

**RECEȚIONAT**

Agencia Națională pentru Cercetare  
și Dezvoltare \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2024

**AVIZAT**

Secția AȘM \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2024

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

Proiectul „**Fotosensibilizatori Pentru Aplicații în Terapia Fotodinamică și Fotovoltaică**”

Cifra proiectului **#20.80009.5007.16**

Prioritatea Strategică **Competitivitate economică și tehnologii inovative**

Rectorul USM

\_\_\_\_\_  
ȘAROV Igor

Consiliul științific

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

Conducătorul proiectului

\_\_\_\_\_  
POTLOG Tamara

L.Ș.

Chișinău 2024

## **CUPRINS:**

1. Scopul, obiectivele și rezultatele planificate și realizate pe parcursul anilor 2020-2023
2. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute
3. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect 2020-2023
4. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în limba română (Anexa nr. 1)
5. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în limba engleză (Anexa nr. 1)
6. Lista publicațiilor științifice pentru perioada 2020-2023 (Anexa nr. 2)
7. Volumul total al finanțării proiectului pentru perioada 2020-2023 (Anexa nr. 3)
8. Componența echipei pe parcursul anilor 2020-2023 (Anexa nr. 4)
9. Raportarea indicatorilor (Anexa nr. 5)

## 1. Scopul proiectului

Proiectarea de noi fotosensibilizatori sub formă de soluție injectabilă pe baza sistemelor hibride, cu absorbție înaltă în domeniul vizibil și infraroșu apropiat, pentru terapia fotodinamică și fotovoltaică.

## 2. Obiectivele proiectului 2020–2023

- 1) Dezvoltarea de noi fotosensibilizatori în soluție injectabilă pe baza sistemelor ftalocianină metalică-polimeri, sistemelor ftalocianină metalică-nanoparticule, sistemelor de autoasamblare moleculară donor-acceptor care să posede proprietăți fotodinamice îmbunătățite comparativ cu cele ale fotosensibilizatorilor comerciali.
- 2) Obținerea de materiale oxidice foarte ieftine: monocristale, ceramică și straturi subțiri ZnO, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub> și TiO<sub>2</sub> cu o morfologie de suprafață controlată care împreună cu FS-ul proiectat pentru PDT se vor utiliza la producerea dispozitivelor fotovoltaice organice ieftine, eficiente, pentru o energie sigură, ecologică și eficientă.

## 3. Rezultate planificate conform proiectului depus

*Direcția strategică: Preparate farmaceutice și nutraceutice*

- Fotosensibilizatori non-toxici și extrem de eficienți cu un maxim de absorbție intensă în regiunea de (700 ± 950) nm față de cele comercializate în prezent pentru terapia fotodinamică în oncologie;
- Fotosensibilizatori cu randament cuantic ridicat a stării triplete (0.8-0.9), toxicitate chimică scăzută și biodisponibilitate ridicată pentru furnizare către țesuturile cancerigene;
- Fotosensibilizator nou sub formă de soluție injectabilă care să prezinte proprietăți fotodinamice îmbunătățite comparativ cu cele ale fotosensibilizatorilor comerciali, cum ar fi “Fotosens”, Foslip, Hematoporfirina, etc;
- Cel puțin 10 publicații în reviste cu factor de impact mare (având în vedere faptul că rezultatele care se intenționează să fie brevetate nu trebuie să fie anterior publicate), 10 comunicări la conferințe naționale și internaționale relevante în domeniul fotochimiei, biologiei, fizicii și terapiei cancerului, etc., 8 prezentări la expoziții naționale și internaționale cu mostre de fotosensibilizatori, 2 brevete de invenție.

*Direcția strategică: Energie sigură, curată și eficientă*

- Monocristale de oxid de In și Sn cu parametrii electrici controlabili;
- Oxizi de ceramică de Zn, In și Sn cu conductibilitate extrem de înaltă;
- Electrozi transparenți binari și ternari cu conductibilitate ridicată și transparență (90-95)%, concentrație a purtătorilor de sarcină electrică de ordinul (10<sup>20</sup>-10<sup>21</sup>) cm<sup>-3</sup> pentru aplicații în dispozitivele fotovoltaice și optoelectronică;
- Straturi absorbante cu fotosensibilitate înaltă în domeniul (300-900) nm din soluțiile fotosensibilizatorilor elaborați fabricate prin metode chimice non-costisitoare (cost efective).
- Structuri de tip: diodă Schottky, heterojuncțiune în volum, structuri cu 2-3 *n-p* sau *p-n* joncțiuni;
- Dispozitive fotovoltaice organice cu un randament de conversie a energiei solare în energie electrică de aproape 5%.

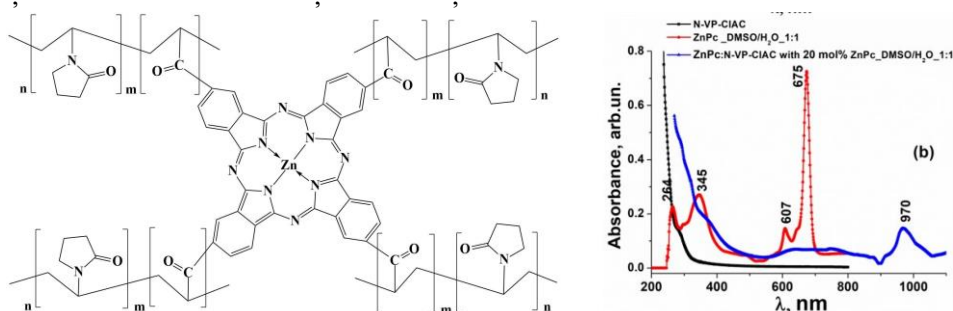
- Cel puțin 10 publicații în reviste cu factor de impact mare, 6 prezentări la expoziții naționale și internaționale cu mostre de dispozitive fotovoltaice, cel puțin 10 brevete de invenție.

#### 4. Rezultatele obținute

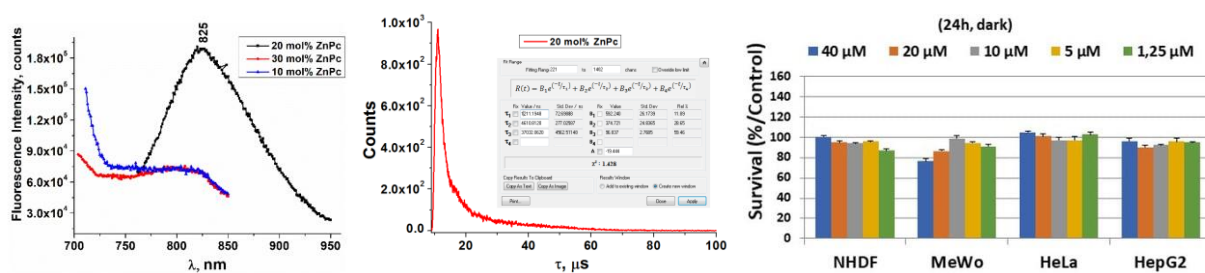
*Direcția strategică: Preparate farmaceutice și nutraceutice*

În perioada de execuție Ianuarie-Decembrie 2020 s-au realizat fotosensibilizatori noi sub formă de soluție injectabilă de tipul ftalocianina metalica (ZnPc)-copolimer.

Au fost sintetizați copolimerii binari N-vinilpirolidonă (N-VP) cu clorură de acriolul (Cl-Ac) prin metoda polimerizării radicale în prezența inițiatorului azo-bis-izobutironitril. Apoi ZnPc a fost grefat la copolimerul N-vinilpirolidonei cu clorura de acriolul în conformitate cu reacția Friedel-Crafts și obținut fotosensibilizatorul ZnPc:N-VP:ClAc. FS ZnPc:N-VP:ClAc prezintă absorbanta la 970 nm, proprietăți fluorescente remarcabile la  $\lambda_{em}=825$  nm și durate de viață relativ mari a stărilor excitate de 1,2  $\mu$ s, 4,6  $\mu$ s și 37  $\mu$ s. Citotoxicitatea, viabilitatea celulară a FS ZnPc:N-VP:ClAc la întuneric asupra fibroblastilor normali (NHDF) și celulelor tumorale de melanom (MeWo), adenocarcinom (HeLa) și hepatocarcinom (HepG2) a fost determinată prin tehnica MTS după 24h incubare la întuneric cu probe diluate în mediul de cultură (5/10/20/40  $\mu$ M) versus Control (DMSO 0,75% în mediu de cultură complet). Rezultatele arată că toate probele ZnPc:N-VP:ClAc sunt biocompatibile la concentrațiile studiate, nu determină scăderea sub 70% față de Control a viabilității fibroblastilor normali în cultură.



**Figura 1.** Schema de sinteză (stânga) și spectrul de absorbție a FS ZnPc:N-VP:ClAc (dreapta, curba albastră).

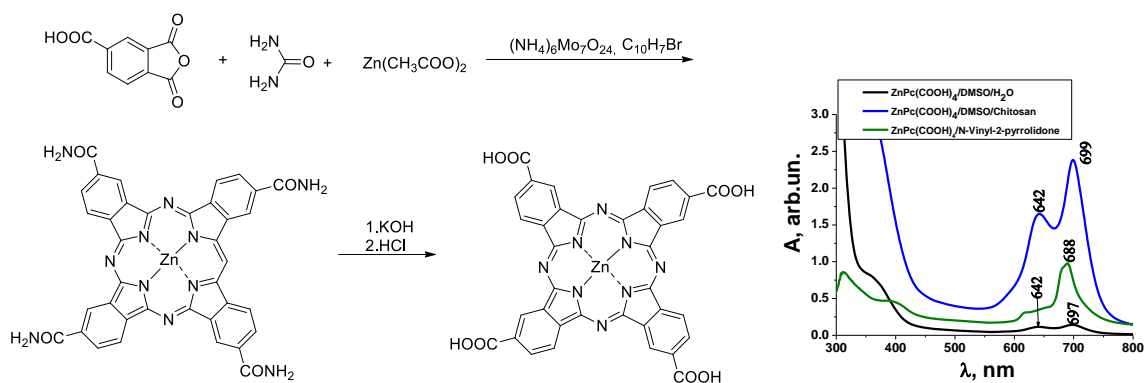


**Figura 2.** Spectrul de emisie al fluorescenței  $\lambda_{ex}=750$  nm, duratele de viață a stărilor triplet și viabilitatea celulară (exprimată în procente) asupra NHDF și celulelor tumorale MeWo, HeLa și HepG2 după 24h incubare la întuneric cu probe diluate în mediul de cultură (5/10/20/40  $\mu$ M) versus Control (DMSO 0,75% în mediu de cultură complet tratate cu FS ZnPc:N-VP:ClAc (dreapta).

În etapa Ianuarie-Decembrie 2021 a proiectului au fost elaborati fotosensibilizatori pe baza ZnPc funcționalizați cu grupele COOH, HSO<sub>3</sub> și apoi congugați cu chitosan (polimer natural)

prin legături ionice între grupările  $R-SO_3^-$  și  $R-NH_3^+$ , iar  $ZnPc(COOH)_4$  prin legături  $R-COO^-$  și  $R-NH_3^+$  cu spectre de absorbție complexe formate din subbenzi de absorbție rezultate din suprapunerea multitudinilor de tranziții între diferite tipuri de nivele energetice. Sinteza  $ZnPc(COOH)_4$  s-a realizat din amestecul format din: 4,35 g (0,02 mol) de anhidridă trimelitică; 2,52 g de  $Zn(CH_3COOH)_2 \cdot 2H_2O$ ; 0,3 g de  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ ; 0,5 g de  $Na_2SO_4$  anhidru; 13,51 g (0,225 mol) de uree și 5 ml de 1-bromonaftalen se încălzesc la 200-205 °C timp de 8h la agitare continuă. După 8 ore amestecul de reacție este răcit și tratat cu metanol. Suspensia obținută se filtrează. Produsul de reacție solid se spală pe filtru cu metanol, cloroform și la final cu acetonă. În continuare după uscare, se maruțește și se refluxează timp de o oră în soluție de HCl de 5%. După uscare, se efectuează aceeași procedură cu soluție de NaOH de 5% timp de o oră la 90 °C. La final soluția bazică se acidulează cu HCl până la atingerea unui pH de 2 pentru a precipita produsul final. Acest produs se sedimentează, filtrează și se usucă în aer liber. Se obține o cantitate de 0,68 g de produs  $ZnPc(COOH)_4$ , cu un randament de 70%. Următoarele vibrații caracteristice ( $cm^{-1}$ ) au fost observate în spectrele FTIR: 3300 ( $\nu_{O-H}$ ); 3103, 3078, 3042 ( $\nu_{C-H}$ ); 1710 ( $\nu_{C=O}$ ); 1654, 1590 ( $\nu_{C-C}$ ); 1484, 1446, 1284, 1173 ( $\nu_{C-O}$ ); 1228, 1088 ( $\nu_{C-H}$ ); 1004, 880, 770, 705, 570, 499, 435.

Spectrul de absorbție a FS realizați indica modificări spectrale a benzilor Soret și Q spre lungimi de undă mai mari față de  $ZnPc$  nesubstituit care conține trei benzi de absorbție situate în regiunea UV-VIS, care corespund tranzițiilor  $n \rightarrow \pi^*$  (UV) și  $\pi \rightarrow \pi^*$  (Q), cu maximum în banda Q situat la 675 nm.



**Figura 3** Schema de sinteză (stânga) și spectrele de absorbție a FS  $ZnPc(COOH)_4$ ,  $ZnPc(COOH)_4$ /Chitosan și  $ZnPc(COOH)_4$ /N-Vinil-2-pirrolidonă (dreapta).

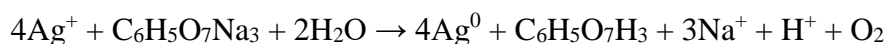
Studiul proprietăților fotofizice, conform tabelului N1 indică că conjugarea  $ZnPc(COOH)_4$  cu chitosan în soluție de DMSO/ $H_2O$  deplasează maximum de absorbție al benzii Q cu 2 nm, iar timpul de viață a stării excitate triplet se micșorează puțin.

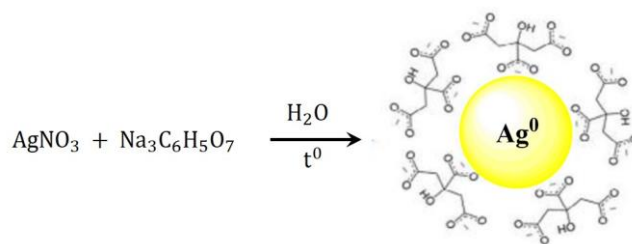
**Tabelul N1** Parametrii fotofizici ai  $ZnPc(COOH)_4$ ,  $ZnPc(COOH)_4$ /Chitosan

Fotosensibilizatori	Solvent	$\lambda_{abs}$ , nm	$\lambda_{emis}$ , nm	$\Phi_T$	$\tau_T$ , $\mu s$
$ZnPc(COOH)_4$	DMSO/ $H_2O$	697	765	0.25	11.63
$ZnPc(COOH)_4$ /chitosan	DMSO/ $H_2O$ /CH <sub>3</sub> COOH	699	775	0.27	11.31

$\Phi_T$ -randamentul cuantic triplet;  $\tau_T$ -timpul de viață al stării triplet.

Au fost sintetizate nanoparticule de argint (NPAg) prin următoarea reacție în prezența citratului de sodiu:

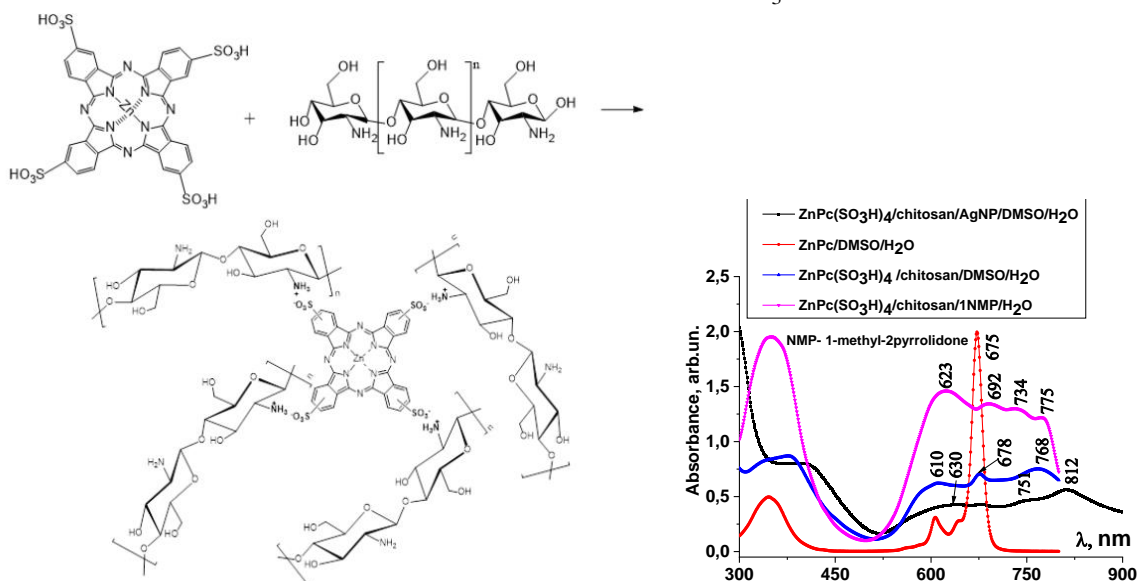




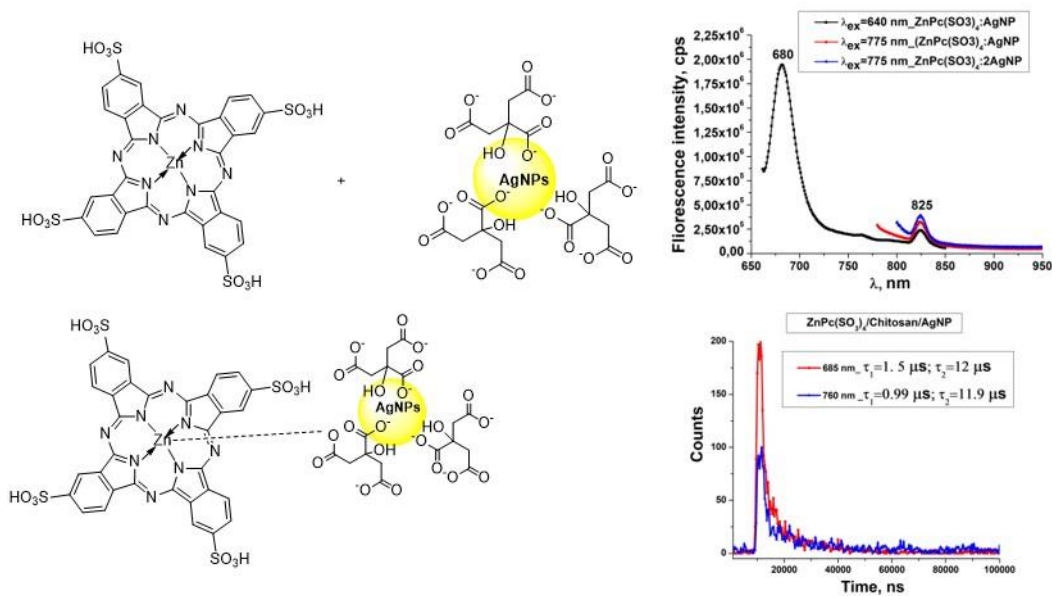
**Figura 4** Mecanismul de formare a NPAg cu înveliș de ioni citrat

În procesul formării NpAg, ionii de citrat încapsulează particulele în așa fel că previne agregarea acestora.

A fost funcționalizată ftalocianina de zinc cu grupa  $\text{HSO}_3$  conform schemei:



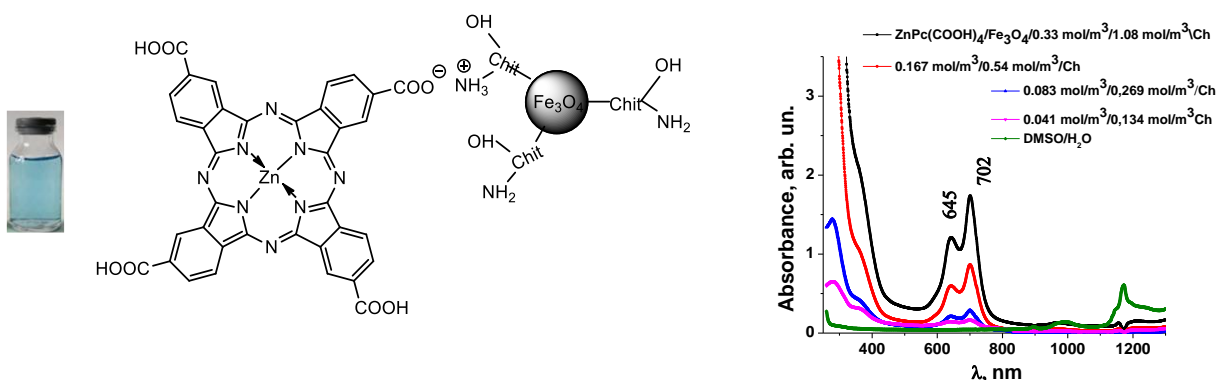
**Figura 5.** Schema de sinteză  $\text{ZnPc}(\text{SO}_3\text{H})_4/\text{Chitosan}$  (stânga); spectrele de absorbție a  $\text{ZnPc}$ ,  $\text{ZnPc}(\text{SO}_3\text{H})_4$ ,  $\text{ZnPc}(\text{SO}_3\text{H})_4/\text{Chitosan}$  și  $\text{ZnPc}(\text{SO}_3\text{H})_4/\text{chitosan}/\text{AgNP}$  (dreapta)



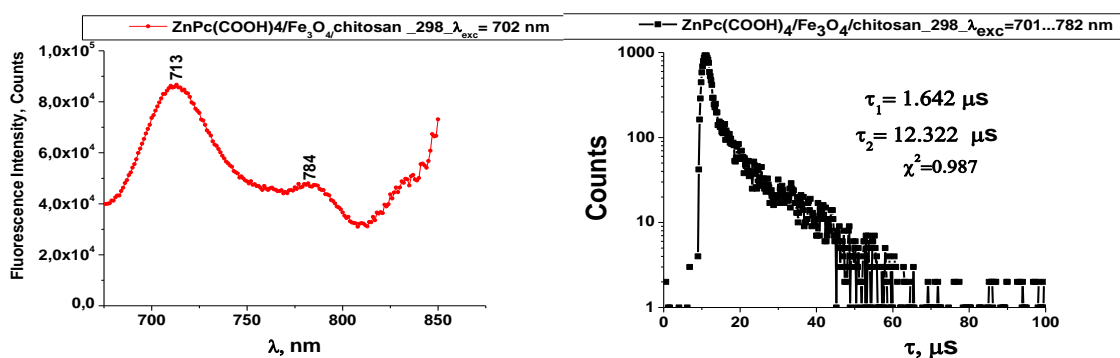
**Figura 6.** Schema de sinteză (stânga), spectrul de emisie al fluorescenței la diferite lungimi de excitare a FS  $\lambda_{\text{ex}}=640 \text{ nm}$  și  $\lambda_{\text{ex}}=775 \text{ nm}$ , timpul de viață a stărilor triplet (dreapta) a  $\text{ZnPc}(\text{SO}_3\text{H})_4/\text{Chitosan}/\text{AgNP}$ .

Cu creșterea concentrației de AgNP în soluția DMSO/H<sub>2</sub>O intensitatea picului de emisie al fluorescenței de la 825 nm crește. Valorile randamentului cuantic al fluorescenței ( $\Phi_F$ ) fie au scăzut, fie au rămas neschimbate cu creșterea numărului de grupe (SO<sub>3</sub>H) în ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>4</sub>/chitosan/AgNP. În cazul FS cu diferite grupe (SO<sub>3</sub>H), randamentul cuantic al fluorescenței atinge valorile: ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>2</sub> → ( $\Phi_F = 0,16$ ), ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>3</sub> → ( $\Phi_F = 0,12$ ), ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>4</sub> → ( $\Phi_F = 0,07$ ) în DMSO/H<sub>2</sub>O. Valoarea ( $\Phi_F$ ) mică pentru ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>4</sub> ar putea fi rezultatul unei agregări.

În etapa Ianuarie-Decembrie 2022 a proiectului am continuat cu sinteza nanoparticulelor de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> prin metoda de co-precipitare, apoi, acestea au fost funcționalizate cu chitosan și conjugate cu derivații ZnPc(COOH)<sub>4</sub> și realizați FS ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan. NP Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> s-au sintetizat prin coprecipitarea ionilor Fe<sup>2+</sup> și Fe<sup>3+</sup> în raport molar 1:2 într-o soluție bazică cu pH-ul cuprins între 7 și 12. Dimensiunea, morfologia, starea suprafeței, cât și proprietățile magnetice ale particulelor la scara nanometrică pot fi controlate prin variația pH-soluției, forței ionice, temperatura și timpul de reacție. Fără acoperirea suprafețelor, nanoparticulele au proprietăți hidrofobe, datorită raportului dintre suprafața specifică și volum. Datorită interacțiunilor hidrofobe dintre nanoparticule, acestea se aglomerează cu formarea unor clustere. Acestea din urmă au forțe de atracție magnetică dipol-dipol puternice. Astfel, când două clustere se apropie unul de celălalt, câmpurile lor magnetice se întrepătrund și cele două continuă să se magnetizeze. Remanența magnetizării permanente a nanoparticulelor determină formarea agregatelor. În vederea obținerii nanoparticulelor de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> acoperite cu chitosan, primul pas în sinteză a fost reprezentat de obținerea unei soluții de acid acetic de 5% în care ulterior s-a solubilizat chitosanul. Astfel, 2g chitosan au fost adăugate în 300 mL soluție CH<sub>3</sub>COOH de 3% și lăsate la agitare magnetică timp de 3 ore la temperatura camerei, până la solubilizare completă. Clorura ferică și sulfatul feros heptahidratat, în proporții stoichiometrice au fost dizolvate în soluția ce conține chitosan. Conjugarea derivativului ZnPc(COOH)<sub>4</sub> la Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan s-a realizat prin reacțiile chimice dintre chitosan dizolvat în amestec de acid acetic de 3% și peroxid de hidrogen de 10%. Raportul adecvat dintre chitosan și acid acetic este 1:0.5. ZnPc(COOH)<sub>4</sub> solubil în soluție DMSO/H<sub>2</sub>O în raport 1:1 a fost amestecat cu mediu de dispersie de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> funcționalizate cu chitosan la temperatura camerei și agitat timp de 2 ore folosind un agitator mecanic.



**Figura 7.** Schema de sinteză și spectrul de absorbție a FS ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan cu concentrații diferite a ZnPc(COOH)<sub>4</sub> și Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan în soluție DMSO/H<sub>2</sub>O.



**Figura 8.** Spectrul de emisie al fluorescenței  $\lambda_{ex}=702$  nm și durata de viață a stărilor triplet a FS ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan.

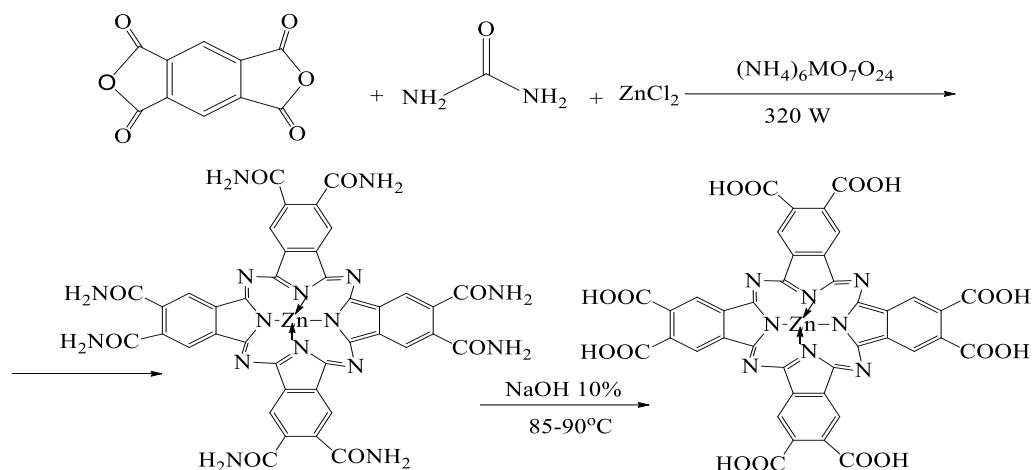
Cele mai bune proprietăți fotofizice le prezintă FS ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan în soluție de DMSO/H<sub>2</sub>O/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/CH<sub>3</sub>COOH datorită trecerii moleculelor în stare excitată prin mecanisme neradiative (fără emisie de radiație) precum: conversie internă, încrucișare intersistem urmată de procesul de fosforescență, relaxare vibrațională, transfer de sarcină intramolecular sau schimbări conformaționale. În cazul FS ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan au fost atinse valori ale randamentului cuantic triplet de 0.56 și durata de viață a stărilor excitate triplet de 1.6  $\mu$ s și 12.3  $\mu$ s ce îl prezintă ca un candidat promițător pentru terapia fotodinamică.

**Tabelul N2** Parametrii fotofizici ai FS ZnPc(COOH)<sub>4</sub>, ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/chitosan, ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> și ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan

Fotosensibilizatori	Solvent	$\lambda_{abs}$ , nm	$\lambda_{emis}$ , nm	$\Phi_T$	$\tau_T$ , $\mu$ s
ZnPc(COOH) <sub>4</sub>	DMSO/H <sub>2</sub> O	697	765	0.25	11.63
ZnPc(COOH) <sub>4</sub> /chitosan	DMSO/H <sub>2</sub> O/CH <sub>3</sub> COOH	699	775	0.27	11.31
ZnPc(COOH) <sub>4</sub> /Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	DMSO/phys.sol. 0.9%	702	826	0.23	10.98
ZnPc(COOH) <sub>4</sub> /Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> /chitosan	DMSO/H <sub>2</sub> O/ CH <sub>3</sub> COOH	702	784	0.56	12.32

În etapa Ianuarie-Decembrie 2023 s-au sintetizat derivați (ZnPc(COOH)<sub>8</sub>). Amestecul reactant format din: 5.05 g (23.1 mmol) de dianhidridă 1,2,4,5-benzentetracarboxilică (dianhidridă pirometilică); 26.03 g (0.43 mol) de uree; 5.05 g (23.1 mmol) de ZnCl<sub>2</sub> și 0.2 g de (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> se dispersează într-un mojar. Apoi, se deplasează cantitatea totală într-un pahar de 500 ml și se iradiază în cuptor cu microunde la 320 W timp de 10 min. Se obține un solid negru, care după răcire se spală cu apă și acetonă și se usucă. Masa solidă obținută se dispersează și agită în 200 ml soluției de HCl de 6M, timp de 30 min. Această procedură se repetă de 3 ori, iar filtratul se decantează de fiecare dată. Masa solidă se usucă. La final, masa solidă se agită timp de 10 ore în 250 ml de NaOH de 10%, la temperatura de 85-90 °C. Amestecul dat, se diluează cu 100 ml de apă distilată și se acidulează cu HCl de 12M până la pH=3. Produsul de reacție se precipită, se filtrează și se spală pe filtru cu acetonă și apă distilată. Se obține 1.57 g de ftalocinină.





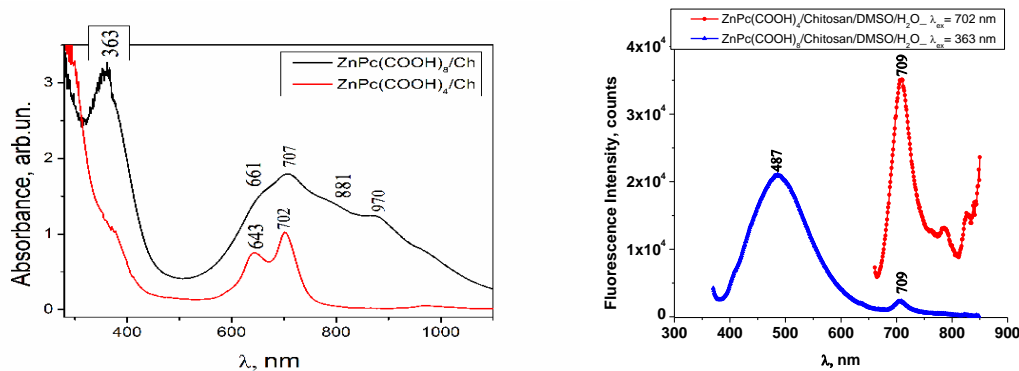
**Figura 9.** Schema de sinteză pentru ZnPc(COOH)<sub>8</sub>.

ZnPc(COOH)<sub>8</sub> este în general mai puțin solubil decât ZnPc(COOH)<sub>4</sub> în solvenți organici datorită momentului dipolar ridicat al derivaților tetrasubstituiți.

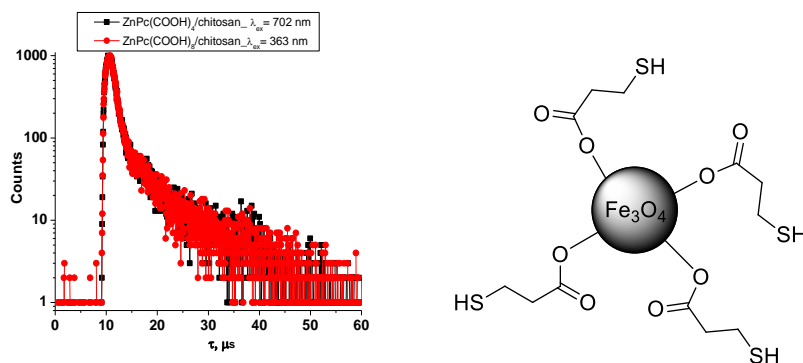
**Tabelul N3** Parametrii fizici ai derivaților ZnPc(COOH)<sub>4</sub> estimați din studii ale fluorescenței

	Solvent	$\lambda_{\text{abs}}, \text{nm}$	$\lambda_{\text{emis}}, \text{nm}$	Stokes shift, nm	$\Phi_F, \%$	$\tau_F, \text{ns}$
1 mg ZnPc(COOH) <sub>4</sub>	DMSO/2H <sub>2</sub> O	688	765	77	12.81	3.76
2 mg ZnPc(COOH) <sub>4</sub>	DMSO/2H <sub>2</sub> O	688	765	77	10.48	3.77
3 mg ZnPc(COOH) <sub>4</sub>	DMSO/2H <sub>2</sub> O	688	765	77	15.86	3.81

Derivații ZnPc(COOH)<sub>4</sub> și ZnPc(COOH)<sub>8</sub> au fost conjugați cu chitosan și obținuți noi FS ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/chitosan și ZnPc(COOH)<sub>8</sub>/chitosan a căror caracteristici sunt prezentate în Fig. 10 și Fig. 11.



**Figura 10.** Spectrele de absorbție (stânga) și spectrele de emisie ale fluorescenței a FS ZnPc(COOH)<sub>4</sub> și ZnPc(COOH)<sub>8</sub> (dreapta).

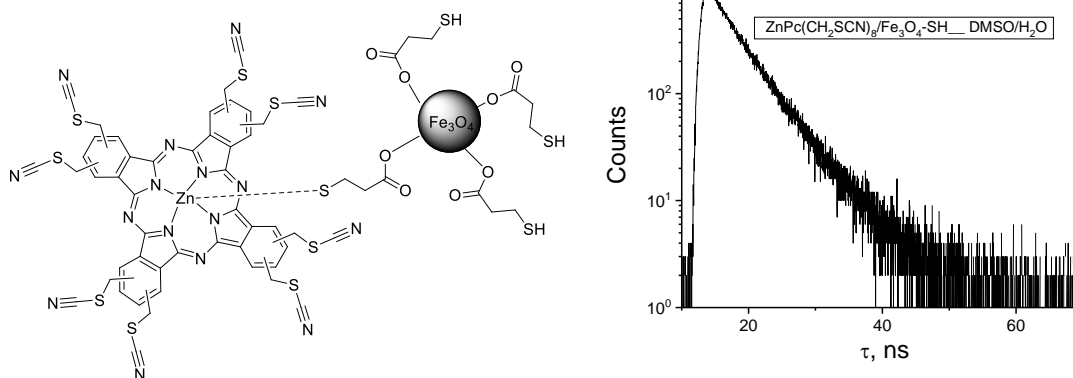


**Figura 11.** Timpul de viață al stărilor excitate triplet a FS ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/chitosan și ZnPc(COOH)<sub>8</sub>/chitosan (stânga) și schema de sinteză pentru Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-SH (dreapta).

**Tabelul 4** Parametrii fotofizici ai derivaților ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/chitosan și ZnPc(COOH)<sub>8</sub>/chitosan estimate din spectrele fluorescenței și fosforescenței cu conținut de 1 mg ZnPc(COOH)<sub>4</sub> și ZnPc(COOH)<sub>8</sub> în soluția DMSO/H<sub>2</sub>O.

Fotosensibilizatori	Timpul de viața și randamentul cuantic al fluorescenței			Timpul de viața și randamentul cuantic al fosforescenței		
	$\tau_1$ , ns	$\tau_2$ , ns	$\Phi_F$ , %	$\tau_1$ , $\mu$ s	$\tau_2$ , $\mu$ s	$\Phi_T$ , %
ZnPc(COOH) <sub>4</sub> /Chitosan/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	1.43	4.57	0.15	1.09	9.07	5.19
ZnPc(COOH) <sub>8</sub> /Chitosan/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	2.28	10.09	-	1.06	8.95	0.15

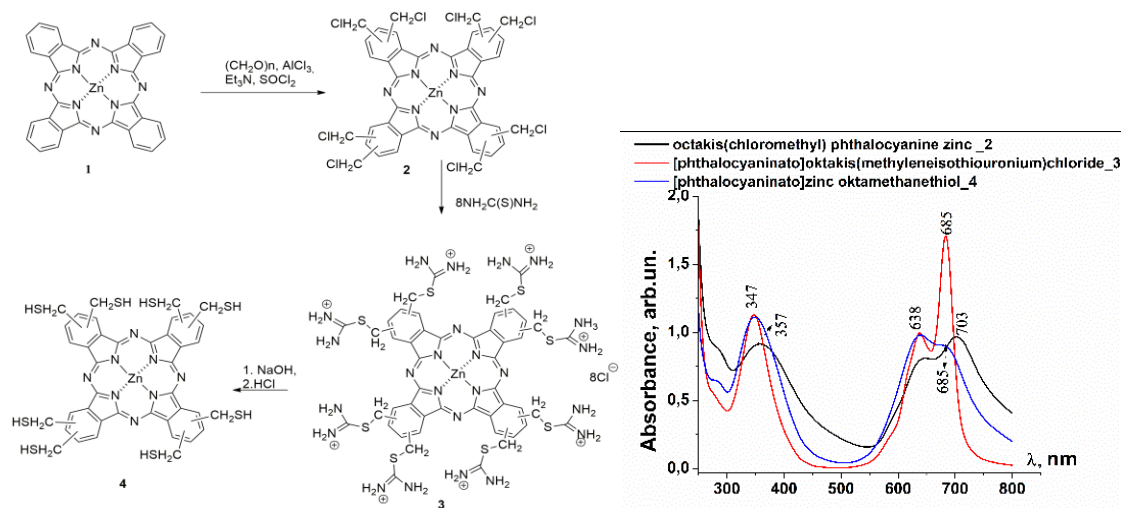
De asemenea NP de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> au fost funcționalizate cu grupa tiol, după cum urmează: în soluția de toluen cu NP de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> s-au adăugat 1,3 ml de acid 3-mercapropionic dizolvat în toluen. Soluția a fost încălzită la 80 °C și agitată timp de 60 min. Precipitatul format s-a purificat și uscat în vid la 60 °C.



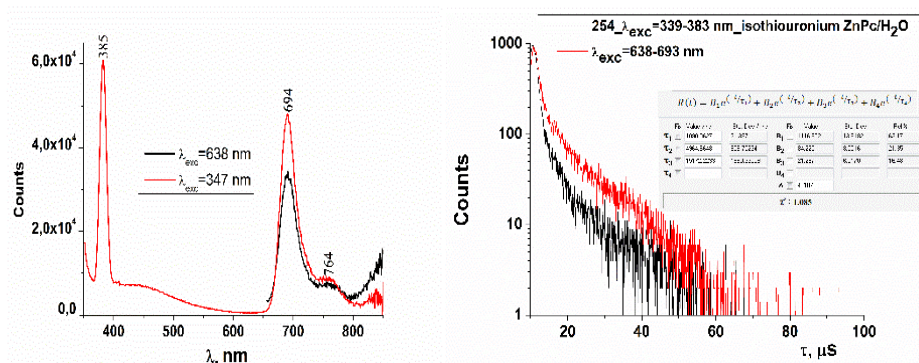
**Figura 12.** Schema de sinteză (stânga) și timpul de viață a stărilor excitate singlet pentru derivatul ZnPc(CH<sub>2</sub>SCN)<sub>8</sub>-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-SH (dreapta).

NP Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-SH s-au conjugat cu derivatul ftalocianinei de Zn cu grupe tiocianat (Figura 12, dreapta). Au fost obținuți fotosensibilizatori ZnPc(CH<sub>2</sub>SCN)<sub>8</sub>-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-SH a căror parametri fotofizici au valori destul de modeste: timpul de viață (4.6 ns) și randamentului cuantic al fluorescenței de 0.48 %, iar stările triplet nu s-au evidențiat.

A fost sintetizat octaclorometil ftalocianina de zinc ((ClMe)<sub>8</sub>ZnPc) conform reacției de clorometilare a ZnPc. În baza ((ClMe)<sub>8</sub>ZnPc) au fost sintetizate clorura de octakis (metil-izotiuroniu) ftalocianina de zinc (MeIt)<sub>8</sub>ZnPcCl<sub>8</sub> și derivatul de ftalocianină de zinc cu opt grupe de tiol (HSM<sub>8</sub>)ZnPc (Figura 13). Randamentele cuantice triplet pentru clorura de [ftalocianinato]zinc oktakis (metil-izotiuroniu) au atins valorile de 3,35 % în soluție de 1NVP:9H<sub>2</sub>O și 14,35% în apa.



**Figura 13.** Schema de sinteză (stânga) și spectrele de absorbție ai derivaților  $(\text{ClMe})_8\text{ZnPc}$ ,  $(\text{MeIt})_8\text{ZnPcCl}_8$  și  $(\text{HSM})_8\text{ZnPc}$  (dreapta).



**Figura 14.** Spectrele de emisie ale fluorescenței (stânga) și timpul de viață ale stărilor excitate triplet a  $(\text{MeIt})_8\text{ZnPcCl}_8$  (dreapta).

**Tabelul 5** Parametrii fotofizici ai derivaților  $(\text{ClMe})_8\text{ZnPc}$ ,  $(\text{MeIt})_8\text{ZnPcCl}_8$  și  $(\text{HSM})_8\text{ZnPc}$  în diferiți solvenți: DMSO/ $\text{H}_2\text{O}$ , 1NVP: 9 $\text{H}_2\text{O}$  și  $\text{H}_2\text{O}$ .

Samples (solvent)	$\lambda_{\text{abs}}$ (nm) Q-Band, $\epsilon$ ( $\text{M}^{-1} \text{cm}^{-1}$ )	$\lambda_{\text{em}}$ (nm)	$X^2$	$\tau_{T1}$ , $\mu\text{s}$	$\tau_{T2}$ , $\mu\text{s}$	$\tau_{T3}$ , $\mu\text{s}$
$\text{C}_{40}\text{H}_{24}\text{Cl}_8\text{N}_8\text{S}_8\text{Zn}$ (DMSO/ $\text{H}_2\text{O}$ )	638 ( $7.1 \times 10^3$ ) 685 ( $1.2 \times 10^4$ )	-	-	-	-	-
$\text{C}_{48}\text{H}_{56}\text{Cl}_8\text{N}_{24}\text{S}_8\text{Zn}$ (DMSO/ $\text{H}_2\text{O}$ )	638( $5.7 \times 10^3$ ), 703( $7.1 \times 10^3$ )	694, 764	1.012	2.31	1.23	-
$\text{C}_{48}\text{H}_{56}\text{Cl}_8\text{N}_{24}\text{S}_8\text{Zn}$ (1 NVP: 9 $\text{H}_2\text{O}$ )	639 ( $1.3 \times 10^4$ ) 682( $1.4 \times 10^4$ )	694,764	0.996	1.22	9.22	-
$\text{C}_{48}\text{H}_{56}\text{Cl}_8\text{N}_{24}\text{S}_8\text{Zn}$ ( $\text{H}_2\text{O}$ )	639 ( $1.8 \times 10^4$ ), 676( $1.1 \times 10^4$ )	694,764	1.085	1.09	4.96	15.2
$\text{C}_{40}\text{H}_{32}\text{N}_8\text{S}_8\text{Zn}$ (DMSO/ $\text{H}_2\text{O}$ )	638 ( $7.1 \times 10^3$ ) 685 ( $6.4 \times 10^3$ )	385, 783, 850	0.988	1.04	8.6	-

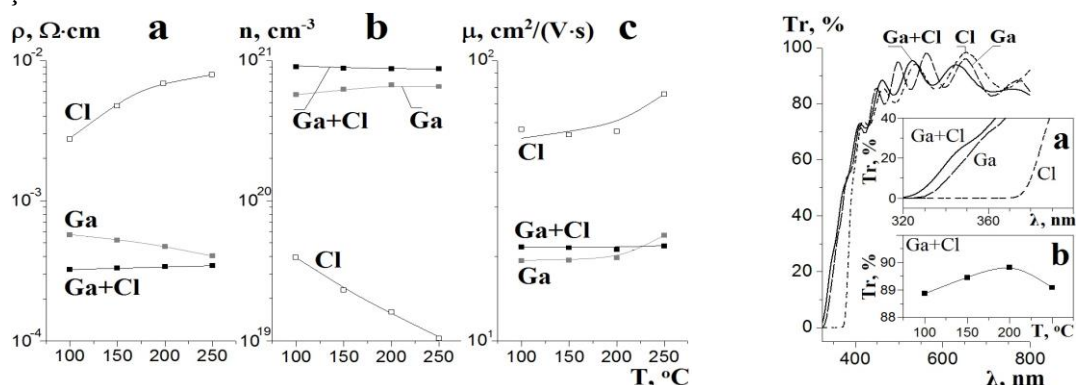
Cei mai buni parametri fotofizici ,  $\varepsilon = 1.8 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  și timpi de viață ai stării triplet cu valorile de 1.09  $\mu\text{s}$ , 4.96  $\mu\text{s}$  și 15.2  $\mu\text{s}$  a prezentat clorura octakis (metilzotiuroniu) ftalocianina de zinc (MeIt)<sub>8</sub>ZnPcCl<sub>8</sub>.

Așadar, în urma rezultatelor obținute, se poate afirma că din șirul FS elaborați, derivatul ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan prezintă proprietăți fotodinamice îmbunătățite comparativ cu cele ale fotosensibilizatorului comercial „Fotosens” și poate fi propus în cercetarea preclinică pentru aplicații *in vitro* și *in vivo*, pentru tratamentul cancerului prin terapie fotodinamică.

### Direcția strategică: energie sigură, curată și eficientă

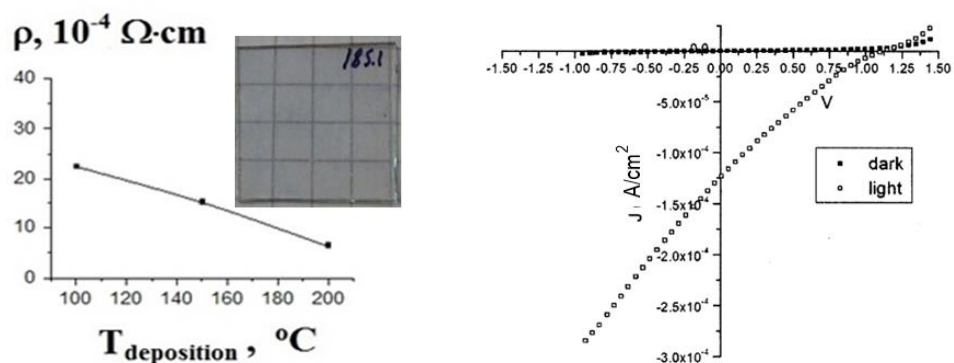
A fost dezvoltată tehnologia de producție a ceramicii de ZnO bazată pe RCT, cu participarea HCl dopat cu oxizi de Al, Ga și In. Un amestec de pulbere de ZnO și oxid de dopant a fost sinterizat la 1070 timp de 48 de ore. Concentrația de impurități a fost variată în intervalul 0-10 mol%. Dimensiunea tipică a ceramicii sinterizate a fost de 25 mm în diametru și 1 mm în grosime.

A fost dezvoltată tehnologia de obținere a straturilor subțiri de ZnO dopate cu Al, Ga și In, prin metoda pulverizării magnetron a ceramicii obținute anterior. A fost cercetat influența tipului și concentrației impurității în țintă, durata pulverizării, puterea de descărcare, presiunea gazului de lucru (Ar), presiunea reziduală a gazului, deviația stoichiometrică a ceramicii și temperatura substratului (100-250 °C) asupra vitezei de creștere a straturilor de ZnO, transmitanța acestora într-o gamă largă de lungimi de undă (300-800 nm), rezistivitatea, concentrația purtătorilor de curent și mobilitatea acestora.



**Figura 15.** Parametrii electrici (rezistivitatea, concentrația purtătorilor de sarcină electrică și mobilitatea) a straturilor nanostructurate ZnO dopate cu Ga (stânga) și transmitanța acestora (dreapta)

Au fost obținute prin pulverizare magnetron straturi ultra-subțiri ZnO co-dopate cu Cl și Al (125 nm) cu transmitanță medie de 93 %, și  $\rho = 6 \cdot 10^{-4} \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$ . Cei mai puternici factori care determină conductivitatea straturilor sunt grosimea stratului și rata de depunere. S-a constatat că o creștere a grosimii și a ratei de creștere contribuie la o creștere a ordonării cristalitelor stratului subțire și a dimensiunii medii.



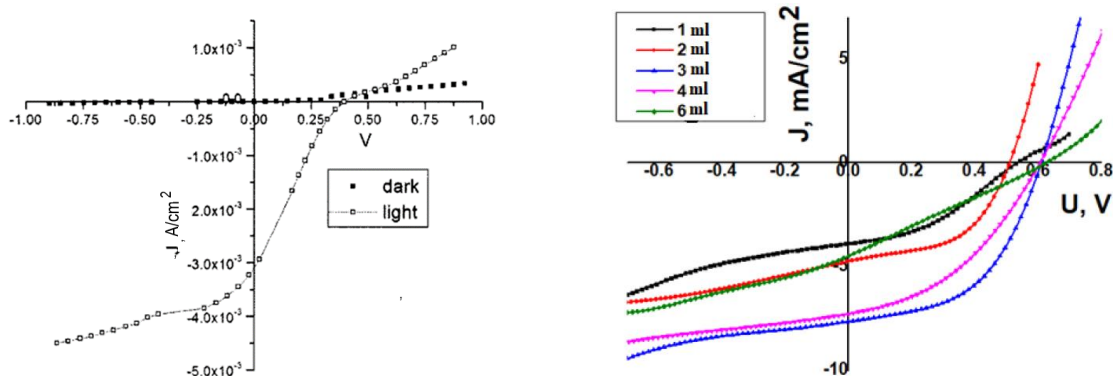
**Figura 16.** Dependența rezistivității straturilor ZnO dopate cu Ga de temperatura de depunere (stânga) și caracteristica curent-tensiune a structurii  $\text{SnO}_2/\text{ZnPc}(\text{COOH})_4:\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Ni}$ , măsurată la 300 K, condiții AM1.5.

Au fost obținute o serie de straturi subțiri de  $\text{SnO}_2:\text{Sb}$  pe sticlă. Straturile nedopate au o rezistivitate foarte mare ( $\sim 10 \text{ } \Omega\cdot\text{cm}$ ). Doparea țintei cu impurități de Sb cu concentrația 1-3 at. % face posibilă reducerea rezistivității straturilor de  $\text{SnO}_2$  la nivelul de  $10^{-3} - 10^{-2} \text{ } \Omega\cdot\text{cm}$ .

De asemenea au fost obținute straturi conductoare de  $\text{ZnO}_x\text{S}_{1-x}:\text{Ga}$  cu rezistivitatea  $10^{-1} \text{ } \Omega\cdot\text{cm}$  și o bandă interzisă optică mai mare (până la 4.1 eV) în comparație cu ZnO.

Au fost realizate un set de structuri  $\text{SnO}_2/\text{ZnPc}(\text{COOH})_4:\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Ni}$ ;  $\text{nO}/\text{AgNP}:\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{Ni}$ .

Au fost obținute dispozitive fotovoltaice de tip heterojuncțiune în volum sticlă/ITO/PEDOT:PSS/ZnPc:PTCDI/Al și au fost estimați parametrii fotovoltaici (Tabelul 6). Densitatea curentului de scurtcircuit crește odată cu creșterea grosimii (cantității de soluție) iar la grosimea cea mai mare scade brusc și atinge valoarea  $4.6 \text{ mA}/\text{cm}^2$ . Acest curent corespunde celei mai mari valori a tensiunii circuitului deschis de 0.62 V.

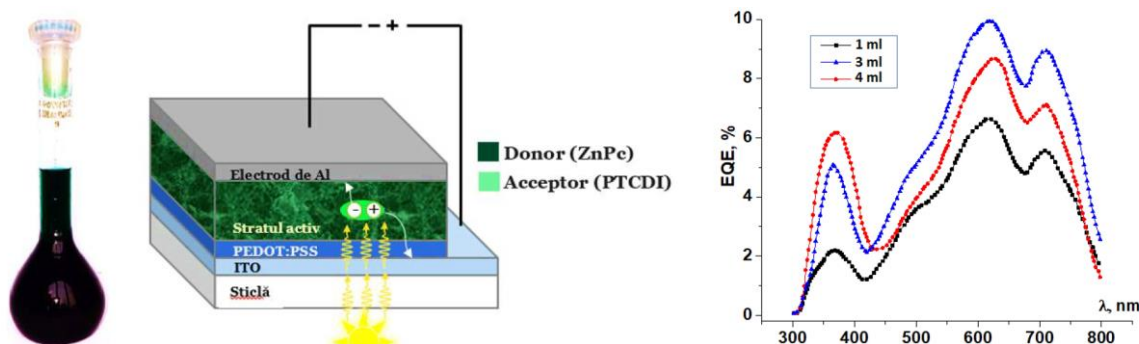


**Figura 17.** Caracteristicile curent-tensiune a structurilor  $\text{ZnO}/\text{AgNP}:\text{ZnPc}(\text{COOH})_4/\text{Ni}$  (stânga) și  $\text{ZnO}/\text{ZnPc}:\text{PTCDI}/\text{Ni}$ , măsurate la 300 K, condiții AM1.5 (dreapta).

Valorile FF sunt afectate semnificativ de valorile mari ale rezistențelor serie ( $R_s$ ) din straturile semiconductoare procesate din soluții chimice. Domeniul fotosensibilității este cuprins între lungimile de undă 300 nm și 800 nm. Fotosensibilitatea structurii ITO/PEDOT:PSS/ZnPc:I<sub>2</sub>:PTCDI/Al este mai înaltă în domeniul de la 450 nm până la 800 nm, iar cu creșterea grosimii stratului absorbant eficiența cuantică externă se micșorează.

**Tabelul 6** Parametrii fotovoltaici  $J_{sc}$ ,  $U_{cd}$ , FF și  $\eta$  ai structurilor ITO/PEDOT:PSS/ZnPc:I<sub>2</sub>:PTCDI/Al în funcție de grosimea stratului (volumul soluției) ZnPc:I<sub>2</sub>:PTCDI

Volumul soluției, ml	$J_{sc}$ , mA/cm <sup>2</sup>	$U_{cd}$ , V	FF, %	$\eta$ , %	$R_s$ , Ohm·cm <sup>2</sup>	$R_{sh}$ , Ohm·cm <sup>2</sup>
1	3.9	0.53	37.2	0.8	113.2	529.0
2	4.7	0.51	50.9	1.2	21.0	307.9
3	7.6	0.61	51.3	2.4	19.8	458.8
4	7.3	0.60	40.9	1.8	35.1	405.7
6	4.6	0.62	24.8	0.7	109.3	161.1



**Figura 18.** Schema dispozitivului fotovoltaic procesat din soluție (stinga) și eficiența cuantică externă (EQE) a structurii ITO/PEDOT:PSS/ZnPc:I<sub>2</sub>:PTCDI/Al (dreapta).

Asadar, au fost realizate dispozitive fotovoltaice procesate din soluție de tip heterojuncțiune în volum sticlă/ITO/PEDOT:PSS/ZnPc:PTCDI/Al cu randament de conversie a energiei solare în energie electrică de 2.4 %.

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

#### Impactul științific

- **generarea de cunoștințe noi în domeniile** terapiei fotodinamice și fotovoltaice, precum și în cercetarea aplicativă legată de sinteza și caracterizarea materialelor funcționale;
- **testarea de noi idei la frontiera cunoașterii actuale**, cu scopul dezvoltării temei respective în propuneri de proiecte la viitoarele competiții organizate în cadrul programelor naționale sau internaționale.
- **diseminare maximă a rezultatelor obținute** (publicații în jurnale internaționale de prestigiu, participări la conferințe internaționale pe domeniile de activitate, extinderea colaborărilor la nivel național și internațional);
- **intensificarea eforturilor de formare de grupuri interdisciplinare prin atragerea de tineri cercetători pentru crearea de colective specializate pe tematica programului prin:** angajare de tineri absolvenți în domenii precum Fizica, Chimie, Inginerie, Informatica, Biologie; angajarea de personal calificat pentru dezvoltarea de aplicații, transfer tehnologic și activitate de marketing al rezultatelor cercetării.

## **Impactul social și/sau economic**

Către Comisia Medicamentului RM va fi înaintată cerere pentru aprobarea documentației privind proprietățile fizico-chimice ale produsului medicamentos pe baza ftalocianinei de zinc modificată cu grupa COOH și conjugată cu NP Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> pentru studii ce includ teste biologice sau microbiologice; teste farmacologice și toxicologice; investigații clinice. Conform practicii curente, pentru a efectua studii preclinice în centre specializate din subordinea Ministerului Sănătății este necesară o finanțare semnificativă. Evident, pentru o procedură atât de rar folosită în clinicile din R. Moldova, precum PDT, găsirea de investitori în astfel de condiții este o sarcină dificilă și, de aceea, introducerea unor astfel de tehnologii trebuie să fie în grija statului.

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

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

### ➤ *Colaborări științifice naționale*

- Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor
- Universitatea Tehnică a Moldovei Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii „D. Ghițu”
- Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al Universității Tehnice a Moldovei

### ➤ *Colaborări științifice internaționale*

- Institutul de Chimie Macromoleculară „P. Poni” Iași, România
- Institutul de Cercetare Electronică, Hamamatsu, Japonia
- Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași,
- Facultatea de Fizică Universitatea de Tehnologie, Tallinn, Estonia

## **7. Dificultățile în realizarea proiectului**

Lipsa echipamentului modern, lipsa resurselor umane calificate, salarii mici.

## **8. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații**

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice  
publicate pentru anii 2020-2023 în cadrul proiectului din Programul de Stat  
Fotosensibilizatori Pentru Aplicații în Terapia Fotodinamică și Fotovoltaică  
Cifru proiectului 20.80009.5007.16**

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

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

1. GUȚU, Iacob. Chimia compușilor naturali. Vol. 2, 2021, 484 p, ISBN: 978-9975-152-92-1  
[Catalog BNRM |](#)

**2. Capitole în monografiile 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) - 15

1. POTLOG, Tamara, FURTUNĂ, Vadim, LUNGU, Ion, MASUZAWA, Tomoaki, MIMURA, Hidenori. Physical-Chemical Properties of Self-Assembled Structures in Solution of Zinc Phthalocyanine and Bis-3-pentyl-PTCDI Derivative. In: *Journal of Physical Chemistry C*. 2020, nr. 17(124), pp. 9470-9483. ISSN 1932-7447. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b11605> (IF: 4.189)
2. WORASAWAT, Suchada, TAKU, Miyake, POTLOG, Tamara, MIMURA, Hidenori. The Photophysical Properties of Ga-doped ZnO Thin Films Grown by Spray Pyrolysis Method. In: *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*. 2020, nr. 12(30), pp. 4895-4904. ISSN 1574-1443. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10904-020-01605-7> (IF: 2.088)
3. LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara. Thermally Annealed in Vacuum Undoped and Al-Doped ZnO Thin Films for Multifunctional Applications. In: *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020, nr. 101, pp. 144-158. ISSN 2367-3370. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-36841-8\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-36841-8_15)
4. POTLOG, Tamara, FURTUNĂ, Vadim, LUNGU, Ion, ROBU, Ștefan, DRAGALINA, Galina, POPUȘOI, Ana, BULMAGA, Petru. Synthesis and characterization of CuPc-PEPC composite thin films and photovoltaic devices by drop casting method. In: *Materiale Plastice*. 2021, nr. 4(57), pp. 134-144. ISSN 0025-5289. DOI: <https://doi.org/10.37358/MP.20.4.5413> (IF: 1.517)
5. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru, FEDOROV, Vladimir, PETRENKO, Piotr, MONAICO, Eduard. Low-temperature sintering of highly conductive ZnO:Ga:Cl ceramics by means of chemical vapor transport. In: *Journal of the European Ceramic Society*. 2021, nr. 1(41), pp. 443-450. ISSN 0955-2219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2020.08.002> (IF: 4.495)
6. ZALAMAI, Victor, COLIBABA, Gleb, MONAICO, Elena, MONAICO, Eduard. Enhanced Emission Properties of Anodized Polar ZnO Crystals. In: *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. 2021, nr. 1(57), pp. 117-123. ISSN 1068-3755. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068375521010166> (IF: 0.5)
7. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru, FEDOROV, Vladimir, MONAICO, Elena. Effect of chlorine on the conductivity of ZnO:Ga thin films. In: *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 2021, nr. 13(32), pp. 18291-18303. ISSN 0957-4522. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10854-021-06371-x> (IF = 2.5)
8. ZALAMAI, V. V., COLIBABA, G. V., MONAICO, E. I., MONAICO, E. V. Enhanced emission properties of anodized polar ZnO crystals. In: *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. 2021, nr. 57(1), pp. 117-123. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068375521010166> (IF = 0.4)
9. POTLOG, Tamara, LUNGU, Ion, TIULEANU, Pavel, ROBU, Ștefan. Photophysical properties of linked zinc phthalocyanine to acryloyl chloride:N-vinylpyrrolidone copolymer. In: *Polymers*. 2021, nr. 13(24), pp. 1-10. ISSN 2073-4360. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym13244428> (IF: 3.6)
10. POTLOG, Tamara, POPUȘOI, Ana, LUNGU, Ion, ROBU, Ștefan, BULIMESTRU, Ion. Photophysics of tetracarboxy-zinc phthalocyanine photosensitizers. In: *RSC Advances*. 2022, nr. 49(12), pp. 31778-31785. ISSN 2046-2069. DOI: <https://doi.org/10.1039/d2ra05676c> (IF:4.036)



11. COLIBABA, G. V. Chemical Mass Transfer of Indium Oxide and  $\text{In}_2\text{O}_3\text{-Me}_x\text{O}_y$  Complex Systems. In: *Glass Physics and Chemistry*. 2022, nr. 48(6), pp. 547-557. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1087659621100448> (IF: 0.68)
12. LUNGU, Ion, ZALAMAI, Victor, MONAICO, Eduard, GHIMPU, Lidia, POTLOG, Tamara. Effect of deposition temperature on structural, morphological and optical properties of ZnTe thin films. In: *Journal of Materials Science*. 2023, nr. 10(58), pp. 4384-4398. ISSN 0022-2461. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10853-023-08285-x> (IF:4.5)
13. AL-QASSEM, A., FEDOROV, V., GAGARA, L., POTLOG, T. Reduced Recombination Current Due to Sputtered CdO Nanolayer at CdS/CdTe Interface. In: *Materials Sciences and Applications*. 2023, nr. 14(3), pp. 186-207. DOI: [10.4236/msa.2023.143011](https://doi.org/10.4236/msa.2023.143011) (IF: 0.97)
14. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru, COSTRIUCOVA, Natalia, ȘIKIMAKA, Olga, MONAICO, Eduard. Low-temperature sintering of ZnO:Al ceramics by means of chemical vapor transport. In: *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 2023, vol. 34, p. 0. ISSN 0957-4522. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10854-022-09458-1> (IF:2.47)
15. COLIBABA, G. V., RUSNAC, D., COSTRIUCOVA, N., SHIKIMAKA, O., MONAICO, E. V. Low-temperature sintering of ZnO: Al ceramics by means of chemical vapor transport. In: *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 2023, nr. 34(2), pp. 82. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10854-022-09458-1> (IF:2.77)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute – 1

1. POTLOG, T., RUSNAC, D., COLIBABA, G., GHIMPU, L., DOBROMIR, M., LUCA, D. Modification of nanosized Ga-doped ZnO/ITO bilayer films by annealing in various environments. A possible route for enhanced UV photodetectors. In: *A Possible Route for Enhanced Uv Photodetectors*. 2022, pp. 1-9. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4051532](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4051532)

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei – 8  
Cat. B – 4

1. ROBU, Ștefan, POPUȘOI, Ana, DRAGALINA, Galina, LUNGU, Ion, FURTUNĂ, Vadim, POTLOG, Tamara. Mono- și polihidroxifalocianine de zinc grefate cu polimeri carbazolici pentru materiale fotosensibile . In: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria Științe Reale și ale Naturii*. 2020, nr. 6(126), pp. 68-73. ISSN 1814-3237. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/92526](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/92526)
2. LUNGU, Ion. Influența dopării cu aluminiu asupra proprietăților optice ale straturilor subțiri de ZnO. In: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria Științe Exacte și Economice*. 2020, nr. 7(137), pp. 23-30. ISSN 1857-2073. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4457488>
3. LUNGU, Ion. Efectul dopării straturilor de ZnTe cu cupru asupra parametrilor fotovoltaici ai heterostructurilor ZnTe:Cu/CdTe. In: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria Științe Exacte și Economice*. 2021, nr. 2(142), pp. 73-77. ISSN 1857-2073. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5094790>
4. ROBU, Ștefan, POTLOG, Tamara, LUNGU, Ion, BULMAGA, Petru, TIULEANU, Pavel, PRISACARI, Viorel, SAVA, Veronica. Polimeri analogi din copolimeri de N-vinilpirolidonă grefat cu ftalocianină de zinc. In: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria Științe Reale și ale Naturii*. 2023, nr. 1(171), pp. 173-177. ISSN 1814-3237. DOI: [https://doi.org/10.59295/sum1\(171\)2023\\_23](https://doi.org/10.59295/sum1(171)2023_23)

Cat. C – 4

1. RUSNAC, Dumitru, LUNGU, Ion, GHIMPU, Lidia, COLIBABA, Gleb, POTLOG, Tamara. Structural and optical properties of ZnO:Ga thin films deposited on ito/glass substrates for optoelectronic applications. In: *Moldavian Journal of the Physical Sciences*. 2021, nr. 1(20), pp. 84-93. ISSN 1810-648X. DOI: <https://doi.org/10.53081/mjps.2021.20-1.07>
2. GHIMPU, Lidia, SUMAN, Victor, RUSNAC, Dumitru, POTLOG, Tamara. Fabrication Of p-NiO/n-ZnO:Ga heterostructures for a rectifier diode and a UV photodetector via RF magnetron sputtering and spray pyrolysis synthesis. In: *Moldavian Journal of the Physical Sciences*. 2021, nr. 1(20), pp. 66-72. ISSN 1810-648X. DOI: <https://doi.org/10.53081/mjps.2021.20-1.05>
3. LUNGU, Ion, GHIMPU, Lidia, UNTILA, Dumitru, POTLOG, Tamara. Copper-related defects in ZnTe thin films grown by the close space sublimation method. In: *Moldavian Journal of the Physical Sciences*. 2022, nr. 1(21), pp. 34-41. ISSN 1810-648X. DOI: <https://doi.org/10.53081/mjps.2022.21-1.03>
4. LUNGU, Ion, GAGARA, Ludmila, POTLOG, Tamara, GHIMPU, Lidia. Synthesis and electrophysical properties of CdS/ZnTe heterojunctions. In: *Moldavian Journal of the Physical Sciences*. 2022, nr. 1(21), pp. 42-51. ISSN 1810-648X. DOI: <https://doi.org/10.53081/mjps.2022.21-1.04>

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) – 4

1. GADIAC, Ivan, FURTUNĂ, Vadim, POTLOG, Tamara. Fabrication of a ITO/PEDOT:PSS/ZnPc:I2/Al Schottky diode solar cells using Solution Technique. In: *Proceedings of the International Semiconductor Conference CAS*. Ediția a 44-a, 6-8 octombrie 2021, Sinaia. New Jersey, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021, pp. 195-198. ISBN 978-166543571-0. DOI: <https://doi.org/10.1109/CAS52836.2021.9604121>
2. LUNGU, Ion. Structural and composition of Cu-doped ZnTe thin films with different concentrations by immersion in Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>solution. In: *Proceedings of the International Semiconductor Conference CAS*. Ediția a 44-a, 6-8 octombrie 2021, Sinaia. New Jersey, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021, pp. 155-158. ISBN 978-166543571-0. DOI: <https://doi.org/10.1109/CAS52836.2021.9604170>
3. LUNGU, Ion, ROBU, Ștefan, POTLOG, Tamara, TIULEANU, Pavel. Photosensitive organic polymer material. In: *Bulletin Științific Supliment Cadet Inova*. 2022, nr. 1, pp. 173-179. ISSN 2501-3157. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/161429](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/161429)
4. MONAICO, E. V., COLIBABA, G. V. Impact of the electrolyte and electrochemical parameters upon the morphology of anodized zinc oxide. In: *Материалы и структуры современной электроники*. 2022, pp. 316-321. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/292849>

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova) – 14

1. BOTNARIUC, Vasile, GORCEAC, Leonid, COVAL, Andrei, CINIC, Boris, GAUGAȘ, Petru, CHETRUȘ, Petru, LUNGU, Ion, RAEVSCHI, Simion. ZnO nanometric layers used in photovoltaic cells. In: *IFMBE Proceedings. 4th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 4, Vol.77, 18-21 septembrie 2019,

- Chişinău. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2020, pp. 53-56. ISBN 978-303031865-9. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6_11)
2. POTLOG, Tamara, LUNGU, Ion, RAEVSCHI, Simion, BOTNARIUC, Vasile, ROBU, Ştefan, WORASAWAT, Suchada, MIMURA, Hidenori. Electrical properties of thermal annealed in vacuum spray deposited Al-doped ZnO thin films. In: *IFMBE Proceedings. 4th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 4, Vol.77, 18-21 septembrie 2020, Chişinău. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2020, pp. 83-87. ISBN 978-303031865-9. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6_18)
  3. QASSEM, Amjad-Al, GAGARA, Ludmila, FEDOROV, Vladimir, LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara. Comparative study of the P-CDS/N-cdte photovoltaic devices with depleted intrinsic layer. In: *IFMBE Proceedings. 4th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 4, Vol.77, 18-21 septembrie 2019, Chişinău. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2020, pp. 707-711. ISBN 978-303031865-9. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6\\_125](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6_125)
  4. TIULEANU, Pavel, ROBU, Ştefan, PRISACARI, Viorel, FURTUNĂ, Vadim, RUSNAC, Roman, POTLOG, Tamara. Synthesis of new zinc phthalocyanine with block copolymers in nanomedicine applications. In: *IFMBE Proceedings. 4th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 4, Vol.77, 18-21 septembrie 2019, Chişinău. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2020, pp. 789-792. ISBN 978-303031865-9. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6\\_140](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6_140)
  5. GHIMPU, Lidia, SUMAN, Victor, RUSNAC, Dumitru. Influence of the growth temperature on the properties of the transparent and conductive NiO thin films obtained by RF magnetron sputtering. In: *IFMBE Proceedings. 4th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 4, Vol.77, 18-21 septembrie 2019, Chişinău. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2020, pp. 291-295. ISBN 978-303031865-9. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6\\_57](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6_57)
  6. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru, FEDOROV, Vladimir, COSTRIUCOVA, Natalia, MONAICO, Eduard, POTLOG, Tamara. Highly Conductive ZnO Thin Films Deposited Using CVT Ceramics as Magnetron Targets. In: *IFMBE Proceedings. 5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 5, Vol.87, 3-5 noiembrie 2021, Chişinău. Chişinău: Pontos, 2022, pp. 110-116. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_15)
  7. LUNGU, Ion, GHIMPU, Lidia, POTLOG, Tamara, MEDVIDS, A., MOISE, Calin. Phase Transition in Laser Irradiated TiO<sub>2</sub> Thin Films. In: *IFMBE Proceedings. 5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 5, Vol.87, 3-5 noiembrie 2021, Chişinău. Chişinău: Pontos, 2022, pp. 40-47. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_6)
  8. COLIBABA, Gleb, COSTRIUCOVA, Natalia, RUSNAC, Dumitru, BUSUIOC, Simon, MONAICO, Eduard. Wettability of Highly Conductive ZnO:Ga:Cl CVT Ceramics with Various Ga Content. In: *IFMBE Proceedings. 5th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 5, Vol.87, 3-5 noiembrie 2021, Chişinău. Chişinău: Pontos, 2021, pp. 610-616. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0\\_78](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92328-0_78)
  9. LUNGU, Ion, BUSUIOC, Simon, MONAICO, Elena, POTLOG, Tamara. Effect of Particle Size and Roughness on Contact Angle of ZnTe Thin Films. In: *IFMBE Proceedings. 6th*

- International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering* . Ediția 6, Vol.91, 20-23 septembrie 2023, Chișinău. Chișinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, pp. 268-277. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_30)
10. LUNGU, Ion, GHIMPU, Lidia, SUMAN, Victor, UNTILA, Dumitru, POTLOG, Tamara. Illumination-Dependent Photovoltaic Parameters of CdS/ZnTe Solar Cells. In: *IFMBE Proceedings. 6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering* . Ediția 6, Vol.91, 20-23 septembrie 2023, Chișinău. Chișinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, pp. 214-222. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_24)
  11. ROBU, Ștefan, BULMAGA, Petru, POPUȘOI, Ana, BULIMESTRU, Ion, LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara. Synthesis and Study of Dextran:Zinc Aminomethylphthalocyanine Copolymers for Medicinal Applications. In: *IFMBE Proceedings. 6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering* . Ediția 6, Vol.91, 20-23 septembrie 2023, Chișinău. Chișinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, pp. 437-446. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6\\_47](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_47)
  12. GAGARA, Ludmila, LUNGU, Ion, GHIMPU, Lidia, POTLOG, Tamara. Synthesis Technology for CdSe/CdTe Heterojunctions and Characterization of Their Photoelectric Properties. In: *IFMBE Proceedings. 6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering* . Ediția 6, Vol.91, 20-23 septembrie 2023, Chișinău. Chișinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, pp. 206-213. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_23)
  13. GUȚU, Iacob, SUMAN, Victor, BARBĂ, Alic, POTLOG, Tamara. The Water-Soluble Zinc Phthalocyanine Substituted with Sulfur-Containing Groups. In: *IFMBE Proceedings. 6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering* . Ediția 6, Vol.91, 20-23 septembrie 2023, Chișinău. Chișinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, pp. 257-267. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_29)

### 6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională – 8

1. RUSNAC, Dumitru, FEDOROV, Vladimir, COLIBABA, Gleb. Obținerea straturilor subțiri de ZnO cu conductibilitate înaltă prin pulverizare magnetron a țintelor preparate în vapori halogenici. In: *Integrare prin cercetare și inovare. Științe ale naturii și exacte*. SNE, 10-11 noiembrie 2020, Chișinău. Chisinau, Republica Moldova: CEP USM, 2020, pp. 284-287. ISBN 978-9975-152-50-1. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/114180](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/114180)
2. LUNGU, Ion, COLIBABA, Gleb, POTLOG, Tamara. Fabricarea structurilor SnO<sub>2</sub>/CdTe/ZnO și cercetarea proprietăților acestora. In: *Integrare prin cercetare și inovare. Științe ale naturii și exacte*. SNE, 10-11 noiembrie 2020, Chișinău. Chisinau, Republica Moldova: CEP USM, 2020, pp. 304-308. ISBN 978-9975-152-50-1. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/114215](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/114215)
3. GADIAC, Ivan, LUNGU, Ion, FURTUNĂ, Vadim, POTLOG, Tamara. Influența iodului asupra parametrilor fotovoltaici ai celulelor solare pe baza ftalocianinei de zinc realizate din soluții chimice. In: *Integrare prin cercetare și inovare. Științe ale naturii și exacte*. SNE, 10-11 noiembrie 2020, Chișinău. Chisinau, Republica Moldova: CEP USM, 2020, pp. 309-313. ISBN 978-9975-152-50-1. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/114216](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/114216)
4. QASSEM, Amjad-Al, GAGARA, Ludmila, FEDOROV, Vladimir, POTLOG, Tamara. The intermediate CdO layer influence on solar energy conversion in CdS/CdTe heterojunctions. In: *Integrare prin cercetare și inovare. Științe ale naturii și exacte*. SNE, 10-11 noiembrie

- 2020, Chișinău. Chisinau, Republica Moldova: CEP USM, 2020, pp. 290-293. ISBN 978-9975-152-50-1. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/114213](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/114213)
5. POPUȘOI, Ana, ROBU, Ștefan, TIULEANU, Pavel, DRAGALINA, Galina, POTLOG, Tamara. Metalofalocianine solubile în apă din copolimeri de N-vinilpirolidonă cu clorură de acriloil. In: *Integrare prin cercetare și inovare. Științe ale naturii și exacte*. SNE, 10-11 noiembrie 2020, Chișinău. Chisinau, Republica Moldova: CEP USM, 2020, pp. 242-245. ISBN 978-9975-152-50-1. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/114149](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/114149)
  6. RUSNAC, Dumitru, LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara. Formarea stării excitate triplet în straturile subțiri dopate cu GA sintetizate din soluție. In: *Integrare prin cercetare și inovare. Științe ale naturii și exacte*. SNE, 10-11 noiembrie 2020, Chișinău. Chisinau, Republica Moldova: CEP USM, 2020, pp. 276-279. ISBN 978-9975-152-50-1. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/114159](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/114159)
  7. BULIMESTRU, Ion, POPA, Nelea, ROBU, Ștefan, TIULEANU, Pavel, LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara. Sisteme polimerice din metalofalocianină de zinc cu chitosan pentru terapia fotodinamică. In: *Integrare prin cercetare și inovare. Științe ale naturii și exacte*. SNE, 10-11 noiembrie 2021, Chișinău. Chisinau, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2021, pp. 146-148. ISBN 978-9975-152-48-8. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/147885](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/147885)
  8. POPUȘOI, Ana, LUNGU, Ion, RUSNAC, Roman, BULMAGA, Petru, ROBU, Ștefan, POTLOG, Tamara. Sinteza și cercetarea ftalocianinelor de Zn substituie cu grupări nitro și amino. In: *Integrare prin cercetare și inovare. Științe ale naturii și exacte*. SNE, 10-11 noiembrie 2022, Chișinău. Chisinau, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2022, pp. 208-211. ISBN 978-9975-152-48-8. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/173775](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/173775)
  9. POPUȘOI, Ana, POTLOG, Tamara, BULMAGA, Petru, SADOHINA, Olga, ROBU, Ștefan. Sinteza și cercetarea unor copolimeri din chitosan grefați cu ftalocianină de zinc, pentru scopuri medicinale. In: *Integrare prin cercetare și inovare. Științe ale naturii și exacte*. SNE, 9-10 noiembrie 2023, Chișinău. Chisinau, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2023.

#### 6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale – 7

1. GADIAC, Ivan, LUNGU, Ion. Rolul hexamethylenetetraminei (HMTA) în sinteza straturilor nanostructurate pe probe de ZnO obținute prin pulverizare cu piroliză. In: *Sesiune națională cu participare internațională de comunicări științifice studențești*. Ediția 24, Vol.1, R, 15 februarie 2020, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2020, pp. 43-46. ISBN 978-9975-142-89-2. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/102836](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/102836)
2. TIULEANU, Pavel. Water-soluble metallphthalocyanine grafted copolymers and their further application perspective. In: *Sesiune națională cu participare internațională de comunicări științifice studențești*. Ediția 24, Vol.1, R, 15 februarie 2020, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2020, pp. 21-23. ISBN 978-9975-142-89-2. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/103119](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/103119)
3. LUNGU, I., GODIAC, I. Influența tratării termice în formarea nanorodurilor de ZnO. In: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*. Vol.1, 1-3 aprilie 2020, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: 2020, pp. 25-28. ISBN 978-9975-45-632-6.
4. RUSNAC, Dumitru. Obținerea țintelor de ZnO cu conductibilitate înaltă prin reacție chimice de transport. In: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*.

- Vol.1, 1-3 aprilie 2020, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: 2020, pp. 33-36. ISBN 978-9975-45-632-6. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/106127](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/106127)
5. RUSNAC, Dumitru, DANILOV, Constantin, TRIFAN, Cătălin. Obținerea monocristalelor de ZnO prin reacțiile chimice de transport. In: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*. Vol.1, 1-3 aprilie 2020, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: 2020, pp. 289-292. ISBN 978-9975-45-632-6. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/106421](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/106421)
  6. RUSNAC, Dumitru, KOSTRIKOVA, Natalia, COLIBABA, Gleb. Efectul Cl asupra conductibilității straturilor subțiri de ZnO:Ga. In: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*. Vol.1, 23-25 martie 2021, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Tehnica-UTM, 2021, pp. 73-76. ISBN 978-9975-45-699-9. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/133760](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/133760)
  7. LUNGU, Ion, GADIAC, Ivan. Proprietățile fizice ale straturilor de ZnTe dopate prin imersie în soluție de cupru. In: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*. Vol.1, 23-25 martie 2021, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Tehnica-UTM, 2021, pp. 46-49. ISBN 978-9975-45-699-9. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/133724](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/133724)

## 7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare) – 55

1. ROBU, Ștefan, DRAGALINA, Galina, POPUȘOI, Ana, LUNGU, Ion, NASEDCHINA, Nadejda, CHIRIȚA, Arcadii, DEMENTIEV, Igor, POTLOG, Tamara. Thin films composites based on carbazole containing copolymers and metal phthalocyanines. In: *Cercetări și inovații în viziunea tinerilor cercetători "Cadet INOVA'20"*. Nr.5, 26-28 martie 2020, Sibiu. Sibiu, România: Editura Academiei Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, 2020, pp. 362-364. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/116826](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/116826)
2. ROBU, Ștefan, TIULEANU, Pavel, POTLOG, Tamara, DRAGALINA, Galina, POPUȘOI, Ana. Photosensitive metallophthalocyanine copolymer preparing process. In: *Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret 2020*, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, Ediția IV, 03-05 septembrie 2020. pp. 64.
3. POTLOG, Tamara, FURTUNA, Vadim, LUNGU, Ion. Advances IN photodynamic therapy based on the combination of a metallophthalocyanine formulation with (3R)-3-hydroxy-4-(trimethylamino)butanoic acid. In: *Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret 2020*, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, Ediția IV, 03-05 septembrie 2020. pp. 64.
4. RUSNAC, Dumitru, COLIBABA, Gleb, FEDOROV, Vladimir. Process for the production of ceramics and ZnO thin films codoped with Ga and Cl AT low temperatures. In: *Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret 2020*, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, Ediția IV, 03-05 septembrie 2020. pp. 62.
5. ROBU, Ș., TIULEANU, P.; POTLOG, T.; DRĂGĂLINA, G.; POPUȘOI, A. Photosensitive metallophthalocyanine copolymer preparing process. In: *Expoziția Internațională de Inventică „INVENTICA 2020”*, Ediția a 24-a, 29-31 iulie 2020, Iași, România, pp. 393. ISSN:1844-7880.
6. TSIULYANU, P. Water-soluble zinc phthalocyanine copolymers for medical practice. In: *International Conference on research Trends in Social Sciences, Education, Humanities, Business and Management Studies:Conference Proceedings*, 30 Mai 2020, Los Angeles, USA, 2020, p. 308.

7. POTLOG, T., FURTUNA, V., BULIMESTRU, I., POPA, N. Self-Assembled MePc:perylene diimide supramolecular system in solution for photovoltaic applications. In: *Abstracts of the 13<sup>th</sup> International Symposium on Flexible Organic Electronics* ISFOE20". 6-9 July 2020, Thessaloniki, Greece, 2020, p.14
8. COLIBABA, G., RUSNAC, D. Low temperature sintering of highly conductive ZnO ceramics for cost effective production of optoelectronic devices. In: *The 4<sup>th</sup> International Fair of Patents, Inventions, Innovations and New Technologies "INOVAMAK 2020"*, 9-11 Noiembrie 2020, Skopje, Republic of North Macedonia, UE, 2020.
9. COLIBABA, G., RUSNAC, D. Low temperature sintering of highly conductive ZnO ceramics for cost effective production of optoelectronic devices. In: *XVI Международный салон изобретений и новых технологий «Новое Время»*, 24-26 сентября 2020 г., Севастополь, pp. 301-302.
10. COLIBABA, G. Obținerea monocristalelor de ZnO cu direcția de creștere controlată destinate aplicațiilor în optoelectronică și fonică. In: *Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”* Timișoara, ediția a VI -a, 13-15 octombrie 2020.
11. COLIBABA, G., RUSNAC, D., SUMAN, V. Sinterizarea ceramicii de ZnO cu conductibilitate înaltă la temperaturi scăzute, necesar producerii la costuri reduse a dispozitivelor optoelectronice. In: *Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”* Timișoara, ediția a VI -a, 13-15 octombrie 2020.
12. POTLOG, T., FURTUNA, V., LUNGU, I. Near-infrared absorbing photosensitizer for photodynamic therapy. In: *Expoziția Internațională de Inventică „INVENTICA 2020”*, Ediția a 24-a, 29-31 iulie 2020, Iași, România, pp. 397. ISSN:1844-7880.
13. COLIBABA, G., RUSNAC, D., Fedorov, V. Obtaining highly conductive ZnO:Ga:Cl ceramics and thin films at low temperatures. In: *Expoziția Internațională de Inventică „INVENTICA 2020”*, Ediția a 24-a, 29-31 iulie 2020, Iași, România, pp. 394. ISSN:1844-7880.
14. POTLOG, T., FURTUNA, V., LUNGU, I. Advances in photodynamic therapy based on the combination of a metallphthalocyanine formulation with (3r)-3-hydroxy-4-(trimethylamino)butanoic acid. In: *Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”* Timișoara, ediția a VI -a, 13-15 octombrie 2020.
15. COLIBABA, G., INCULEȚ, I., LUNGU, I. Obtaining of ZnO single crystals with controllable growth direction for application in optoelectronics and photonics. In: *Cercetări și inovații în viziunea tinerilor cercetători “Cadet INOVA'20”*. Nr.5, 26-28 martie 2020, Sibiu. Sibiu, România: Editura Academiei Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, 2020, pp. 236-237. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/116813](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/116813)
16. ЦИУЛЯНУ, П. Водорастворимые сополимеры N-винилпирролидона привитые металлофталоцианинами с перспективой использования в медицинской практике. В: *Материалы Международного молодежного научного форума “ЛОМОНОСОВ-2020”*. Москва, РФ. 2020. ISBN 978-5-317-06417-4
17. FURTUNA, V., LUNGU, I., ROBU, Ș., POTLOG, T. Solution Processable donor-acceptor molecules for bulk-heterojunction photovoltaic devices. In: *Salonul Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA”*, Ediția a VI –a, 13-15 Octombrie 2020, Timișoara, România, 2020.
18. COLIBABA, G., RUSNAC, D. Low temperature sintering of highly conductive ZnO ceramics for cost effective production of optoelectronic devices. In: *Salonul Internațional al*

- Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PRO INVENT*, ediția a XVIII-a, 18-20 noiembrie 2020. pp. 220-221.
19. FURTUNA, V., LUNGU, I., ROBU, Ș. POTLOG, T. Solution processable donor-acceptor molecules for bulk-heterojunction photovoltaic devices. In: *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PRO INVENT*, ediția a XVIII-a, 18-20 noiembrie 2020. pp. 222.
  20. RUSNAC, Dumitru, COLIBABA, Gleb, SUMAN, Victor. Low temperature sintering of highly conductive ZnO ceramics for cost effective production of optoelectronic devices. In: *Salonul Internațional de Invenții INVENTCOR 2020*, ediția I-a, 17-19 decembrie 2020. pp. 111.
  21. POTLOG, Tamara, FURTUNA, Vadim, LUNGU, Ion. Advances in photodynamic therapy based on (3R)-3-hydroxy-4-(trimethylamino) butanoic acid-conjugated metallophthalocyanine photosensitizer. In: *Salonul Internațional de Invenții INVENTCOR 2020*, ediția I-a, 17-19 decembrie 2020. pp. 96-97.
  22. POTLOG, Tamara, ROBU, Stefan, LUNGU, Ion, TIULEANU, Pavel, FURTUNA, Vadim, POPUSOI, Ana, DRAGALINA, Galina, BULMAGA, Petru, POPA, Nelea, BULIMESTRU, Ion, GUTU, Iacob, RUSNAC, Dumitru, COLIBABA, Gleb. Photosensitizers for photodynamic therapy and photovoltaics. In: *Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT 2021*, Ediția a XIII-a, 20-22 mai 2021, Iași, România. pp. 206.
  23. ROBU, Stefan, TIULEANU, Pavel, POTLOG, Tamara, DRAGALINA, Galina, POPUSOI, Ana. Photosensitive metallophthalocyanine copolymer preparing process. In: *Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT 2021*, Ediția a XIII-a, 20-22 mai 2021, Iași, România. pp. 200.
  24. POTLOG, Tamara, FURTUNA, Vadim, LUNGU, Ion. The self-assembled zinc phthalocyanine with (3R)-3-hydroxy-4-(trimethylamino)butanoic acid for photodynamic therapy. In: *Salonul Internațional al Inovării și Cercetării Studențești – „Cadet INOVA 2021”* – Academia Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, Ediția a XVIII-a, 15-17 aprilie 2021, Sibiu, România. pp. 200.
  25. POTLOG, Tamara, ROBU, Ștefan, LUNGU, Ion, TIULEANU, Pavel, FURTUNĂ, Vadim, POPUȘOI, Ana, DRAGALINA, Galina, BULMAGA, Petru, POPA, Nelea, BULIMESTRU, Ion, GUȚU, Iacob. Photosensitizers For Photodynamic Therapy And Photovoltaics. In: *Salonul Internațional al Inovării și Cercetării Studențești – „Cadet INOVA 2021”* – Academia Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, Ediția a XVIII-a, 15-17 aprilie 2021, Sibiu, România. pp. 228-229.
  26. POTLOG, Tamara, FURTUNA, Vadim, LUNGU, Ion. The Self-Assembled Zinc Phthalocyanine With (3r)-3-Hydroxy-4-(Trimethylamino) Butanoic Acid For Photodynamic Therapy. In: *Salonul Internațional al Inovării și Cercetării Studențești – „Cadet INOVA 2021”* – Academia Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, Ediția a XVIII-a, 15-17 aprilie 2021, Sibiu, România. pp. 230-231.
  27. LUNGU, Ion, TIULEANU, Pavel, POTLOG, Tamara, ROBU, Stefan. Photosensitive material made of carbazole containing polymers. In: *Salonul Internațional de Invenții INVENTICA*, Ediția a XXV-a, 23-25 iunie 2021, Iași, România. pp. 228.
  28. POTLOG, Tamara, ROBU, Stefan, LUNGU, Ion, TIULEANU, Pavel, FURTUNA, Vadim, POPUSOI, Ana, DRAGALINA, Galina, BULMAGA, Petru, POPA, Nelea, BULIMESTRU, Ion, GUTU, Iacob, RUSNAC, Dumitru, COLIBABA, Gleb. Photosensitizers for photodynamic therapy and photovoltaics. In: *Salonul Internațional de Invenții INVENTICA*,



- Ediția a XXV-a, 23-25 iunie 2021, Iași, România. pp. 229.
29. POTLOG, Tamara, FURTUNA, Vadim, LUNGU, Ion. Ftalocianina de zinc auto-asamblată cu acid (3R) -3-hidroxi-4- (trimetilamino) butanoic pentru terapie fotodinamică. In: *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii „Pro INVENT”*, Ediția a XIX-a, 20-22 octombrie 2021, Cluj-Napoca, România. pp. 261-262.
  30. ROBU, Ștefan, ȚIULEANU, Pavel, POTLOG, Tamara, DRĂGĂLINA, Galina, POPUȘOI, Ana. Procedeu de obținere a copolimerului metaloftalocianinic fotoactiv. In: *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii „Pro INVENT”*, Ediția a XIX-a, 20-22 octombrie 2021, Cluj-Napoca, România. pp. 260-261.
  31. POTLOG, Tamara, ROBU, Ștefan, LUNGU, Ion, TIULEANU, Pavel, FURTUNA, Vadim, POPUSOI, Ana, DRAGALINA, Galina, BULMAGA, Petru, POPA, Nelea, BULIMESTRU, Ion, GUTU, Iacob, RUSNAC, Dumitru, COLIBABA, Gleb. Photosensitizers for photodynamic therapy and photovoltaics. In: *Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”*, Ediția a VII-a, 06-08 octombrie 2021, Timișoara, România.
  32. ROBU, Ștefan, ȚIULEANU, Pavel, POTLOG, Tamara, DRĂGĂLINA, Galina, POPUȘOI, Ana. Procedeu de obținere a copolimerului metaloftalocianinic fotoactiv. In: *Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”*, Ediția a VII-a, 06-08 octombrie 2021, Timișoara, România.
  33. POTLOG, Tamara, TIULEANU, Pavel, LUNGU, Ion, ROBU, Ștefan. Grafted Zinc Phthalocyanine to Organic Copolymers as Effective Photosensitizer for Photodynamic Processes. In: *Applied Nanotechnology and Nanoscience International Conference – ANNIC 2021*. Greece, 24-26 March 2021. <https://annic2021.exordo.com/programme/presentation/40>
  34. POTLOG, Tamara. Synthesis and photophysics of the Tetrahydroxysubstituted Zinc Phthalocyanine Derivative Assembled with Carnitine. In: *19<sup>th</sup> International Conference on Nanosciences and Nanotechnologies*, Germany, 5-8 July 2021.
  35. RUSNAC, Dumitru. Low-temperature sintering of highly conductive ZnO ceramics by means of chemical vapor transport. In: *28<sup>th</sup> International Scientific Conference for Undergraduate and Graduate Students and Young Scientists "Lomonosov"*, Russia, 12-23 aprilie 2021;
  36. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru, FEDOROV, Vladimir. Obtaining highly conductive ZnO:Ga:Cl ceramics and thin films at low temperatures. In: *Salonul Internațional INVENTCOR*, Ediția a II-a, 16-18 decembrie 2021, Deva, România. pp. 147.
  37. POTLOG, Tamara, ROBU, Ștefan, LUNGU, Ion, TIULEANU, Pavel, FURTUNA, Vadim, POPUSOI, Ana, DRAGALINA, Galina, BULMAGA, Petru, POPA, Nelea, BULIMESTRU, Ion, GUTU, Iacob, RUSNAC, Dumitru, COLIBABA, Gleb. Photosensitizers for photodynamic therapy and photovoltaics. In: *Salonul Internațional INVENTCOR*, Ediția a II-a, 16-18 decembrie 2021, Deva, România. pp. 17-18.
  38. LUNGU, Ion, ROBU, Ștefan, POTLOG, Tamara, TIULEANU, Pavel, BULMAGA, Petru. Photosensitive Organic Polymer Material. In: *Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT<sup>22</sup>*, ediția a XIV-a, 26-28 mai 2022, Iași, România. pp.160-161. ISSN Print: 2601-4564 Online: 2601-4572. [https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT\\_2022.pdf](https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2022.pdf)
  39. LUNGU, Ion, ROBU, Ștefan, POTLOG, Tamara, TIULEANU, Pavel, BULMAGA, Petru. Photosensitive organic polymer material. In: *Salonul Internațional de Invenții INVENTICA*, ediția a 26-a, 22-24 iunie 2022, Iași, România.

40. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru. Improved method for producing ZnO:Al ceramics. In: *Salonul Internațional de Invenții INVENTICA*, ediția a 26-a, 22-24 iunie 2022, Iași, România.
41. LUNGU, Ion, ROBU, Stefan, POTLOG, Tamara, TIULEANU, Pavel, BULMAGA, Petru. Photosensitive organic polymer material. In: *Târgul Internațional al Inovării și Educației Creative pentru Tineret ICE-USV*, ediția a VI-a, 10-12 iulie 2022, Suceava, România.
42. LUNGU, Ion, ROBU, Stefan, POTLOG, Tamara, TIULEANU, Pavel, BULMAGA, Petru. Material fotosensibil din polimeri organici. In: *Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA`2022”*, 08 – 10 octombrie 2022, Timișoara, România.
43. COLIBABA, Gleb, FEDOROV, Vladimir, RUSNAC, Dumitru. Procedeu îmbunătățit de producere a țintelor ceramice și straturilor subțiri magnetronice de ZnO:Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub> la temperaturi scăzute. In: *Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA`2022”*, 08 – 10 octombrie 2022, Timișoara, România.
44. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru. Obtaining ZnO single crystals with controlable growth direction for application in optoelectronic and photonics. In: *Salonul Internațional al Inovațiilor și Noilor Tehnologii "NEW TIME"*, ediția a XVIII, 22-24 septembrie 2022, Sevastopo.
45. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru. Low temperature sintering of highly conductive ZnO ceramics for cost effective production of optoelectronic devices. In: *Expoziția Internațională a Inovației*, Ediția a XX-a, 13-15 octombrie 2022, Zagreb, Croația.
46. LUNGU, Ion, ROBU, Stefan, POTLOG, Tamara, TIULEANU, Pavel, BULMAGA, Petru. Photosensitive Organic Polymer Material. In: *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PRO INVENT 2022*, ediția a XX-a, 26-28 octombrie 2022, Cluj-Napoca, România, pp. 191-192. ISSN 2810 – 2789 ISSN-L 2810 – 2789 <https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2022.pdf>
47. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru, FEDOROV, Vladimir. Improved Process For Producing ZnO: Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Ceramic Targets And Magnetron Thin Films At Low TemperatureS. In: *Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PRO INVENT 2022*, ediția a XX-a, 26-28 octombrie 2022, Cluj-Napoca, România, pp. 190-191. ISSN 2810 – 2789 ISSN-L 2810 – 2789 <https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2022.pdf>
48. LUNGU, Ion, ROBU, Stefan, POTLOG, Tamara, TIULEANU, Pavel, BULMAGA, Petru. Photosensitive Organic Polymer Material. In: *Salonul Internațional INVENTCOR*, ediția a III-a, 15-17 decembrie 2022, Deva, România.
49. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru. Improved method for producing ZnO:Al ceramics. In: *Salonul Internațional INVENTCOR*, ediția a III-a, 15-17 decembrie 2022, Deva, România.
50. POTLOG, Tamara, FURTUNA Vadim, LUNGU, Ion. Soluble Non-Fullerene Blend Absorber for Bulk Heterojunction Solar Cells. In: *Book of Abstract of Alternative Energy Materials*, AEM2022. 2022. [https://drive.google.com/drive/folders/1CBiz2I7ASVo9fMhAM-mfU1\\_pE8yPYQIL](https://drive.google.com/drive/folders/1CBiz2I7ASVo9fMhAM-mfU1_pE8yPYQIL)
51. POTLOG, T., POPUSOI, A., LUNGU, I., ROBU, S., DRAGALINA, G. Photophysics of the Tetra-Carboxy-Zinc Phthalocyanine Photosensitizers. In: *Abstract Book AMN 2022*. 2022. <https://www.advanced-nanomaterials-conference.com/program/>
52. LUNGU, Ion, ROBU, Stefan, POTLOG, Tamara, POPUȘOI, Ana, GUȚU, Iacob BULIMESTRU, Ion. Photoactive Polymer Material. In: *Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT`23*, ediția a XV-a, 11-13 mai 2023, Iași, România

53. LUNGU, Ion, ROBU, Stefan, POTLOG, Tamara, POPUȘOI, Ana, GUȚU, Iacob BULIMESTRU, Ion. Material polimeric fotosensibil. In: *Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA`2023”*, 15 – 17 iunie 2023, Timișoara, România.
54. LUNGU, Ion, ROBU, Stefan, POTLOG, Tamara. Photosensitive organic polymer material. In: *Salonul Internațional de Invenții INVENTICA*, ediția a 27-a, 21-23 iunie 2023, Iași, România
55. LUNGU, Ion, ROBU, Stefan, POTLOG, Tamara, POPUȘOI, Ana, GUȚU, Iacob BULIMESTRU, Ion. Polimeri cu ftalocianină metalică fotosensibili. In: *Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT 2023”*, ediția a XVIII-a, 22-24 noiembrie 2023, Chișinău, Republica Moldova. pp. 277.
- 7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova) – 13
1. FURTUNĂ, Vadim, LUNGU, Ion, GADIAC, Ivan, POTLOG, Tamara. Solution-processed bulk heterojunction solar cells based on a zinc phthalocyanine: perylene dimide derivative. In: *Electronics, Communications and Computing IC/ECCO-2021*. Ediția 11, 21-22 octombrie 2021, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Technical University of Moldova, 2021, pp. 118-123. ISBN 978-9975-45-776-7. DOI: <https://doi.org/10.52326/ic-ecco.2021/TAP.02>
  2. POTLOG, Tamara, ROBU, Ștefan, LUNGU, Ion, TIULEANU, Pavel, FURTUNĂ, Vadim, POPUȘOI, Ana, DRAGALINA, Galina, BULMAGA, Petru, POPA, Nelea, BULIMESTRU, Ion, GUȚU, Iacob. Photosensitizers For Photodynamic Therapy And Photovoltaics. In: *Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT*, Ediția a XVII-a, 17-20 noiembrie 2021, Chișinău. pp. 245.
  3. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru, FEDOROV, Vladimir. Procedeu de obținere a ceramicii și filmele subțiri de ZnO:Ga:Cl la temperaturi scăzute. In: *Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT*, Ediția a XVII-a, 17-20 noiembrie 2021, Chișinău. pp. 113.
  4. LUNGU, Ion, GHIMPU, Lidia, POTLOG, Tamara, MEDVIDS, A., MOISE, Calin. Phase Transition in Laser Irradiated TiO<sub>2</sub> Thin Films. In: *Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 5, R, 3-5 noiembrie 2021, Chișinău. Chișinău: Pontos, 2021, p. 62. ISBN 978-9975-72-592-7. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/142334](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/142334)
  5. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru, FEDOROV, Vladimir, COSTRIUCOVA, Natalia, MONAICO, Eduard, POTLOG, Tamara. Highly Conductive ZnO Thin Films Deposited Using CVT Ceramics as Magnetron Targets. In: *Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 5, R, 3-5 noiembrie 2021, Chișinău. Chișinău: Pontos, 2021, p. 63. ISBN 978-9975-72-592-7. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/142339](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/142339)
  6. COLIBABA, Gleb, COSTRIUCOVA, Natalia, RUSNAC, Dumitru, BUSUIOC, Simon, MONAICO, Eduard. Wettability of Highly Conductive ZnO:Ga:Cl CVT Ceramics with Various Ga Content. In: *Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 5, R, 3-5 noiembrie 2021, Chișinău. Chișinău: Pontos, 2021, p. 114. ISBN 978-9975-72-592-7. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/142650](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/142650)
  7. POPUȘOI, Ana. Synthesis And Study Of Zn Tetra-Substituted Phtalocyanine With Chalconic Groups. In: *Abstract Book of The National Conference with international participation Life Sciences in The Dialogue of Generations: Connections Between Universities, Academia and Business Community*, 2022. pp. 220-221. ISBN 978-9975-159-80-7 [http://agarm.md/wp-content/uploads/2022/10/Culegerea\\_22.09.pdf](http://agarm.md/wp-content/uploads/2022/10/Culegerea_22.09.pdf)
  8. GAGARA, Ludmila, LUNGU, Ion, GHIMPU, Lidia, POTLOG, Tamara. Synthesis Technology for CdSe/CdTe Heterojunctions and Characterization of their Photoelectric Properties. In: *IFMBE Proceedings Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 6,

- R, 20-23 septembrie 2023, Chişinău. Chişinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, p. 60. ISBN 978-9975-72-773-0.. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/188669](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/188669)
9. LUNGU, Ion, GHIMPU, Lidia, SUMAN, Victor, UNTILA, Dumitru, POTLOG, Tamara. Illumination-Dependent Photovoltaic Parameters of CdS/ZnTe Solar Cells. In: *IFMBE Proceedings Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 6, R, 20-23 septembrie 2023, Chişinău. Chişinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, p. 61. ISBN 978-9975-72-773-0.. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/188671](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/188671)
  10. GUȚU, Iacob, SUMAN, Victor, BARBĂ, Alic, POTLOG, Tamara. The Water-Soluble Zinc Phthalocyanine Substituted with Sulfur-Containing Groups. In: *IFMBE Proceedings Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 6, R, 20-23 septembrie 2023, Chişinău. Chişinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, pp. 62-63. ISBN 978-9975-72-773-0.. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/188674](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/188674)
  11. LUNGU, Ion, BUSUIOC, Simon, MONAICO, Elena, POTLOG, Tamara. Effect of Particle Size and Roughness on Contact Angle of ZnTe Thin Films. In: *IFMBE Proceedings Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 6, R, 20-23 septembrie 2023, Chişinău. Chişinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, p. 67. ISBN 978-9975-72-773-0.. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/188685](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/188685)
  12. ROBU, Ştefan, BULMAGA, Petru, POPUŞOI, Ana, BULIMESTRU, Ion, LUNGU, Ion, POTLOG, Tamara. Synthesis and Study of Dextran: Zinc Aminomethylphthalocyanine Copolymers for Medicinal Applications. In: *IFMBE Proceedings Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția 6, R, 20-23 septembrie 2023, Chişinău. Chişinău: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, p. 104. ISBN 978-9975-72-773-0.. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/188784](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/188784)
- 7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională
- 7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale – 3
1. TIULEANU, P. Water-soluble metallphthalocyanin grafted copolymers and their further application perspective. In: *Sesiune Națională cu Participare Internațională de Comunicări Științifice Studentești, Ediția a XXIV. 27 Februarie 2020, Chişinău, Republica Moldova, 2020, p. 21-23. ISBN 978-9975-149-97-6.*
  2. ROBU, Ştefan, GUȚU, Iacob, CRAVCESCU, Vladislav, POTLOG, Tamara, ȚIULIANU, Pavel, LUNGU, Ion. Synthesis of polymer systems from n-vinylpyrrolidone with hydroxymethyl derivatives of transition metal phthalocyanines for photodynamic therapy. In: *Ecological and environmental chemistry - 2022*. Ediția 7, R, Vol.1, 3-4 martie 2022, Chişinău. Chisinau: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2022, pp. 177-178. ISBN 978-9975-159-06-7.. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/152078](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/152078)
  3. BULIMESTRU, Ion, POTLOG, Tamara, POPA, Nelea, LUNGU, Ion, BULMAGA, Petru, ROBU, Ştefan. Biopolymer materials based on chitosan conjugated with sulfoderivatives of zinc(II) phthalocyanines and gold nanoparticles. In: *Ecological and environmental chemistry - 2022*. Ediția 7, R, Vol.1, 3-4 martie 2022, Chişinău. Chisinau: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2022, pp. 49-50. ISBN 978-9975-159-06-7. [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/151308](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/151308)
- 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**

1. COLIBABA, G. *Procedee de obținere a monocristalelor de ZnO cu suprafețe diferite*. Hotărâre de acord Nr. 9518. Universitatea de Stat din Moldova. Data depozit 13.05.2020.
2. COLIBABA, G., RUSNAC, D., FEDOROV, V. *Procedeu de obținere a ceramicii și filmele subțiri de ZnO:Ga:Cl la temperaturi scăzute*. Cerere de brevet A 2020 0024. Universitatea de Stat din Moldova. Data depozit 27.03.2020.
3. COLIBABA, G., RUSNAC, D., SUMAN, V. *Procedeu de obținere a țintelor de ZnO cu conductibilitatea înaltă*. Hotărâre de acord Nr. 9610. Universitatea de Stat din Moldova. Data depozit 07.10.2020.
4. POTLOG, T., FURTUNA, V., LUNGU, I. *Fotosensibilizator cu bandă absorbantă în infraroșu apropiat pentru terapia fotodinamică*. Cerere de brevet a 2020 0045. Universitatea de Stat din Moldova. Data depozit 25.05.2020.
5. ROBU, Ș., TIULEANU, P., POTLOG, T., DRĂGĂLINA, G., POPUȘOI, A. *Procedeu de obținere a copolimerului fotoactiv al viniloxifalocianinei de zinc cu N-vinilpirolidonă*. Cerere de brevet a 2020 0036. Universitatea de Stat din Moldova. Data depozit 06.05.2020.
6. UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA. *Procedee de obținere a monocristalelor de ZnO cu suprafețe diferite*. Nr. MD7404. NUME INVENTATORI: G. COLIBABA. Data publicării: 2021.
7. UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA. *Procedeu de obținere a copolimerului vinilcetoftalocianinei de zinc cu N-vinilpirolidonă*. Nr. MD4747. NUME INVENTATORI: S. ROBU, P. TIULEANU, G. DRAGALINA, A. POPUSOI, T. POTLOG. Data publicării: 2021-02-28.

## **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

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

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

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

- 1) Stefan ROBU, Pavel TIULEANU, Tamara POTLOG, Galina DRAGALINA, Ana POPUSOI; Diplomă de Performanță; Medalia de Aur; Expoziția Internațională de Inventică „INVENTICA 2020”, Ediția a 24-a, 29-31 iulie 2020, Iași, România
- 2) Tamara POTLOG, Vadim FURTUNA, Ion LUNGU; Diplomă de Performanță Medalia de Aur; Expoziția Internațională de Inventică „INVENTICA 2020”, Ediția a 24-a, 29-31 iulie 2020, Iași, România

- 3) Stefan ROBU, Pavel TIULEANU, Tamara POTLOG, Galina DRAGALINA, Ana POPUȘOI; Medalie de Bronz; Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret 2020, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava
- 4) Tamara POTLOG, Vadim FURTUNA, Ion LUNGU; Medalie de Aur; Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret 2020, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava
- 5) Tamara POTLOG, Vadim FURTUNA, Ion LUNGU; Medalie de Bronz; Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA” Timișoara, ediția a VI -a, 13-15 octombrie 2020;
- 6) Vadim FURTUNĂ, Ion LUNGU, Ștefan ROBU, Tamara POTLOG; Diplomă de excelență și Medalia de Aur; Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PRO INVENT, ediția a XVIII-a, 18-20 noiembrie 2020
- 7) Tamara POTLOG, Vadim FURTUNA, Ion LUNGU; Diplomă și Medalia de Aur; Salonul Internațional de Invenții INVENTCOR 2020, ediția I-a, 17-19 decembrie 2020
- 8) Gleb COLIBABA, Dumitru RUSNAC, Vladimir FEDOROV; Diplomă de Participare; Expoziția Internațională de Inventică „INVENTICA 2020”, Ediția a 24-a, 29-31 iulie 2020, Iași, România
- 9) Dumitru RUSNAC, Gleb COLIBABA Vladimir FEDOROV; Medalie de Argint; Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret 2020, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava
- 10) Gleb COLIBABA; Medalie de Aur; Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA” Timișoara, ediția a VI -a, 13-15 octombrie 2020
- 11) Gleb COLIBABA, Dumitru RUSNAC, Victor SUMAN; Medalie de Aur; Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA” Timișoara, ediția a VI -a, 13-15 octombrie 2020
- 12) Gleb COLIBABA, Dumitru RUSNAC; Diplomă de excelență și Medalia de Aur; Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PRO INVENT, ediția a XVIII-a, 18-20 noiembrie 2020
- 13) Dumitru RUSNAC, Gleb V. COLIBABA, Victor SUMAN; Diplomă și Medalia de Argint; Salonul Internațional de Invenții INVENTCOR 2020, ediția I-a, 17-19 decembrie 2020
- 14) Tamara POTLOG, Vadim FURTUNĂ, Ion LUNGU; Medalie de Aur; Salonul Internațional al Inovării și Cercetării Studentești – „Cadet INOVA 2021” – Academia Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, Ediția a XVIII-a, 15-17 aprilie 2021, Sibiu, România
- 15) Tamara POTLOG, Ștefan ROBU, Ion LUNGU, Pavel TIULEANU, Vadim FURTUNĂ, Ana POPUȘOI, Galina DRAGALINA, Petru BULMAGA, Nelea POPA, Ion BULIMESTRU, Ion GUTU, Dumitru RUSNAC, Gleb COLIBABA; Medalie de Argint; Salonul Internațional al Inovării și Cercetării Studentești – „Cadet INOVA 2021” – Academia Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, Ediția a XVIII-a, 15-17 aprilie 2021, Sibiu, România
- 16) Tamara POTLOG, Vadim FURTUNA, Ion LUNGU; Medalie de Argint; Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT 2021, Ediția a XIII-a, 20-22 mai 2021, Iași, România
- 17) Tamara POTLOG, Stefan ROBU, Ion LUNGU, Pavel TIULEANU, Vadim FURTUNA, Ana POPUȘOI, Galina DRAGALINA, Petru BULMAGA, Nelea POPA, Ion BULIMESTRU, Ion GUTU, Dumitru RUSNAC, Gleb COLIBABA; Medalie de Argint; Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT 2021, Ediția a XIII-a, 20-22 mai 2021, Iași, România

- 18) Stefan ROBU, Pavel TIULEANU, Tamara POTLOG, Galina DRAGALINA, Ana POPUSOI; Medalie de Bronz; Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT 2021, Ediția a XIII-a, 20-22 mai 2021, Iași, România
- 19) Ion LUNGU, Pavel TIULEANU, Tamara POTLOG, Stefan ROBU; Diplomă de Excelență, Medalie de Argint; Salonul Internațional de Invenții INVENTICA, Ediția a XXV-a, 23-25 iunie 2021, Iași, România
- 20) Tamara POTLOG, Ștefan ROBU, Ion LUNGU, Pavel Tiuleanu, Vadim FURTUNA, Ana POPUSOI, Galina DRAGALINA, Petru BULMAGA, Nelea POPA, Ion BULIMESTRU, Ion GUTU, Dumitru RUSNAC, Gleb COLIBABA; Diplomă de Excelență, Medalie de Argint; Salonul Internațional de Invenții INVENTICA, Ediția a XXV-a, 23-25 iunie 2021, Iași, România
- 21) Ștefan ROBU, Pavel TIULEANU, Tamara POTLOG, Galina DRAGALINA, Ana POPUȘOI; Medalie de Aur; Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”, Ediția a VII-a, 06-08 octombrie 2021, Timișoara, România
- 22) Tamara POTLOG, Ștefan ROBU, Ion LUNGU, Pavel TIULEANU, Vadim FURTUNĂ, Ana POPUȘOI, Galina DRAGALINA, Petru BULMAGA, Nelea POPA, Ion ULIMESTRU. Ion GUȚU, Dumitru RUSNAC, Gleb COLIBABA; Medalie de Argint; Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”, Ediția a VII-a, 06-08 octombrie 2021, Timișoara, România
- 23) Ștefan ROBU, Pavel TIULEANU, Tamara POTLOG, Galina DRĂGĂLINA, Ana POPUȘOI; Medalie de Aur; Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției „Pro INVENT”, Ediția a XIX-a, 20-22 octombrie 2021, Cluj-Napoca, România
- 24) Tamara POTLOG, Vadim FURTUNA, Ion LUNGU; Medalie de Aur; Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției „Pro INVENT”, Ediția a XIX-a, 20-22 octombrie 2021, Cluj-Napoca, România
- 25) Tamara POTLOG, Ștefan ROBU, Ion LUNGU, Pavel TIULEANU, Vadim FURTUNĂ, Ana POPUȘOI, Galina DRĂGĂLINA, Petru BULMAGA, Nelea POPA, Ion BULIMESTRU, Ion GUȚU, Dumitru RUSNAC, Gleb COLIBABA; Medalie de Argint; Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, Ediția a XVII-a, 17-20 noiembrie 2021, Chișinău
- 26) Tamara POTLOG, Ștefan ROBU, Ion LUNGU, Pavel TIULEANU, Vadim FURTUNA, Ana POPUSOI, Galina DRAGALINA, Petru BULMAGA, Nelea POPA, Ion BULIMESTRU, Ion GUTU, Dumitru RUSNAC, Gleb COLIBABA; Medalie de Aur; Salonul Internațional INVENTCOR, Ediția a II-a, 16-18 decembrie 2021, Deva, România
- 27) Gleb COLIBABA, Dumitru RUSNAC, Vladimir FEDOROV; Medalie de Bronz; Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, Ediția a XVII-a, 17-20 noiembrie 2021, Chișinău
- 28) Gleb COLIBABA, Dumitru RUSNAC, Vladimir FEDOROV; Medalie de Aur; Salonul Internațional INVENTCOR, Ediția a II-a, 16-18 decembrie 2021, Deva, România
- 29) Ion LUNGU, Ștefan ROBU, Tamara POTLOG, Pavel TIULEANU; Medalie de aur; Salonul Internațional al Inovării și Cercetării Studentești – „Cadet INOVA 22” – Academia Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, Ediția a XIX-a, 7-9 aprilie 2022, Sibiu, România
- 30) Ion LUNGU, Stefan ROBU, Tamara POTLOG, Pavel TIULEANU, Petru BULMAGA; Medalie de aur; Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT'22 , ediția a XIV-a, 26-28 mai, Iași, România;
- 31) Ion LUNGU, Stefan ROBU, Tamara POTLOG, Pavel TIULEANU, Petru BULMAGA; Medalie de aur; Salonul Internațional de Invenții INVENTICA, ediția a 26-a, 22-24 iunie, Iași, România

- 32) Ion LUNGU, Stefan ROBU, Tamara POTLOG, Pavel TIULEANU, Petru BULMAGA; Medalie de argint; Târgul Internațional al Inovării și Educației Creative pentru Tineret ICE-USV, ediția a VI-a, 10-12 iulie 2022, Suceava, România
- 33) Ion LUNGU, Stefan ROBU, Tamara POTLOG, Pavel TIULEANU, Petru BULMAGA; Medalie de aur, Premiul Special Continental; Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA`2022”, 08 – 10 octombrie 2022, Timișoara, România
- 34) Ion LUNGU, Stefan ROBU, Tamara POTLOG, Pavel TIULEANU, Petru BULMAGA; Diplomă și medalie de aur; Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției PRO INVENT 2022, ediția a XX-a, 26-28 octombrie 2022, Cluj-Napoca, România
- 35) Ion LUNGU, Stefan ROBU, Tamara POTLOG, Pavel TIULEANU, Petru BULMAGA; Medalie de aur; Salonul Internațional INVENTCOR, ediția a III-a, 15-17 decembrie 2022, Deva, România
- 36) Gleb COLIBABA, Dumitru RUSNAC; Medalie de aur; Salonul Internațional de Invenții INVENTICA, ediția a 26-a, 22-24 iunie, Iași, România
- 37) Gleb COLIBABA, Dumitru RUSNAC; Medalie de aur; Târgul Internațional al Inovării și Educației Creative pentru Tineret ICE-USV, ediția a VI-a, 10-12 iulie 2022, Suceava, România
- 38) Gleb COLIBABA, Vladimir FEDOROV, Dumitru RUSNAC; Medalie de aur, Diplomă Asociația Justin Capră; Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA`2022”, 08 – 10 octombrie 2022, Timișoara, România
- 39) Dumitru RUSNAC, Gleb COLIBABA; Medalie de aur; Salonul Internațional al Inovațiilor și Noilor Tehnologii ”NEW TIME”, ediția a XVIII, 22-24 septembrie 2022, Sevastopol
- 40) Dumitru RUSNAC, Gleb COLIBABA; Medalie de aur; Expoziția Internațională a Inovației, Ediția a XX-a, 13-15 octombrie 2022, Zagreb, Croația
- 41) Gleb COLIBABA, Dumitru RUSNAC, Vladimir FEDOROV; Diplomă și medalie de aur; Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției PRO INVENT 2022, ediția a XX-a, 26-28 octombrie 2022, Cluj-Napoca, România
- 42) Gleb COLIBABA, Dumitru RUSNAC; Medalie de aur; Salonul Internațional INVENTCOR, ediția a III-a, 15-17 decembrie 2022, Deva, România
- 43) Ion LUNGU, Stefan ROBU, Tamara POTLOG, Ana POPUȘOI, Iacob GUȚU, Ion BULIMESTRU; Medalie de Argint; Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT`23 , ediția a XV-a, 11-13 mai 2023, Iași, România
- 44) Ion LUNGU, Stefan ROBU, Tamara POTLOG, Ana POPUȘOI, Iacob GUȚU, Ion BULIMESTRU; Medalie de Aur; Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA`2023”, 15 – 17 iunie 2023, Timișoara, România
- 45) Ion LUNGU, Stefan ROBU, Tamara POTLOG; Medalie de Aur; Salonul Internațional de Invenții INVENTICA, ediția a 27-a, 21-23 iunie 2023, Iași, România

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

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

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

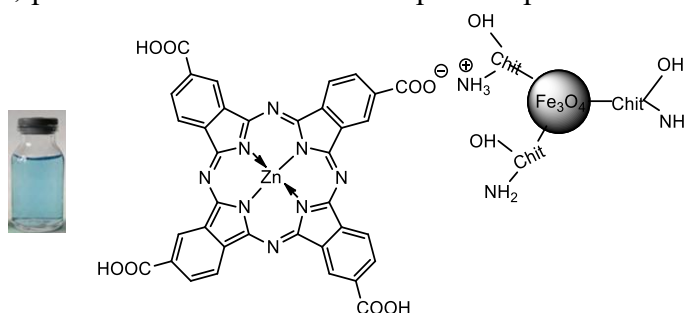


- 1) Vadim FURTUNĂ, Development of photovoltaic devices based on organic/inorganic semiconductors. Teză de doctorat, Februarie 2022, conducător științific, dr. conf. univ. Potlog Tamara.

### 13. Materializarea rezultatelor obținute în proiect (cu specificarea aplicării în practică)

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

În cadrul proiectului au fost elaborate un șir de soluții injectabile, dintre care ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan prezintă proprietăți fotodinamice îmbunătățite comparativ cu cele ale fotosensibilizatorului comercial „Fotosens” și poate fi propus în cercetarea preclinică pentru aplicații *in vitro* și *in vivo*, pentru tratamentul cancerului prin terapie fotodinamică.



Către Comisia Medicamentului RM va fi înaintată cerere pentru aprobarea documentației privind proprietățile fizico-chimice ale produsului medicamentos.

### 14. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei

- Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor
- 1) POTLOG, Tamara / comisia de susținere a tezei de doctorat / 12.12.2023 / Președinte
- 2) POTLOG, Tamara / comisia de susținere a tezei de doctorat / 27.12.2023 / Membru
- Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale

### 15. Recomandări, propuneri.

- Constituirea Registrului Național al Infrastructurii de Cercetare-Dezvoltare, care să asigure accesul sporit la infrastructuri atât pentru mediul public, cât și pentru cel privat.
- Definirea domeniilor prioritare în dezvoltarea socio-economică a țării și stabilirea priorităților în cercetarea științifică.
- Dezvoltarea unor platforme tehnologice cu infrastructură modernă strict focalizate pe anumite aplicații, cu orientarea spre realizarea unor linii pilot de producere în instituții.
- Dezvoltarea caracterului interdisciplinar în cercetare, deoarece desfășurarea de cercetări separate în fizică, chimie, biologie, medicină, inginerie, informatică este puțin eficientă, nu exploatează întregul potențial al domeniului științelor exacte.

## 16. Concluzii

S-au dezvoltat și validat reacții care permit sinteza derivatilor ftalociainei de zinc cu grupe funcționale COOH, SH, HSO<sub>3</sub>, SCN, solubili în soluții apoase, cum ar fi DMSO/H<sub>2</sub>O, N-Metil-2-pirolidonă/H<sub>2</sub>O, apă.

S-a sintetizat copolimerul N-vinilpirolidonă clorură de acriloi (N-VP:ClAc) prin metoda polimerizării radicale în prezența inițiatorului azo-bis-izobutironitril. A fost greșit ZnPc la copolimerul N-VP:ClAc în conformitate cu reacția Friedel-Crafts și obținut fotosensibilizatorul ZnPc N-VP:ClAc cu absorbanta la 970 nm, proprietăți fluorescente remarcabile la  $\lambda_{em}=825$  nm și durate de viață relativ mari a stărilor excitate de 1,2  $\mu$ s, 4,6  $\mu$ s și 37  $\mu$ s.

A fost modificată suprafața AgNP cu chitosan și apoi acestea au fost conjugate cu ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>4</sub> și obținute valori a randamentului cuantic al fluorescenței de (3.0-3.7) % și timpul de viață a stării triplet ( $\tau_T$ ) de ordinul zecilor de microsecunde, dependent de valoarea lungimii de undă de excitație.

Au fost sintetizate NP Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> funcționalizate cu chitosan și apoi conjugate cu derivatii ZnPc (COOH)<sub>4</sub>, ZnPc (COOH)<sub>8</sub> și obținuți FS cu parametri fotofizici prezentați în tabelul de mai jos:

Fotosensibilizatori (FS)	Solvent	$\lambda_{abs}$ , nm	$\lambda_{emis}$ , nm	$\Phi_T$ , %	$\tau_T$ , $\mu$ s
ZnPc(COOH) <sub>4</sub>	DMSO/H <sub>2</sub> O	697	765	25	11.63
ZnPc(COOH) <sub>4</sub> /chitosan	DMSO/H <sub>2</sub> O/CH <sub>3</sub> COOH	699	775	27	11.31
ZnPc(COOH) <sub>4</sub> /Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	DMSO/sol.fiz. 0.9%	702	826	23	10.98
ZnPc(COOH) <sub>4</sub> /Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> /chitosan	DMSO/H <sub>2</sub> O/ CH <sub>3</sub> COOH	702	784	56	12.32

Soluția ZnPc (COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan prezintă parametri fotofizici mai buni ca preparatul comercializat "Fotosens" realizat în baza AlPcCl.

FS (MeIt)<sub>8</sub>ZnPcCl<sub>8</sub> solubil în apă prezintă coeficient molar de absorbție  $\epsilon=1.8 \times 10^4$  M<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> și  $\tau_{1T}=1.09$   $\mu$ s,  $\tau_{2T}=4.96$   $\mu$ s și  $\tau_{3T}=15.2$   $\mu$ s. Randamentul cuantic al fluorescenței ( $\Phi_F$ ) în H<sub>2</sub>O este 37 %, iar cel al fosforescenței ( $\Phi_T$ ) este 14%. Mărirea concentrației derivatului ZnPc în soluție conduce la agregare.

Au fost realizate prin pulverizare magnetron DC, straturi nanostructurate ultra-subțiri (125 nm) de ZnO, cu cele mai înalte valori ale transmitanței de 93 % și rezistivității specifice  $6 \cdot 10^{-4}$   $\Omega$ -cm în rezultatul codopării cu Cl și Al.

Au fost obținute o serie de straturi subțiri de SnO<sub>2</sub>:Sb pe sticlă cu rezistivitate specifică de  $10^{-3}$  -  $10^{-2}$   $\Omega$ -cm și transmitanța de 80- 83 %.

Au fost fabricate dispozitive fotovoltaice din soluții cu randament de conversie a energiei solare în energie electrică de 2.4 % și fotosensibilitate în domeniul (450- 800) nm.

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_ Tamara Potlog

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

LȘ

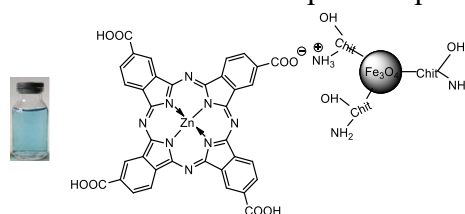
## Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023

### ”Fotosensibilizatori Pentru Aplicații în Terapia Fotodinamică și Fotovoltaică”

#### Cifrul proiectului 20.80009.5007.16

În cadrul proiectului #20.80009.5007.16, direcția strategică: preparate farmaceutice și nutraceutice au fost sintetizati fotosensibilizatori pe baza ftalocianinei de zinc (ZnPc) substituită cu grupele COOH, HSO<sub>3</sub>, SH și SCN, fie prin reacția clasică și procedeul iradierii cu microunde a amestecului de reactanți, fie conform reacției de clorometilare a ZnPc. Probele analizate prezintă soluții a derivaților ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>4</sub>; ZnPc(COOH)<sub>4</sub>; ZnPc(COOH)<sub>8</sub>; (MeIt)<sub>8</sub>ZnPcCl<sub>8</sub>; (HSMc)<sub>8</sub>ZnPc; ZnPc(CH<sub>2</sub>SCN)<sub>8</sub> în DMSO/H<sub>2</sub>O, în raport 1:1, iar derivatul (MeIt)<sub>8</sub>ZnPcCl<sub>8</sub> prezintă solubilitate și în apă pură. Pentru realizarea fotosensibilizatorilor (FS), derivații ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>4</sub>; ZnPc(COOH)<sub>4</sub>; ZnPc(COOH)<sub>8</sub> au fost conjugăți cu chitosan prin legături ionice între grupările R-SO<sub>3</sub><sup>-</sup> și R-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>, iar ZnPc(COOH)<sub>4</sub> prin legături R-COO<sup>-</sup> și R-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>. Derivații sintetizati prezintă absorbție și emisie mai puternică în regiunea 600-800 nm, care este cea mai relevantă pentru *in vivo* activare în regiunile tisulare mai adânci ale corpului uman, randament cuantic ( $\Phi_T$ ) care nu întrece valoarea de 30%. Conjugarea acestor derivați cu chitosan practic nu modifică poziția intervalului de absorbție din banda Q, însă mărește intensitatea absorbției. Modificarea suprafeței AgNP cu chitosan și apoi conjugarea acestora cu ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>4</sub> prezintă valori a randamentului cuantic al fluorescenței ( $\Phi_F$ ) de (3.0-3.7) % și timpul de viață a stării triplet ( $\tau_T$ ) de ordinul zecilor de microsecunde, dependent de valoarea lungimii de undă de excitare. Conjugarea derivaților ZnPc(COOH)<sub>4</sub>, ZnPc(COOH)<sub>8</sub> cu nanoparticule Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> acoperite cu chitosan indică că mărirea numărului grupelor de substituție în ZnPc micșorează solubilitatea acestuia în DMSO/H<sub>2</sub>O. FS (MeIt)<sub>8</sub>ZnPcCl<sub>8</sub> solubil în apă prezintă coeficient molar de absorbție  $\epsilon=1.8 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  și  $\tau_1=1.09 \text{ }\mu\text{s}$ ,  $\tau_2=4.96 \text{ }\mu\text{s}$  și  $\tau_3=15.2 \text{ }\mu\text{s}$ . Randamentul cuantic al fluorescenței ( $\Phi_F$ ) în H<sub>2</sub>O este 37 %, iar cel al fosforescenței ( $\Phi_T$ ) este 14%. Mărirea concentrației derivatului ZnPc în soluție conduce la agregare.

Așadar, cele mai bune proprietăți fotofizice ( $\epsilon=1.1 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ,  $\lambda_{\text{abs}}=702 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{em}}=784 \text{ nm}$ ,  $\Phi_F=15.8 \%$ ,  $\Phi_T=56\%$ ,  $\tau=12.32 \text{ }\mu\text{s}$ ) comparativ cu cele ale FS comercial „Fotosens” prezintă soluția ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan și poate fi propusă în cercetarea preclinică pentru aplicații *in vitro* și *in vivo*, pentru tratamentul cancerului prin terapie fotodinamică.

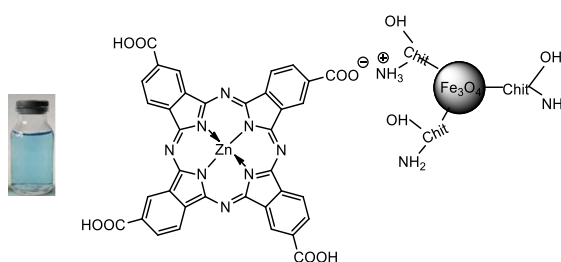


În cadrul Direcției strategice: energie sigură, curată și eficientă au fost realizate prin pulverizare magnetron DC, straturi nanostructurate ultra-subțiri (125 nm) de ZnO, cu cele mai înalte valori ale transmitanței de 93 % și rezistivității specifice  $6 \cdot 10^{-4} \text{ }\Omega \cdot \text{cm}$  în rezultatul codopării cu Cl și Al. În baza acestora și FS realizați au fost fabricate dispozitive fotovoltaice din soluții cu randament de conversie a energiei solare în energie electrică de 2.4 % și fotosensibilitate în domeniul (450- 800) nm.

Within the project #20.80009.5007.16, strategic direction: pharmaceutical and nutraceutical preparations, photosensitizers were synthesized based on zinc phthalocyanine (ZnPc) substituted with COOH, HSO<sub>3</sub>, SH and SCN groups, either by the classical reaction and the process of microwave irradiation of the mixture of reactants, either according to the ZnPc chloromethylation reaction. The analyzed samples present solutions of ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>4</sub>, ZnPc(COOH)<sub>4</sub>, ZnPc(COOH)<sub>8</sub>, (MeIt)<sub>8</sub>ZnPcCl<sub>8</sub>, (HSMc)<sub>8</sub>ZnPc, ZnPc(CH<sub>2</sub>SCN)<sub>8</sub> derivatives in DMSO/H<sub>2</sub>O, in a 1:1 ratio, and the (MeIt)<sub>8</sub>ZnPcCl<sub>8</sub> derivative also shows solubility in water.

For the realization of photosensitizers (FS), ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>4</sub>, ZnPc(COOH)<sub>4</sub>, ZnPc(COOH)<sub>8</sub> derivatives were conjugated with chitosan through ionic bonds between R-SO<sub>3</sub><sup>-</sup> and R-NH<sub>3</sub><sup>+</sup> groups, and ZnPc(COOH)<sub>4</sub> through R-COO<sup>-</sup> and R-NH<sub>3</sub><sup>+</sup> bonds. The synthesized derivatives show stronger absorption and emission in the 600-800 nm region, which is the most relevant for *in vivo* activation in the deeper tissue regions of the human body and quantum yield ( $\Phi_T$ ) that does not exceed the value of 30%. The conjugation of these derivatives with chitosan practically does not change the position of the absorption interval in the Q band, but increases the absorption intensity. The modification of the AgNP surface with chitosan and then their conjugation with ZnPc(SO<sub>3</sub>H)<sub>4</sub> presents values of the fluorescence quantum yield ( $\Phi_F$ ) of (3.0-3.7) % and the lifetime of the triplet state ( $\tau_T$ ) of the order of tens of microseconds, depending on value of the excitation wavelength. The conjugation of ZnPc(COOH)<sub>4</sub>, ZnPc(COOH)<sub>8</sub> derivatives with Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles covered with chitosan indicates that increasing the number of substitution groups in ZnPc, decreases its solubility in DMSO/H<sub>2</sub>O solution. The (MeIt)<sub>8</sub>ZnPcCl<sub>8</sub> FS, soluble also in water, has a molar absorption coefficient  $\epsilon=1.8 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  and the lifetimes of  $\tau_1=1.09 \mu\text{s}$ ,  $\tau_2=4.96 \mu\text{s}$  and  $\tau_3=15.2 \mu\text{s}$ . The quantum yield of fluorescence ( $\Phi_F$ ) in H<sub>2</sub>O is 3.7% and that of phosphorescence ( $\Phi_T$ ) is 14%. Increasing the concentration of the ZnPc derivative in solution leads to aggregation.

So, the best photophysical properties ( $\epsilon=1.1 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ,  $\lambda_{\text{abs}}=702 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{em}}=784 \text{ nm}$ ,  $\Phi_F=15.8 \%$ ,  $\Phi_T=56\%$ ,  $\tau=12.32 \mu\text{s}$ ) compared to those of commercial FS "Fotosens" presents the ZnPc(COOH)<sub>4</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan solution that can be proposed in preclinical research for *in vitro* and *in vivo* studies, for the treatment of cancer by photodynamic therapy.



Within the strategic direction: safe, clean and efficient energy, ultra-thin (125 nm) ZnO nanostructured thin films, with the highest values of transmittance 93% and resistivity of  $6 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ cm}$  were fabricated by DC magnetron sputtering, as a result of co-doping with Cl and Al. Based on the development of the oxides layers and the FS solutions, photovoltaic devices with efficiency of 2.4% and photosensitivity in the (450-800) nm region were manufactured.

**Volumul total al finanțării proiectului 2020-2023****Cifrul proiectului:** 20.800009.5007.16

<b>Anul</b>	<b>Finanțarea planificată (mii lei)</b>	<b>Finanțarea Executată (mii lei)</b>	<b>Cofinanțare (mii lei)</b>
2020	1346,8	1346,8	50,0
2021	1346,8	1346,8	50,0
2022	1346,8	1346,6	50,0
2023	1555,4	1555,4	-
<b>Total</b>	<b>5595,8</b>	<b>5595,8</b>	<b>150,0</b>

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_ / POTLOG Tamara

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

LȘ

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

Lista executorilor, potențialul științific, inclusiv indicarea modificărilor echipei de cercetare pe durata Programului de stat (*funcția în cadrul proiectului, titlul științific, semnătura executorilor la data de 31 decembrie 2023*)

**Cifrul proiectului:** 20.80009.5007.16

<b>Echipea proiectului conform contractului de finanțare 2020-2023</b>						
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume (conform contractului de finanțare)</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>	<b>Data eliberării</b>
1.	Potlog Tamara	1958	dr.	1.0	01.01.2020	31.12.2023
2.	Colibaba Gleb	1979	dr.	1.0	01.01.2020	31.12.2023
3.	Robu Ștefan	1948	dr.	0.5	01.01.2020	31.12.2023
4.	Furtună Vadim	1987	dr.	0.5	01.01.2020	31.12.2023
5.	Lungu Ion	1994		1.0	01.01.2020	31.12.2023
6.	Suman Victor	1967		0.5	01.01.2022	31.12.2023
7.	Gagara Ludmila	1946	dr.	0.5	01.01.2020	31.12.2023
8.	Popușoi Ana	1983		0.5	01.01.2020	31.12.2023
9.	Guțu Iacob	1948	dr. hab.	0.5	01.01.2020	31.12.2023
10.	Bulmaga Petru	1954	dr.	0.5	01.01.2020	31.12.2023
11.	Popa Nelea	1980		0.25	01.01.2020	31.12.2023
12.	Bulimestru Ion	1971	dr.	0.5	01.01.2020	31.12.2023
13.	Barba Alic	1958	dr.	0.25	01.01.2020	31.12.2023
14.	Untila Dumitru	1988	dr.	0.5	01.01.2022	31.12.2023
15.	Fedorov Vladimir	1952	dr.	0.5	01.01.2020	31.12.2023
16.	Monaico Elena	1979		0.5	01.01.2020	31.12.2023
17.	Sirbu Andrei	1999		0.25	01.01.2022	31.12.2023
18.	Rusnac Dumitru	1995		0.5	01.01.2020	31.12.2022
19.	Tiuleanu Pavel	1999		0.5	01.01.2020	30.11.2022

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform proiectului – 29,4%
--

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_ / Tamara Potlog

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

LȘ

**Formular privind raportarea indicatorilor în cadrul proiectului Programe de Stat  
pentru perioada 2020 – 2023, cifra 20.80009.5007.16**

Indicator 1	Rezultat				Indicator 2	Rezultat				Indicator 3	Rezultat			
	2020	2021	2022	2023		2020	2021	2022	2023		2020	2021	2022	2023
Nr. de cereri de brevete înregistrate în cadrul proiectului de cercetare finanțat	4	1	-	-	Nr. de brevete obținute în cadrul proiectului de cercetare finanțat	1	1	-	-	Procentul lucrărilor științifice aplicate în practică, din totalul lucrărilor publicate în cadrul proiectului de cercetare finanțat	70%	80%	80%	80%
<b>Total</b>	5					2					77,5%			

Conducător de proiect \_\_\_\_\_ / Tamara Potlog

Data \_\_\_\_\_

LS