9 eV (700°C) pentru cele sintetizate cu AVE.
4. Nanoparticulele de AgNP au fost conjugate cu derivatul ftalocianinei de zinc (MeIt)₈ZnPcCl₈ și obținut sistemul (MeIt)₈ZnPcCl₈:AgNP, iar derivații ZnPc(COOH)₄ și ZnPc(COOH)₈ au

fost conjugați cu NP de MgO, folosind în ambele cazuri metoda procesabilă din soluție chimică.

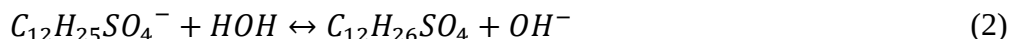
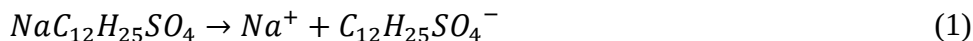
5. S-a demonstrat că funcționalizarea cu chitosan și dextran a NP MgO extinde durata de viață a stării excitate, atingând 8,89 μs pentru sistemul ZnPc(COOH)₄/MgO/chitosan și 9,23 μs pentru ZnPc(COOH)₈/Dx, indicând interacțiuni eficiente în matricea polimerică.
6. Analiza spectrofluorometrică moleculară a evidențiat îmbunătățirea proprietăților fotofizice, cum ar fi timpul de viață al stărilor excitate, randamentul cuantic de fluorescență sau fosforescență. Pentru sistemul (MeIt)₈ZnPcCl₈:AgNP, randamentul cuantic al stării triplet constituie 15,10%.
7. Sistemele ZnPc(COOH)₄/MgO/chitosan au demonstrat un randament cuantic triplet de 21,17%, confirmând astfel potențialul acestora pentru aplicații preclinice în terapia fotodinamică.

4. Rezultatele obținute

4.1 Sinteza, caracterizarea structurală și a proprietăților optice ale NP de MgO

NP de MgO au fost sintetizate utilizând metoda de co-precipitare. În calitate de precursori au fost folosiți extractul de aloe vera și dodecilsulfat de sodiu.

Pentru sinteză au fost pregătite 100 mL soluții de nitrat de magneziu, prin dizolvarea a 5 g de Mg(NO₃)₂·6H₂O în apă distilată, și dodecilsulfat de sodiu, prin dizolvarea a 0,288 g de NaC₁₂H₂₅SO₄ în apă distilată. La soluția de nitrat de magneziu, la agitare, a fost adăugată soluția de dodecilsulfat de sodiu în porții mici. S-a observat formarea unui precipitat de culoare albă. Dodecilsulfatul de sodiu hidrolizează în soluții apoase, formând mediu bazic:



Nitratul de magneziu, electrolit tare, disociază cu formare de cationi de magneziu și anioni nitrat. Cationii de magneziu în mediu bazic precipită cu formarea precipitatului alb – hidroxid de magneziu:



Precipitatul a fost filtrat prin hârtie de filtru cu bandă albastră și spălat cu 50 mL apă distilată. Precipitatul a fost uscat la temperatura camerei, randamentul sintezei – 55 %. Reziduul a fost calcinat la temperaturile 300 °C, 500 °C și 700 °C. În rezultatul calcinării la temperaturile 300 °C și 500 °C reziduurile aveau culoarea brună și, respectiv, neagră. Se poate de concluzionat că la aceste temperaturi nu s-a format oxidul de magneziu, care este de culoare albă. Calcinarea la 700 °C a dus la formarea unui reziduu de culoare albă. La temperatură hidroxidul de magneziu se descompune conform ecuației reacției:

Analiza compoziției chimice SEM-EDS (Tabelul 1) a NP de MgO sintetizate cu dodecilsulfat de sodiu (SDS), în funcție de temperatura de calcinare indică concentrații diferite ale atomilor de Mg și O.



Tabelul 1 Compoziția NP de MgO cu agent de precipitare SDS

MgO NPs	T, °C	t, h	Atomic %	
			Mg	O
LS-2-0	-	-	29.62	70.38
LS-2-1	500	4	44.15	55.85
LS-2-2	700	4	43.73	56.27

LS-2-3	700	6	36.82	63.18
LS-2-4	500	6	46.78	53.22
LS-2-6	1060	15	44.35	55.65

Spectrele XPS ale NP de MgO cu agent de precipitare SDS, în primele straturi atomice (10 nm), prezentate în Fig.1, în întreaga regiune a energiei de legare, prezintă vârfurile caracteristice ale C1s, C, O1s, O2s, Mg1s, Mg2s și Mg2p.

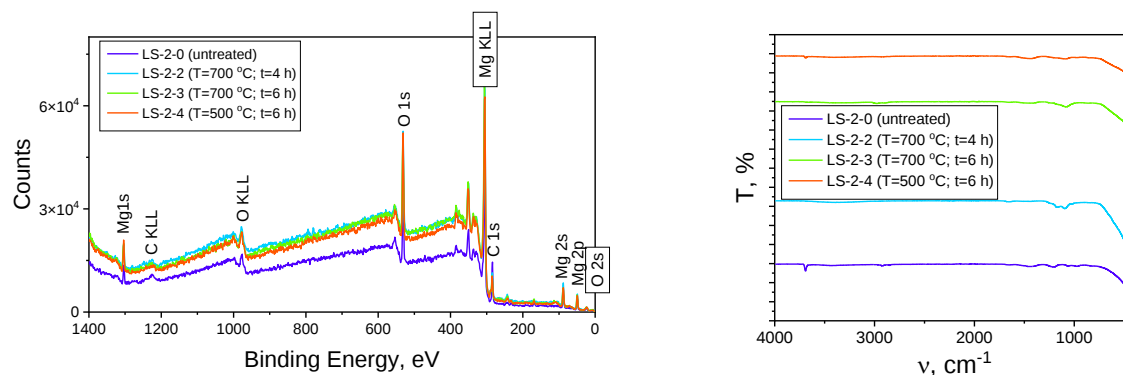


Fig. 1 Spectrul XPS (stînga) și spectrul FTIR (dreapta) al NP MgO cu agent de precipitare SDS

Spectrele FTIR ale NP de MgO au fost înregistrate la temperatura camerei în intervalul numerelor de undă de la 400 cm⁻¹ la 4000 cm⁻¹. Spectrul FTIR al NP de MgO crescut cu agent de precipitare SDS prezintă un vârf la 427 cm⁻¹, care corespunde vibrației de întindere a MgO și este vârful caracteristic pentru MgO NP. Vârful observat la 3696 cm⁻¹ semnifică întinderea OH. Vârful la 1061 cm⁻¹ se potrivește cu întinderea Mg-OH cu umărul C-H în afara planului. Spectrele FTIR pentru MgO NPs tratate termic la diferite temperaturi arată mici modificări ale intensității și mici deplasări în poziția modului de vibrație odată cu creșterea temperaturii de calcinare. Vârfurile care apar între numărul de undă 400 cm⁻¹ ... 700 cm⁻¹ confirmă prezența MgO la scară nanometrică. Modul de vibrație de întindere ~860 cm⁻¹...867 cm⁻¹ indică legături Mg-O-Mg. Benzile distincte observate la numerele de undă ~ 1420 cm⁻¹ ...1438 cm⁻¹, indică vibrația de încovoiere a grupării hidroxil de pe suprafață. Banda largă în spectrul NP de MgO calcinat la 500°C la ~ 2980 cm⁻¹ este atribuită întinderii alifatic C-H.

Spectrele UV-Vis ale nanoparticulelor de MgO sintetizate cu SDS și AVE ca agenți de precipitare indică diferențe semnificative în comportamentul optic în funcție de agentul de precipitare și tratamentul termic aplicat. Nanoparticulele sintetizate cu SDS prezintă o valoare inițială a benzii interzise de 5,40 eV, care crește până la 6,03 eV după calcinare la 1060 °C, sugerând o creștere a cristalinității. În schimb, nanoparticulele sintetizate cu AVE au o bandă interzisă inițială de 5,73 eV, crescând la 5,9 eV la 500 °C, dar revenind la valoarea inițială la temperaturi mai ridicate. Un alt aspect distinctiv este poziția maximului de absorbție. Nanoparticulele de MgO sintetizate cu AVE prezintă un vârf de absorbție la 214 nm, semnificativ mai mare decât cel al MgO în volum (163 nm), indicând modificări ale dimensiunii particulelor și ale interacțiunilor structurale. Pe de altă parte, pentru MgO sintetizat cu SDS, absorbția este mai stabilă, fără variații majore în poziția vârfurilor în funcție de tratamentul termic.

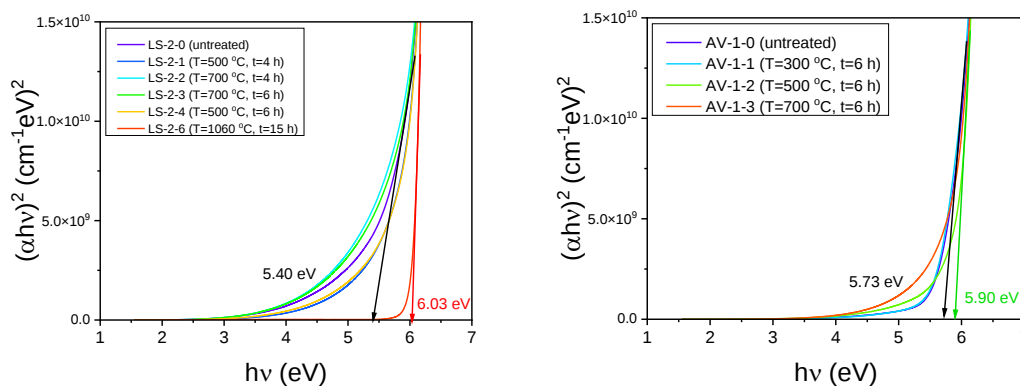


Fig. 2 Dependențele $(\alpha h\nu)^2 = f(h\nu)$ ale nanoparticulelor de MgO sintetizate utilizând SDS și AVE ca agent de precipitare

În Fig. 3 este ilustrat spectrul FTIR al NP de MgO conjugate cu chitosan. Vârful la 3441 cm^{-1} reprezintă banda combinată O-H, N-H și atașarea MgO la grupările amidice ale chitosanului. Benzile la 2926 cm^{-1} și 2870 cm^{-1} sunt atribuite vibrației de întindere C-H în polimerul chitosan. Deformația axială C-N (banda de vibrație a grupului de amine) este la 1425 cm^{-1} . Vibrația de întindere a grupului C-O e detectat la 1622 cm^{-1} și 1082 cm^{-1} . Vârful situat la 454 cm^{-1} este certificat ca vibrație a legăturilor Mg-O-Mg.

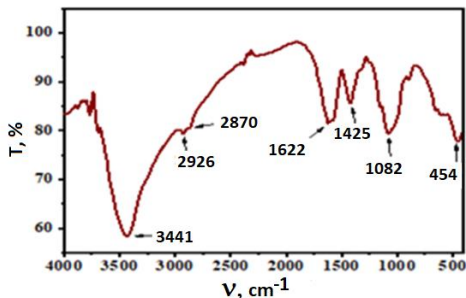


Fig. 3 Spectrul FTIR al NP de MgO funcționalizate cu chitosan

4.2 Conjugarea NP MgO/chitosan cu $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$

Nanoparticulele de MgO/chitosan au fost utilizate pentru conjugarea $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$, cu scopul de a îmbunătăți solubilitatea și proprietățile fotofizice ale complexului în medii apoase.

Spectrele de absorbție UV-Vis (fig.4) au evidențiat benzile caracteristice ale $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$, cu o bandă Soret intensă în jurul valorii de 380 nm și o bandă Q extinsă între 600 și 760 nm , cu maxime la $647\text{--}649\text{ nm}$ și $705\text{--}709\text{ nm}$. Conjugarea $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ la MgO/chitosan nu a modificat pozițiile benzilor, ci doar intensitatea acestora, sugerând menținerea integrității structurale a ftalocianinei și formarea unor complexe stabile. În urma excitării sistemului format $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{MgO}/\text{chitosan}$ cu 360 nm , soluțiile conjugate emit o bandă intensă la 479 nm , în comparație cu banda observată la 465 nm pentru $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ liber, indicând o ușoară deplasare Stokes de 119 nm față de 105 nm pentru soluția liberă. Acest fenomen este cauzat de relaxarea vibrațională în starea excitată și interacțiunile intermoleculare din sistemul conjugat. În plus, au fost observate benzi suplimentare la 707 nm și 782 nm , iar atunci când sistemul conjugat este excitat la 640 nm , apar aceleași benzi de emisie, confirmând stabilitatea complexului la diferite lungimi de undă de excitație. Durata de viață a fluorescenței a fost determinată prin ajustare bi-

exponențială, indicând prezența a două populații distincte de specii în soluție. Pentru sistemele $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ și $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{MgO}/\text{chitosan}$, durata de viață medie a fluorescenței a fost de aproximativ 3 ns. Randamentul cuantic al fluorescenței pentru $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ în apă a fost de 21,17%, însă în prezența nanoparticulelor de $\text{MgO}/\text{chitosan}$, acesta a scăzut la aproximativ 4%, sugerând transfer de energie eficient și posibile interacțiuni de stingere non-radiativă. O caracteristică importantă observată în toate soluțiile este prezența unei benzi de emisie la 828 nm, atribuită reacțiilor de stare excitată și interacțiunilor de transfer de sarcină între grupările amine ale chitosanului și carboxil ale $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$. De asemenea, sistemele analizate prezintă fosforescență la temperatura camerei, cu avantaje semnificative pentru aplicațiile optice, inclusiv timpi de viață mai mari și deplasare Stokes mai mare.

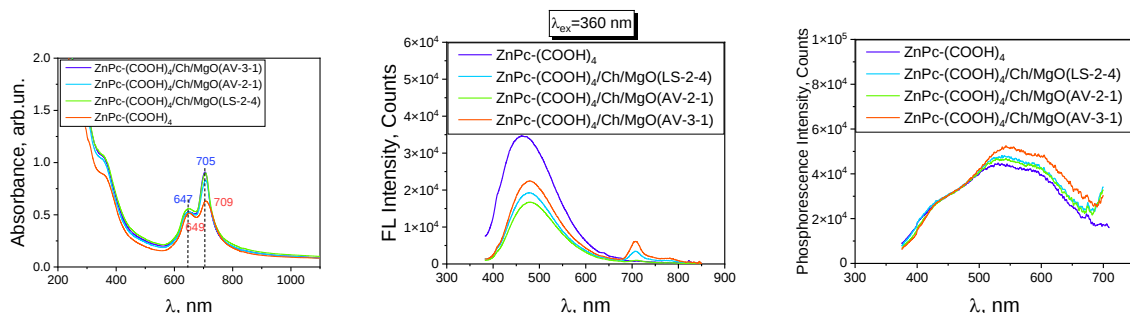


Fig. 4 Spectrele UV-Vis (stînga), fluorescenței și fosforescenței pentru the $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ și $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{MgO}/\text{chitosan}$

Aceste rezultate demonstrează că nanoparticulele de $\text{MgO}/\text{chitosan}$ reprezintă o platformă eficientă pentru îmbunătățirea stabilității $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$, oferind soluții promițătoare pentru aplicații în terapia fotodinamică, detecția optică și sistemele de livrare a medicamentelor bazate pe nanoparticule funcționalizate.

4.3 Conjugarea derivaților $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ și $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$ cu dextran

A fost realizată sinteza soluțiilor de tetracarboxi ZnPc -dextran și octacarboxi ZnPc -dextran, împreună cu investigarea proprietăților lor fotofizice la temperatura camerei, utilizând spectroscopia de absorbție și spectrofluorometria moleculară în regim staționar și rezolvat în timp.

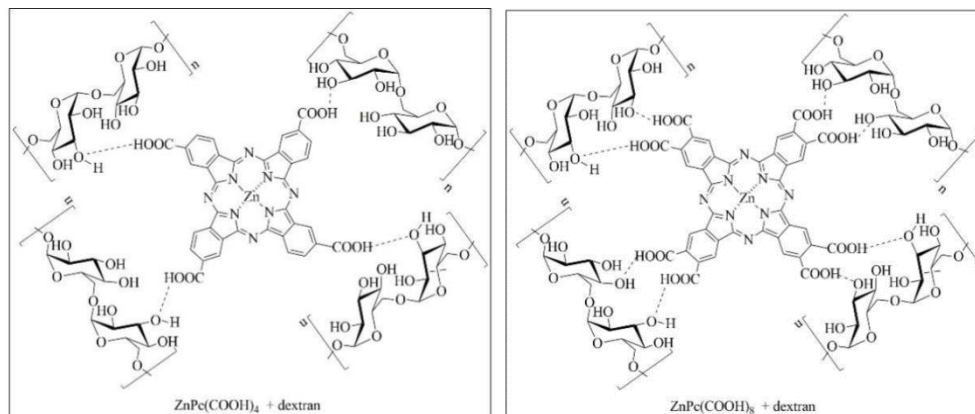


Fig.5 Structura sistemelor conjugate $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{DX}$ (stînga) și $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8/\text{DX}$ (dreapta)

Spectrele de absorbție UV-Vis ale $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ prezintă banda Q mai îngustă comparativ cu $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$, cu un vârf de absorbție la 700 nm, atribuit tranzițiilor HOMO-LUMO. În regimul de emisie, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ a prezentat două benzi de fluorescență, una intensă la 502 nm și alta mai slabă la 697 nm, cu o deplasare spre infraroșu atunci când sunt excitate cu lungimi de undă

mai mari. De asemenea, spectrul de fluorescență a $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$ a prezentat benzi cu o deplasare ușoară mai spre roșu îndepărtat comparativ cu $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$. Duratale de viață ale fluorescenței pentru $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ au fost de 1,4 ns și 4,08 ns, iar pentru $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$ de 1,84 ns și 9,94 ns, indicând o creștere a duratei de viață în cazul derivaților octacarboxi. Spectrele de fosforescență au arătat benzi mai largi și mai puțin structurate pentru toate probele, cu o ușoară variație a poziției maximului de emisie după conjugarea cu dextran.

Derivatul $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ prezintă fosforescență eficientă în soluție DMSO/ H_2O , cu un randament cuantic triplet de 14,8% și durate de viață de 1,18 μs și 8,89 μs , pe când $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$ indică valori ale timpului de viața triplet 1.18 μs și 9.33 μs , iar valoarea randamentului cuantic triplet este foarte mica. Spectrul de fluorescență este situat la lungimi de unda mai mari decât cel de absorbție ($\lambda_{\text{abs}} < \lambda_{\text{emis}}$), cauza fiind pierderea energiei prin relaxarea vibrațională în starea excitată. Această diferență între maximum poziției benzii de absorbție și maximum poziției fluorescenței se numește deplasarea Stokes $\Delta\lambda = \lambda_{\text{em}} - \lambda_{\text{ex}}$. Spectrul de absorbție UV-Vis $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$ prezintă o mai mare lărgire a benzii Q spre roșu îndepărtat cu diferite valori ale deplasării Stokes 54...72 nm.

În cazul conjugării derivaților $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ și $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$ cu dextran, s-a observat că durata de viață a stărilor triplet se micșorează și constituie 1,07 μs și 8,65 μs pentru sistemul $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{Dx}$, iar pentru $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8/\text{Dx}$ 1,11 μs și 9,23 μs . Randamentul cuantic al fosforescenței atinge valorile de 3.81% și 0,22 %, respectiv.

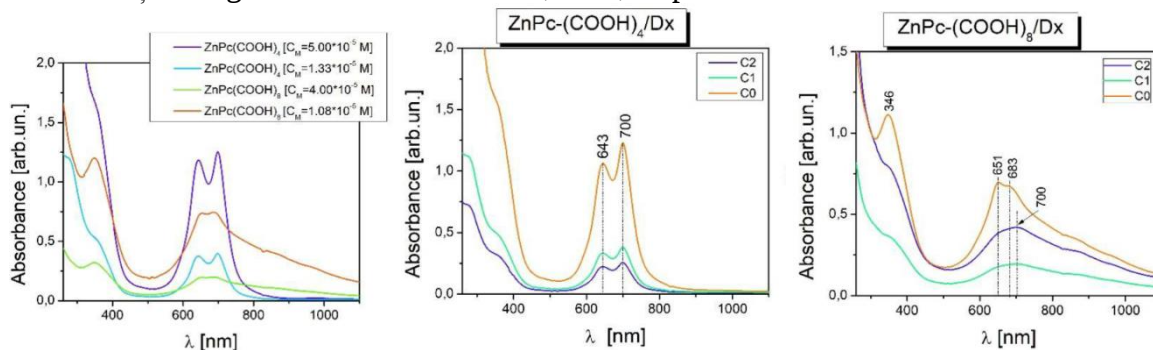


Fig. 6. Spectrele UV-Vis pentru $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{Dx}$ și $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8/\text{Dx}$

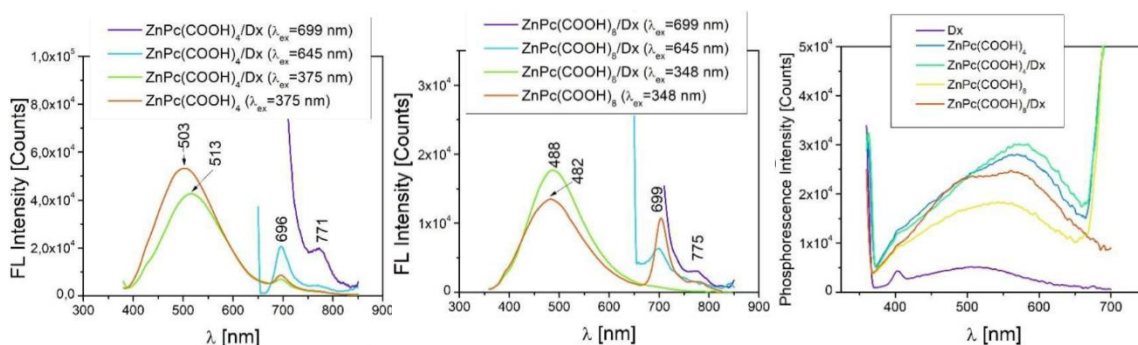


Fig. 7. Spectrele de fluorescență și fosforescență ale derivaților $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{Dx}$ și $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8/\text{Dx}$

Conform tabelului 1 fosforescența după conjugarea derivaților $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ și $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$ cu dextran este inhibată puternic de prezența grupului amino a dextranului.

Tabelul 1 Timpul de viata (τ) si randamentul cuantic (Φ)

Probe	Fosforescență			Fluorescență		
	τ_1 , μ s	τ_2 , μ s	Φ_T , %	τ_1 , ns	τ_2 , ns	Φ_F , %
ZnPc(COOH) ₄	1.18	8.89	14.80	1.40	4.08	0.30
ZnPc(COOH) ₈	1.18	9.33	-	1.84	9.94	0.10
ZnPc(COOH) ₄ /DX	1.07	8.65	3.81	1.56	4.52	2.37
ZnPc(COOH) ₈ /DX	1.11	9.23	0.22	2.22	10.22	0.39

Conform valorilor timpului de viata si randamenului cuantic, grupa donatoare de electroni - NH₂ îmbunătățește fluorescența sistemelor sintetizate.

4.4 Conjugarea derivatului (MeIt)₈ZnPcCl₈ cu NP de Ag

A fost realizată sinteza sistemului (MeIt)₈ZnPcCl₈:AgNP (fig.8), obținut prin coordonare metal-ligand între derivatul ftalocianinei de zinc substituite cu grupări izotiuroniu și nanoparticulele de argint (AgNPs). Procesul de conjugare a fost realizat prin amestecarea soluției de (MeIt)₈ZnPcCl₈ în DMSO/H₂O cu soluția coloidală de AgNPs, urmată de reflux la 50 °C timp de 2 ore.

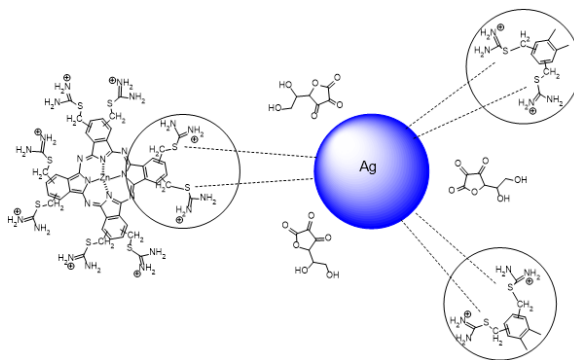


Fig. 8 Schema conjugatului (MeIt)₈ZnPcCl₈:AgNP

Spectrele UV-Vis au evidențiat două benzi caracteristice: banda B situată la 340 nm și banda Q în domeniul 550-800 nm. Conjugarea cu nanoparticulele de argint a condus la o creștere a intensității benzii Q și o deplasare spre roșu cu 10 nm, de la 675 nm la 685 nm. Fluorescența sistemului conjugat a prezentat o intensitate redusă comparativ cu (MeIt)₈ZnPcCl₈ neconjugat, atribuindu-se transferului de energie către nanoparticulele de argint. Duratale de viață a fluorescenței, determinate prin analiza cineticii de emisie, au fost de 4,6 ns pentru (MeIt)₈ZnPcCl₈ și de 5,7 ns pentru conjugatul (MeIt)₈ZnPcCl₈:AgNPs, sugerând o relaxare eficientă din starea excitată către starea fundamentală. Randamentul cuantic al fluorescenței a compusul neconjugat (MeIt)₈ZnPcCl₈ a atins valoare de 0,38%, iar 1,55% pentru sistemul conjugat (MeIt)₈ZnPcCl₈:AgNP. Studiile spectrelor de absorbție tranzitorie (TA), realizate prin excitarea la 355 nm, au indicat prezența atât a semnalelor pozitive, cât și a celor negative, atribuind aceste fenomene absorbției triplet-triplet (T-T) și emisiilor triplet-singlet (T-S). Duratale de viață ale stărilor triplet pentru (MeIt)₈ZnPcCl₈ au fost de 1,02 μ s și 8,42 μ s și de 1,13 μ s și 9,43 μ s pentru conjugatul (MeIt)₈ZnPcCl₈:AgNP, evidențiind o îmbunătățire a stabilității stării excitate în prezența nanoparticulelor de argint. Randamentul cuantic al stării triplet a crescut semnificativ, atingând 15,10% pentru compusul conjugat, comparativ cu 0,1% pentru compusul neconjugat.

Prezența nanoparticulelor de argint a condus la îmbunătățirea modestă a parametrilor fotofizici, facilitând generarea stărilor triplet, ceea ce face ca sistemul să fie promițător pentru aplicații în terapia fotodinamică și detectarea optică avansată.

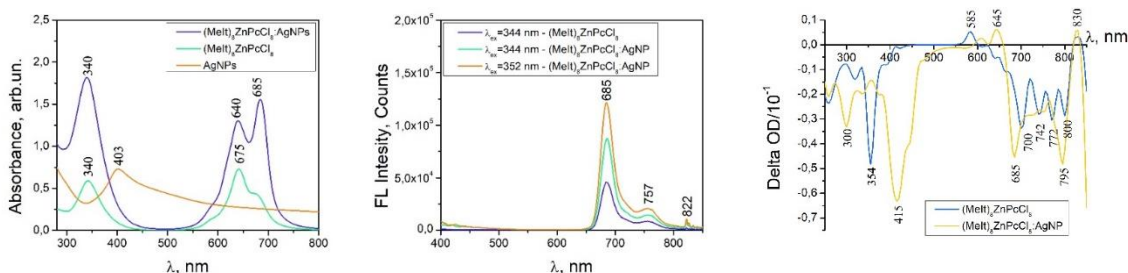


Fig.9. Spectrele UV-Vis, fluorescența și absorbție tranzitorie ale (MeIt)₈ZnPcCl₈ și (MeIt)₈ZnPcCl₈:AgNP în soluție DMSO/H₂O, precum și ale nanoparticulelor coloidale de argint (AgNPs)

5. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute

Rezultatele acestui studiu au un **impact științific** semnificativ, contribuind la dezvoltarea cunoștințelor în domeniul nanomaterialelor funcționalizate, cu aplicabilitate în biomedicină, fotocataliză și detecție optică. Materialele sintetizate, precum ZnPc(COOH)₄, ZnPc(COOH)₄/MgO/chitosan, ZnPc(COOH)₄/Dx, ZnPc(COOH)₈/Dx, (MeIt)₈ZnPcCl₈ și (MeIt)₈ZnPcCl₈:AgNP, au fost caracterizate detaliat din punct de vedere optic și structural, oferind o înțelegere aprofundată a comportamentului lor fotofizic. Funcționalizarea ZnPc(COOH)₄ cu MgO/chitosan a demonstrat o îmbunătățire a solubilității și stabilității în medii apoase, ceea ce este esențial pentru utilizarea lor în terapia fotodinamică (PDT). De asemenea, studiul conjugatelor ftalocianinelor cu dextran a evidențiat influența grupărilor carboxil asupra comportamentului fotofizic, deschizând calea pentru optimizarea materialelor destinate aplicațiilor biologice. Conjugarea (MeIt)₈ZnPcCl₈ cu nanoparticule de argint (AgNPs) a condus la o creștere a randamentului cuantic al stării tripletelor, facilitând generarea eficientă a oxigenului singlet, esențial în aplicațiile de fototerapie și detecție.

Impactul social al acestor materiale este semnificativ, întrucât ele pot contribui la îmbunătățirea terapierilor medicale prin utilizarea în tratamente minim invazive, cum ar fi terapia fotodinamică pentru cancer. Funcționalizarea ftalocianinelor cu dextran și chitosan a îmbunătățit solubilitatea acestora în apă, reducând astfel utilizarea solvenților toxici și crescând compatibilitatea cu sistemele biologice. Nanomaterialele obținute pot fi utilizate și în dezvoltarea unor senzori avansați pentru detecția timpurie a bolilor, îmbunătățind astfel prognosticul pacienților și reducând costurile asociate îngrijirii medicale. Totodată, utilizarea unor metode ecologice de sinteză, precum cele bazate pe extract de aloe vera pentru obținerea MgO, sprijină tranziția către o industrie sustenabilă și prietenoasă cu mediul.

Din punct de vedere **economic**, aceste materiale prezintă un potențial ridicat pentru implementarea în diverse industrii, inclusiv farmaceutică, cosmetică și energetică. De exemplu, integrarea compușilor ZnPc(COOH)₄/MgO/chitosan în dispozitive optoelectronice și senzori poate genera soluții inovatoare pentru industrie, iar utilizarea nanoparticulelor de argint în combinație cu ftalocianinele ar putea duce la dezvoltarea unor terapii mai eficiente și accesibile pentru tratarea bolilor cronice. În plus, metodele de sinteză utilizate în acest studiu sunt eficiente din punct de vedere al costurilor și permit o scalabilitate ridicată, ceea ce le face atractive pentru aplicarea la scară industrială.

6. Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de publicații

	Nr.
1. Monografii (recomandate spre editare de consiliul științific/senatul organizației din domeniile cercetării și inovării)	1
1.2. monografii naționale	1
4. Articole în reviste științifice	5
4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)	5
6. Articole în lucrările conferințelor științifice	3
6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională din Republica Moldova	3
7. Teze ale conferințelor științifice	7
7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale din Republica Moldova	5
7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale	2
9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală	2
9.2. eliberate de Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală	2

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

N/A

8. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în subprogram în mass-media

- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

N/A

- Articole de popularizare a științei

N/A

9. Colaborare la nivel național și internațional

- Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor, Universitatea Tehnică a Moldovei
- Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii „D. Ghițu”
- Institutul de Chimie Macromoleculară „P. Poni” Iași, România
- Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Fizică
- Institutul de Electronică, Universitatea Shizuoka, Hamatsu, Japonia

10. Teze de doctorat/ postdoctorat susținute și confirmate în anul 2024 de membrii echipei subprogramului

- Ion LUNGU – Susținerea tezei de doctor a fost la data de 08.10.2024, titlul tezei „FIZICA HETEROSTRUCTURILOR CdS/ZnTe ÎN APLICAȚII FOTOVOLTAICE”, conducător științific dr. conf.univ. Tamara POTLOG.

11. Dificultăți în realizarea subprogramului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.)

- **Buget flexibil pentru achiziții rapide.** Este necesar să se planifice în cadrul proiectului o sumă de bani care să permită fiecărui conducător de program să procure, prin achitare online, materiale necesare în cantități mici (20–100 g). Acest mecanism ar elimina întârzierile cauzate

de procedurile de licitație, care adesea nu sunt finalizate până la încheierea etapelor de raportare din diverse motive.

- **Acces eficient la infrastructura de cercetare.** Accesul la infrastructura existentă trebuie organizat pe baza unui program bine stabilit, coordonat de directorul instituției de cercetare. Acest program ar asigura ca toate resursele disponibile în Moldova să fie utilizate eficient, astfel încât fiecare cercetător să aibă acces la echipamentele și laboratoarele de care are nevoie.
- **Păstrarea tinerilor cercetători.** Alocarea fondurilor în funcție de necesitățile cercetătorilor pentru eliminarea plecării tinerilor. Exodul tinerilor cercetători continuă să fie un obstacol major din cauza: gestionării ineficiente, salariilor mici, infrastructurii insuficient modernizate.

12. Concluzii

În urma acestui studiu, s-au obținut și caracterizat cu succes o serie de compuși funcționalizați, incluzând NP de MgO, sisteme conjugate $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{MgO}/\text{chitosan}$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{Dx}$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8/\text{Dx}$, $(\text{MeI})_8\text{ZnPcCl}_8$ și $(\text{MeI})_8\text{ZnPcCl}_8:\text{AgNP}$, cu potențial ridicat de aplicare în terapia fotodinamică. S-a demonstrat că agentul de precipitare în metoda de sinteză influențează semnificativ proprietățile optice, fotofizice și structurale ale materialelor obținute, iar funcționalizarea acestora cu derivați ai ftalocianinelor metalice, în cazul nostru $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ și $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$, contribuie la îmbunătățirea solubilității și stabilității acestora. Studiile cu spectroscopia UV-Vis a evidențiat faptul că toate probele prezintă proprietăți fotoactive semnificative, cu benzi de absorbție caracteristice în domeniul vizibil și infraroșu apropiat. S-a observat că conjugarea $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ și $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$ cu chitosan și dextran îmbunătățește stabilitatea chimică și crește durata de viață a stărilor excitate, fiind favorabilă utilizării în aplicații medicale. În special, conjugarea $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$ cu MgO/chitosan a condus la o creștere a compatibilității acestuia în medii apoase, ceea ce îl face promițător pentru utilizarea în terapia fotodinamică. Analiza MgO/chitosan prin difracția de raze X (XRD) și spectroscopia FTIR a confirmat formarea materialelor studiate, evidențiind modificări structurale în funcție de metoda de sinteză și tratamentele termice aplicate. Studiile de fluorescență și fosforescență au arătat că sistemele formate în baza nanoparticulelor de MgO și derivatilor ftalocianinei de zinc cu grupa carboxyl prezintă o durată de viață semnificativă a stărilor excitate, ceea ce indică un potențial ridicat pentru aplicații fotocatalitice și în senzori optici. La fel sistemul conjugat $(\text{MeI})_8\text{ZnPcCl}_8:\text{AgNP}$ prezintă îmbunătățiri semnificative ale proprietăților fotofizice, demonstrând o creștere a randamentului cuantic al stării triplet la temperatura camerei, ceea ce facilitează generarea eficientă a oxigenului singlet. Acest aspect este esențial în aplicații biomedicale, cum ar fi tratamentele fotodinamice împotriva celulelor canceroase sau dezvoltarea de noi strategii antimicrobiene.

Studiile realizate demonstrează că materialele sintetizate oferă soluții promițătoare pentru utilizarea în domenii diverse, precum biomedicina, tehnologia senzorilor și aplicațiile fotocatalitice. Metodele de sinteză utilizate sunt simple, eficiente și ecologice, permițând obținerea de materiale stabile și funcționalizate cu aplicații potențiale la scară industrială. Implementarea acestor materiale poate contribui la dezvoltarea unor tehnologii inovatoare și sustenabile, cu impact semnificativ asupra sănătății și protecției mediului.

Coordonatorul subprogramului
de cercetare

POTLOG Tamara
(numele, prenumele)

(semnătura)

Data: 30.01.2025

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în subprogram în anul 2024

**PROIECTAREA ARHITECTURILOR SUPRAMOLECULARE PE BAZĂ DE DERIVAȚI
DE FTALOCIANINĂ METALICĂ-NANOPARTICULE FUNCȚIONALIZATE CU
APLICAȚII ÎN MEDICINĂ**
(denumirea subprogramului)

Codul subprogramului **011209**

În cadrul subprogramului „Proiectarea Arhitecturilor Supramoleculare pe Bază de Derivați de Ftalocianină Metalică-Nanoparticule Funcționalizate cu Aplicații în Medicină”, au fost proiectate și sintetizate sisteme complexe, bazate pe derivați de ftalocianină de zinc ($\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$, $(\text{MeIt})_8\text{ZnPcCl}_8$ și nanoparticule funcționalizate, cu scopul de a dezvolta materiale inovatoare pentru aplicații biomedicale. Studiile efectuate în anul 2024 s-au concentrat pe sinteza, caracterizarea și evaluarea proprietăților structurale și optice ale NP de MgO și funcționalizarea acestora cu chitosan. De asemenea au fost sintetizate sistemele conjugate $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{MgO}/\text{chitosan}$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{Dx}$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8/\text{Dx}$ și $(\text{MeIt})_8\text{ZnPcCl}_8:\text{AgNP}$.

Activitățile experimentale au inclus dezvoltarea unor metode de sinteză ecologice și eficiente, utilizând diferiți agenți, precum sulfatul de dodecil sulfat de sodiu (SDS) și extractul de aloe vera (AVE), pentru obținerea nanoparticulelor de oxid de magneziu (MgO). Funcționalizarea acestor nanoparticule cu chitosan a condus la îmbunătățirea stabilității coloidale și a proprietăților optice, facilitând interacțiunea eficientă cu derivații ftalocianinelor metalice.

Caracterizarea compușilor obținuți s-a realizat printr-o gamă variată de metode, incluzând spectroscopie UV-Vis, FTIR, XPS, difracție de raze X (XRD), microscopie electronică de baleiaj cu analiză EDS (SEM-EDS) și spectrofluorometrie moleculară. Spectrele UV-Vis au evidențiat prezența benzilor caracteristice pentru derivații ftalocianinelor funcționalizate deplasate spre roșu îndepărtat în cazul probelor conjugate cu dextran și chitosan, indicând o creștere a interacțiunilor moleculare. Studiile de fluorescență au confirmat îmbunătățirea duratelor de viață și o creștere semnificativă a randamentului cuantic a fluorescenței pentru compușii funcționalizați cu nanoparticule de argint.

Analiza XRD și SEM-EDS a confirmat formarea de structuri cristaline bine definite pentru nanoparticulele de MgO, iar modificarea dimensiunii cristalelor în funcție de temperatura de calcinare a oferit posibilitatea de a ajusta proprietățile fizico-chimice ale sistemelor conjugate.

Rezultatele obținute pentru sistemele $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{MgO}/\text{chitosan}$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{Dx}$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8/\text{Dx}$ și $(\text{MeIt})_8\text{ZnPcCl}_8:\text{AgNP}$ prezintă un potențial ridicat pentru aplicații în terapia fotodinamică, datorită capacității de a genera duratele de viață destul de mari ale stărilor excitate triplet. În special, sistemul $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{MgO}/\text{chitosan}$ prezintă solubilitate îmbunătățită în apă și stabilitate fotofizică, ceea ce îl face ideal pentru studii preclinice. Rezultatele subprogramului au fost diseminate printr-o monografie științifică, cinci articole în reviste științifice din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF), trei articole în culegerile de lucrări ale conferințelor științifice naționale cu participare internațională din Republica Moldova, cinci teze ale conferințelor științifice în lucrările conferințelor științifice internaționale din Republica Moldova, două teze ale conferințelor științifice în culegerile de lucrări ale conferințelor științifice naționale. De asemenea, au fost depuse două cereri de brevet pentru protejarea inovațiilor obținute.

Concluziile studiului indică faptul că materialele dezvoltate în cadrul acestui subprogram pot fi utilizate pentru aplicații în biomedicină, senzori optici și fotocataliză, contribuind astfel la progresul științific și tehnologic în domeniul materialelor funcționale.

Coordonatorul subprogramului
de cercetare

POTLOG Tamara
(numele, prenumele)

(semnătura)

Data: 30.01.2025

Summary of Activity and Results Obtained in Subprogram in 2024

DESIGN OF SUPRAMOLECULAR ARCHITECTURES BASED ON METAL PHTHALOCYANINE DERIVATIVES-FUNCTIONALIZED NANOPARTICLES WITH APPLICATIONS IN MEDICINE

(Subprogram Name)

Subprogram Code **011209**

Within the subprogram "Design of Supramolecular Architectures Based on Metal Phthalocyanine Derivatives-Functionalized Nanoparticles with Applications in Medicine", complex systems based on zinc phthalocyanine derivatives ($\text{ZnPc}(\text{COOH})_4$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8$, $(\text{MeIt})_8\text{ZnPcCl}_8$ and functionalized nanoparticles were designed and synthesized, with the aim of developing innovative materials for biomedical applications. Studies conducted in 2024 focused on the synthesis, characterization and evaluation of the structural and optical properties of MgO NPs and their functionalization with chitosan, AgNP. The next conjugated systems $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{MgO}/\text{chitosan}$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{Dx}$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8/\text{Dx}$ and $(\text{MeIt})_8\text{ZnPcCl}_8:\text{AgNP}$ were also synthesized.

The experimental activities included the development of efficient ecological synthesis methods, using different agents, such as sodium dodecyl sulfate (SDS) and aloe vera extract (AVE), to obtain magnesium oxide (MgO) nanoparticles. The functionalization of these nanoparticles with chitosan led to improved colloidal stability and optical properties, facilitating efficient interaction with metal phthalocyanine derivatives.

The characterization of the obtained compounds was carried out by a wide range of methods, including UV-Vis spectroscopy, FTIR, XPS, X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy with EDS analysis (SEM-EDS) and molecular spectrofluorometry. The UV-Vis spectra revealed the presence of characteristic bands for functionalized phthalocyanine derivatives shifted towards the far red in the case of samples conjugated with dextran and chitosan, indicating an increase in molecular interactions. Fluorescence studies confirmed the improvement of lifetimes and a significant increase in fluorescence quantum yield for compounds functionalized with silver nanoparticles.

The XRD and SEM-EDS analysis confirmed the formation of well-defined crystalline structures for MgO NP, and the modification of crystallite size as a function of calcination temperature offered the possibility to adjust the physicochemical properties of the conjugated systems. The photophysical parameters obtained for the $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{MgO}/\text{chitosan}$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{Dx}$, $\text{ZnPc}(\text{COOH})_8/\text{Dx}$ and $(\text{MeIt})_8\text{ZnPcCl}_8:\text{AgNP}$ systems show high potential for applications in photodynamic therapy, due to the ability to generate quite long triplet excited state lifetimes. In particular, the $\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{MgO}/\text{chitosan}$ system exhibits improved water solubility and photophysical stability, making it ideal for preclinical studies.

The results of the subprogram were disseminated through a scientific monograph, five articles in scientific journals from the Web of Science and SCOPUS databases (with IF), three articles in the proceedings of national scientific conferences with international participation from the Republic of Moldova, five theses of scientific conferences in the proceedings of international scientific conferences from the Republic of Moldova, two theses of scientific conferences in the proceedings of national scientific conferences. Also, two patent applications were filed to protect the innovations obtained.

The conclusions of the study indicate that the developed materials within this subprogram can be used for applications in biomedicine, optical sensors and photocatalysis, thus contributing to scientific and technological progress in the field of functional materials.

Research Subprogram

Coordinator

POTLOG Tamara

(surname, first name)

(signature)

Date: 30.01.2025

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul 2024 în cadrul subprogramului de cercetare**

**PROIECTAREA ARHITECTURILOR SUPRAMOLECULARE PE BAZĂ DE DERIVAȚI
DE FTALOCIANINĂ METALICĂ-NANOPARTICULE FUNCȚIONALIZATE CU
APLICAȚII ÎN MEDICINĂ
(denumirea subprogramului)**

Codul subprogramului **011209**

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

1.2. monografii naționale

- GUTU, Iacob. *Compușii heterociclici: Sinteze, reacții și aplicații*. Editura USM, Chișinău 2024.

4. Articole în reviste științifice

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

- LUNGU, Ion, PATRU, Roxana Elena, GALCA, Aurelian Catalin, PINTILIE, Lucian, POTLOG, Tamara. DC current-voltage and impedance spectroscopy characterization of nCdS/pZnTe HJ. In: *Scientific Reports*. 2024, vol. 14, pp. 1-15. ISSN 2045-2322. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/208788
- GADIAC, Ivan, UNTILA, Dumitru, LUNGU, Ion, DOBROMIR, Marius, POTLOG, Tamara. ZnSe Window Thin Films as Candidate for Sb2Se3 Solar Cells. In: *Acta Physica Polonica A*. 2024, vol. 146, pp. 424-429. ISSN 0587-4246. DOI: <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.146.424>
- POTLOG, Tamara, LUNGU, Ion, GUȚU, Iacob. Photosensitizers Based on Zinc Phthalocyanine Derivative-Nanoparticles Assemblies. In: *Acta Physica Polonica A*. 2024, vol. 146, pp. 531-535. ISSN 0587-4246. DOI: <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.146.531>
- SUMAN, Victor, MORARI, Vadim, GHIMPU, Lidia, LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara, OSOIANU, V. ECO-FRIENDLY SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES BY CHEMICAL REDUCTION METHOD. In: *Romanian Journal of Physics*. DOI: <https://rjp.nipne.ro/accpaps/1F4237921F3F07C00ECFDA9CD523B4490E841290.pdf>
- POTLOG, Tamara, SUMAN, Victor, POPUȘOI, Ana, LUNGU, Ion, MIMURA, Hidenori. Synthesis and Characterization of Functionalized Zinc Phthalocyanine-Natural Polymer Systems. In: *Lecture Notes in Networks and Systems*. Vol. 939, 27-29 septembrie 2023, Hamamatsu. Berlin: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2024, pp. 29-35. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-54450-7_4

6. Articole în lucrările conferințelor științifice

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională din Republica Moldova

- DRUTA, Alexandrina, LUNGU, Ion, POPUȘOI, Ana, POTLOG, Tamara, BULMAGA, Petru, RUSNAC, Roman. Spectroscopic properties of ZnPc(COOH)₄/Ch/Fe₃O₄ supramolecular architectures. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională „INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE”, dedicată Zilei Internaționale a Științei*

- pentru Pace și Dezvoltare, 7-8 noiembrie 2024, 2024, pp. 570-576. ISBN 978-9975-62-808-2*
- POPUȘOI, Ana, POTLOG, Tamara, ROBU, Ștefan, JORA, Elena. Derivați calconici cu grupa 4-(dimetilamino)fenil în aplicații fotovoltaice chalcons derivatives with 4-(dimethylamino)phenyl group in photovoltaics applications. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională „INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE”, dedicată Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, 7-8 noiembrie 2024, 2024, pp. 652-658. ISBN 978-9975-62-808-2*
 - UNTILA, Dumitru, LUNGU, Ion, SUMAN, Victor, GADIAC, Ivan, POTLOG, Tamara. Caracterizarea structurală a straturilor subțiri de Sb₂Te₃ fabricate prin metoda sublimării în volum cuazi-închis. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională „INTEGRARE PRIN CERCETARE ȘI INOVARE”, dedicată Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, 7-8 noiembrie 2024, 2024, pp. 827-834. ISBN 978-9975-62-808-2*

7. Teze ale conferințelor științifice

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale din Republica Moldova

- LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara, SUMAN, Victor, UNTILA, Dumitru, GADIAC, Ivan. Physical properties of CdS/ZnTe heterostructures. In: *Materials Science and Condensed Matter Physics, dedicated to the 60th anniversary from the foundation of the Institute of Applied Physics*. Ediția 10, 1-4 octombrie 2024, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al Universității de Stat din Moldova, 2024, p. 74. ISBN 978-9975-62-763-4. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/217460
- SUMAN, Victor, LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara, GHIMPU, Lidia. Study of the effect of heat treatment on optical and electrical parameters of CuO films. In: *NANO- 2024: “Quo Vadis – Ethics of the Scientific Research”*. 15-18 aprilie 2024, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: 2024, pp. 106-107. ISBN 978-9975-64-422-8. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/204281
- SUMAN, Victor, GHIMPU, Lidia, LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara. Synthesis of colloidal AgNP – substituted ZnPc systems and their antimicrobial activity. In: *NANO- 2024: “Quo Vadis – Ethics of the Scientific Research”*. 15-18 aprilie 2024, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: 2024, pp. 107-108. ISBN 978-9975-64-422-8. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/204282
- TIGOIANU, Ionuț-Radu, AIRINEI, A, GHERASIM, C., LUNGU, Ion, SUMAN, Victor, POTLOG, Tamara. Photophysical properties of some phthalocyanine derivatives. In: *Materials Science and Condensed Matter Physics, dedicated to the 60th anniversary from the foundation of the Institute of Applied Physics*. Ediția 10, 1-4 octombrie 2024, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al Universității de Stat din Moldova, 2024, p. 134. ISBN 978-9975-62-763-4. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/218940
- SUMAN, Victor, POTLOG, Tamara, UNTILA, Dumitru, LUNGU, Ion, STRATULAT, Elena, DÎRU, Mariana. Photophysical properties of znpc(so₃h)₄/chitosan/agnps systems. In: *Materials Science and Condensed Matter Physics, dedicated to the 60th anniversary from the foundation of the Institute of Applied Physics*. Ediția 10, 1-4 octombrie 2024, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al Universității de Stat din Moldova, 2024, p. 149. ISBN 978-9975-62-763-4. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/218959

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

- DRUȚĂ, Alexandrina, LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara. Characterization of systems based on tetra carboxy substituted ZnPc-polymers. In: *Natural sciences in the dialogue of generations*.

Ediția 7, 12-13 septembrie 2024, Chișinău. Chișinău: Centrul Editorial-Poligrafic al Universității de Stat din Moldova, 2024, p. 247. ISBN 978-9975-62-756-6. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/219139

- GADIAC, Ivan, LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara. Fabrication and characterization of zinc selenide thin films. In: *Natural sciences in the dialogue of generations*. Ediția 7, 12-13 septembrie 2024, Chișinău. Chișinău: Centrul Editorial-Poligrafic al Universității de Stat din Moldova, 2024, p. 248. ISBN 978-9975-62-756-6. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/219140

9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală

9.2. eliberate de Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală

- POTLOG, Tamara, POPUSOI, Ana, LUNGU, Ion, BULMAGA, Tatiana. *Metodă de Sinteză a unui Compozit Derivat Ftalocianină de Zinc-Acid Aspartic*. Cerere de brevet s2024 0100 din 23.10.2024. Universitatea de Stat din Moldova
- ROBU, Ștefan, POTLOG, Tamara, LUNGU, Ion, POPUȘOI, Ana, GUȚU, Iacob, BULIMESTRU, Ion. *Material polimeric fotoactiv*. Hotărâre de acord nr. 10544 din 2024.11.18. Universitatea de Stat din Moldova

Coordonatorul subprogramului
de cercetare

POTLOG Tamara
(numele, prenumele)

(semnătura)

Data: 30.01.2025

Componenta echipei de cercetare

**PROIECTAREA ARHITECTURILOR SUPRAMOLECULARE PE BAZĂ DE DERIVAȚI
DE FTALOCIANINĂ METALICĂ-NANOPARTICULE FUNCȚIONALIZATE CU
APLICAȚII ÎN MEDICINĂ
(denumirea subprogramului)**

Codul subprogramului **011209**

Echipa subprogramului pentru 2024							
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Funcția	Norma de muncă	Data angajării	Data eliberării*
1.	LUNGU Ion	1994	Dr.	cerc. stiint.	1.00	02.01.2024	
2.	DRUTA Alexandrina	1998	PhD	cerc. st. stagiar	0.50	12.03.2024	
3.	GADIAC Ivan	1999	PhD	cerc. st. stagiar	0.50	01.03.2024	
4.	DIRU Mariana	1980	Dr.	cerc. st. super	0.50	02.01.2024	
5.	STRATULAT Elena	1979	Dr.	cerc. st. super	0.50	02.01.2024	
6.	ROBU Stefan	1948	Dr.	cerc. st. super	0.25	02.01.2024	
7.	GUTU Iacob	1948	Dr.	cerc. st. super	0.25	02.01.2024	
8.	POTLOG Tamara	1958	Dr.	cerc. st. coordonat	0.50	02.01.2024	
9.	UNTILA Dumitru	1988	Dr.	cerc. st. super	0.50	01.03.2024	27.09.2024

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor	44,4 %
--	---------------

Directorul unității de cercetare

ȘIKIMAKA Olga
(numele, prenumele)

(semnătura)

Coordonatorul subprogramului
de cercetare

POTLOG Tamara
(numele, prenumele)

(semnătura)

Data: 30.01.2025