

RECEPȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2022

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2022

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL 2022

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

FOTOSENSIBILIZATORI PENTRU APLICAȚII ÎN TERAPIA


FOTODINAMICĂ ȘI FOTOVOLTAICĂ

20.80009.5007.16

Prioritatea Strategică V. Competitivitate economică și tehnologii inovative


Rectorul USM

ȘAROV Igor
(numele, prenumele)


(semnătura)

Președintele Senatului

ȘAROV Igor
(numele, prenumele)


(semnătura)

Conducătorul proiectului

POTLOG Tamara
(numele, prenumele)


(semnătura)



Chișinău 2022

1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs

Obiectivul general al proiectului „Fotosensibilizatori pentru aplicații în terapia fotodinamică și fotovoltaică”, etapa 2022: proiectarea și caracterizarea unor derivați ai ftalocianinei de zinc solubili în mediu apos netoxic și conjugarea acestora cu nanoparticule polimerice sau magnetice.

Al doilea obiectiv: designul structurilor pentru dispozitivele fotovoltaice utilizând straturile oxidice de Zn, In și Sn.

2. Obiectivele etapei anuale

Directia: Preparate farmaceutice și nutraceutice

1. Proiectarea și generarea unor fotosensibilizatori pe baza de combinații de nanoparticule și derivatul ZnPc cu grupa CO₂H;
2. Studiul proprietăților fotofizice ale fotosensibilizatorilor realizați.

Directia: Energie sigură, curată și eficientă

1. Optimizarea parametrilor tehnologiei de obținere a straturilor subțiri de oxid.
2. Obținerea straturilor subțiri din soluții chimice pe baza MPC modificate pe suporturi SnO₂/ZnO și ZnO/In₂O₃, etc;
3. Studiul caracteristicilor curent-tensiune a structurilor realizate.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

Directia: Preparate farmaceutice și nutraceutice

1. Sinteza MPC cu grupa CO₂H;
2. Funcționalizarea nanoparticulelor magnetice (Fe₃O₄) cu chitosan;
3. Sinteza fotosensibilizatorilor pe baza nanoparticulelor Fe₃O₄ și derivatul ZnPc cu grupa CO₂H;
4. Studiul absorbantei, fluorescenței, fosforescenței, timpului de viață, randamentului cuantic.

Directia: Energie sigură, curată și eficientă

1. Studiul parametrilor electrici (conductibilitate) și optici a straturilor ZnO/SnO₂ și ZnO/ITO;
2. Sinteza dispozitivelor fotovoltaice pe baza fotosensibilizatorilor sintetizați pe baza derivaților ftalocianinei de Zn pe suporturi de sticlă acoperite cu strat de oxid;
3. Depunerea contactelor ohmice;
4. Estimarea parametrilor fotovoltaici din caracteristica curent-tensiune.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

Directia: *Preparate farmaceutice și nutraceutice*

1. Cercetările experimentale întreprinse în cadrul proiectului, etapa **01.01.2022-31.12.2022**

Directia strategică: preparate farmaceutice și nutraceutice au permis realizarea fotosensibilizatorilor solubili în diferiți solvenți netoxici pe baza tetracarboxifalocianinei de zinc cu următorii parametri fotofizici:

Fotosensibilizatori	Solvent	λ_{abs} , nm	λ_{emis} , nm	Φ_T	τ_T , μs
ZnPc(COOH) ₄	DMSO/H ₂ O	697	765	0.25	11.63
ZnPc(COOH) ₄ /chitosan	DMSO/H ₂ O/CH ₃ COOH	699	775	0.27	11.31
ZnPc(COOH) ₄ /Fe ₃ O ₄	DMSO/phys.Sol. 0.9%	702	826	0.23	10.98
ZnPc(COOH) ₄ /Fe ₃ O ₄ /chitosan	DMSO/H ₂ O ₂ / CH ₃ COOH	702	784	0.56	12.32

λ_{abs} – lungimea de undă de absorbție, λ_{emis} – lungimea de undă de emisie; Φ_T - randament cuantic triplet, τ_T - timpul de viață al stării excitate triplet.

2. A fost optimizată tehnologia de sinteză a tetracarboxi ZnPc (ZnPc(COOH)₄).

3. Au fost funcționalizate nanoparticulele de Fe₃O₄ cu chitosan prin reticularea chitosanului cu suspensie de acid acetic și apă oxigenată și Fe₃O₄ prin agitarea cu ultrasunete la temperatura camerei timp de 2 ore. Produsul Fe₃O₄/chitosan a fost colectat din amestecul de reacție folosind un magnet permanent. Produsul finit a fost spălat cu etanol și uscat în vid la 60 °C timp de 3 ore.

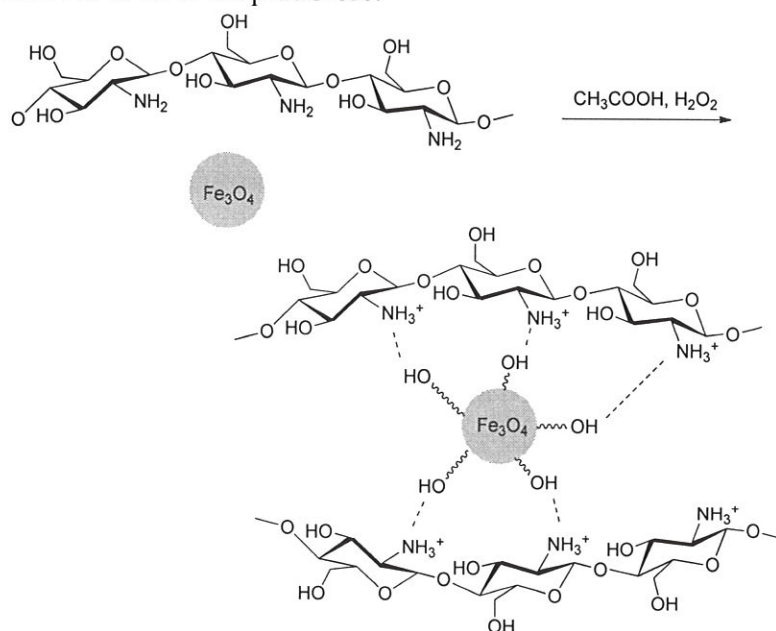


Fig.1 Schema de funcționalizare a nanoparticulelor Fe₃O₄/chitosan

4. Studiile FTIR indică că chitosanul interacționează cu grupările hidroxil (Fe-OH) de pe suprafața nanoparticulelor prin prezența benzii cu maxim la 3431 cm⁻¹ în spectrul FTIR corespunzătoare vibrațiilor (O-H). Presupunem că interacțiunile ionice au loc între speciile Fe-O⁻ încărcate negativ și grupurile încărcate pozitiv (NH³⁺) ale moleculelor de

chitosan dizolvate în soluție apoasă de acid acetic. În plus, grupările $-NH^{3+}$ ale chitosanului sunt atrase de grupările $-OH$ de la suprafața oxidului de fier.

5. **Conform studiilor difracției de raze X (XRD)** nanoparticulele de Fe_3O_4 au o dimensiune medie a cristalitelor de 13,95 nm. În timpul procesului de acoperire cu chitosan, dimensiunea cristalitelor crește ușor până la 14,80 nm.
6. **Conjugarea derivativului $ZnPc(COOH)_4$ la chitosan/nanoparticule magnetice** s-a realizat prin reacțiile chimice dintre chitosan dizolvat în amestec de acid acetic 2% și peroxid de hidrogen 10 %. Raportul adecvat dintre chitosan și acid acetic în soluția de chitosan-acid acetic este 1:0.5. $ZnPc(COOH)_4$ solubil în soluție DMSO/ H_2O în raport 1:1 a fost amestecat cu mediu de dispersie de nanoparticule magnetice funcționalizate cu chitosan la temperatura camerei și agitată timp de 2 ore folosind un agitator mecanic. De asemenea au fost efectuate experimente în care $ZnPc(COOH)_4$ pur și simplu a fost amestecat cu chitosan.
7. **Cei mai buni parametri fotofizici** le prezintă compozitul $ZnPc(COOH)_4/Fe_3O_4/chitosan$ (Fig.2) în soluție de DMSO/ H_2O_2/CH_3COOH care are spectrul de emisie deplasat față de spectrul de absorbție cu 82 nm (deplasarea Stokes).

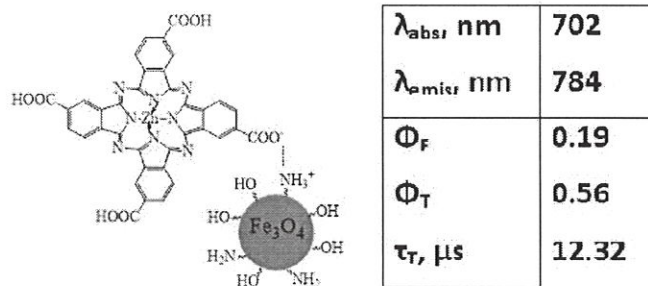


Fig.2 Compozitul $ZnPc(COOH)_4/Fe_3O_4/chitosan$

8. De asemenea a fost sintetizată ftalocianina de zinc cu grupe funcționale care conțin sulf, solubilă în soluții DMSO/ H_2O capabilă să conjuge cu nanoparticulele metalelor nobile (Au, Ag)NP. Schema de sinteza este ilustrată în Fig.3.

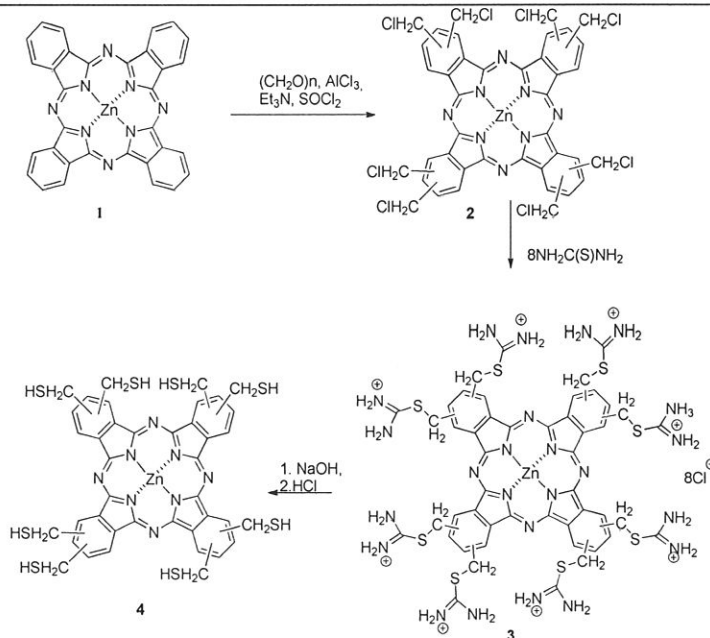


Fig.3 Sinteza ftalocianinelor de zinc substituite

Direcția: Energie sigură, curată și eficientă

1. A fost finalizat studiul privind dependența parametrilor electrici a straturilor subțiri de ZnO cu exces de zinc obținute prin pulverizare magnetron, de compoziția țintei cu impurități de Al, Ga, In și cu conținut diferit de impuritate suplimentară de Cl.
2. A fost constatat că excesul de zinc din ținte conduce la dublarea conductivității straturilor de ZnO dopate cu Al, Ga, In.
3. A fost efectuată analiza teoretică a interacțiunii halogenurilor cu impuritățile metalice Al, Ga, In în straturile de ZnO pulverizate prin magnetron la temperaturi joase.
4. Au fost obținute probe de In_2O_3 , $\text{In}_2\text{O}_3:\text{SnO}_2$ (impurități donoare) și $\text{In}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ (impurități acceptoare), cu valori ale rezistivității de aproximativ $1 \Omega \cdot \text{cm}$, $10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ și $10 \Omega \cdot \text{cm}$, respectiv.
5. Au fost obținute dispozitive fotovoltaice de tip heterojuncțiune în volum sticlă/ITO/PEDOT:PSS/ZnPc(COOH)₄:PDI/Al și ITO/(Melt)₈ZnPcCl₈ cu straturi active procesate din soluții chimice cu tensiunea de circuit deschis 0.89 V...1.03 V și densitatea curentului de scurtcircuit 0.19 mA/cm^2 ... 0.61 mA/cm^2 .

5. Rezultatele obținute:

În urma absorbției unei cuante de energie de lumină de către o moleculă de fotosensibilizator aflată în stare fundamentală unul dintre cei doi electroni ai orbitalului periferic molecular suferă o tranziție energetică urcând pe un orbital de energie superioară, dând naștere unei stări excitate. Starea excitată în care momentele cinetice proprii (spinii) celor doi electroni au sens opus poartă denumirea de stare excitată singlet, iar cea în care cei doi electroni au spinul paralel poartă denumirea de stare excitată triplet. Starea fundamentală a majorității moleculelor este de singlet; stările triplet sunt stări cu probabilitate cuantică de apariție extrem de redusă, dar cu o durată de viață mare ($0.1 \cdot 10^{-6} \dots 1 \text{ s}$),

necesară pentru a permite desfășurarea reacțiilor fotochimice. Fotosensibilizatorii sintetizați în cadrul proiectului conform tabelului de mai sus au randament crescut de generare de stări excitate de tip triplet cu un timp de viață destul de înalt.

Sinteza tetracarboxi ZnPc (ZnPc(COOH)₄) s-a realizat din amestecul format din 4,35 g (0,02 mol) de anhidridă trimelitică, 2,52 g de Zn(CH₃COOH)₂ • 2H₂O; 0,3 g de (NH₄)₆ Mo₇O₂₄ • 4H₂O; 0,5 g de Na₂SO₄ anhidru; 13,51 (0,225 mol) de uree și 5 ml de 1-bromonaftalen se încălzesc la 200-205 °C timp de 8 h 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 mărunțește 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 pH egal cu 2 pentru a precipita produsul final. Produsul final se sedimentează, se filtrează și se usucă în aer liber. Se obține 0,68 g de produs ZnPc(COOH)₄, randament 70%.

Funcționalizarea nanoparticulelor de Fe₃O₄ cu chitosan s-a realizat prin tratarea chitosanului cu suspensie de acid acetic și apă oxigenată. Apoi s-a adăugat 0,2 g Fe₃O₄ și amestecul s-a agitat cu ultrasunete la temperatura camerei timp de 2 ore. La sfârșitul acestei perioade, o parte din particulele nanocompozite chitosan/Fe₃O₄ a fost colectată din amestecul de reacție folosind un magnet permanent; produsul a fost spălat cu etanol și uscat în vid la 60 °C timp de 3 ore și utilizat pentru analiza XRD.

Studiile FTIR indică că chitosanul interacționează cu grupările hidroxil (Fe-OH) de pe suprafața nanoparticulelor de magnetit. Prezența grupărilor -OH, pe suprafața nanoparticulelor de Fe₃O₄ a fost confirmată de prezența benzii cu maxim la 3431 cm⁻¹ în spectrul FTIR corespunzătoare vibrațiilor (O-H). Presupunem că interacțiunile ionice au loc între speciile Fe-OH și grupurile (NH₃⁺) ale moleculelor de chitosan dizolvate în soluție apoasă de acid acetic.

Conform studiilor difracției de raze X (XRD) nanoparticulele de Fe₃O₄ au o dimensiune medie a cristalitelor de 13,95 nm. În timpul procesului de acoperire cu chitosan, dimensiunea cristalitelor crește ușor până la 14,80 nm.

- **Conjugarea ZnPc(COOH)₄ la chitosan/nanoparticule magnetice** s-a realizat astfel: 0,3 g de chitosan este dizolvat în 50 ml de acid acetic 2%. Apoi se adaugă 0,5 ml de peroxid de hidrogen 10 % la soluție pentru distrugerea legăturilor de hidrogen pentru a face chitosanul solubil în apă. Raportul adecvat dintre chitosan și acid acetic în soluția de chitosan-acid acetic este 1:0.5. Derivatul ZnPc(COOH)₄ este dizolvat în raport 1:1 în soluție DMSO/H₂O. Ambele soluții au fost amestecate, încălzite la 40 °C și agitate continuu timp de 40 de minute. Nanoparticulele magnetice funcționalizate sunt stabile în mediu apos, în majoritatea solvenților organici și sunt biocompatibile.

În plus, soluția de ZnPc(COOH)₄ a fost amestecată cu mediu de dispersie de nanoparticule magnetice funcționalizate cu chitosan la temperatura camerei și agitată timp de 2 ore folosind un agitator mecanic. De asemenea au fost efectuate experimente în care ZnPc(COOH)₄ pur și simplu a fost amestecat cu chitosan.

Cele mai bune **proprietăți fotofizice** le prezintă compozitul ZnPc(COOH)₄/Fe₃O₄/chitosan în soluție de DMSO//H₂O₂/CH₃COOH datorită trecerii moleculelor în stare excitată prin mecanisme neradiative (fără emisie de radiație) precum: conversie internă (Internal Conversion, IC), încrucișare intersistem (Inter System Crossing, ISC - poate fi urmată de procesul de fosforescență), relaxare vibrațională, transfer de sarcină intramolecular sau schimbări conformaționale. În cazul compozitului ZnPc(COOH)₄/Fe₃O₄/chitosan au fost atinse valori ale randamentului cuantic triplet de 0,56 și durata

de viață a stărilor excitate triplet de 1.6 μ s și 12.3 μ s ce îl prezintă ca un candidat promițător pentru terapia fotodinamică.

De asemenea a fost sintetizată octaclorometil ftalocianina de zinc în urma reacției de clorometilare a ftalocianinei de zinc. Urmând procedeul de sinteză cunoscut din literatura de specialitate s-a obținut un produs cu un conținut de clor de 28% corespunzător unui compus care conține opt grupări de clorometil. În spectrul FTIR, al produsului obținut concomitent cu benzile caracteristice ciclului ftalocianinei, apar și benzile caracteristice oscilațiilor legăturilor C-Cl (700 cm^{-1}) și oscilațiilor grupului Ar-CH₂ la 1222 cm^{-1} . Octaclorometil derivatul reacționează cu tiourea la reflux în etanol, în rezultatul căreia se obține clorura de octakis(metilzotiuroniu) ftalocianina de zinc ușor solubilă în apă. Spectrul FTIR al produsului prezintă o bandă largă de absorbție, în regiunea de 3200 cm^{-1} atribuită grupării aminofornamidice. De asemenea este prezentă banda slabă caracteristică legăturii C-S și banda grupării CH₂, precum și cele ale inelului ftalocianinic. În rezultatul reacției de hidroliză a sării de izotiuroniu se obține derivatul de ftalocianină de zinc cu opt grupe tiolice (sulfhidril, sulfanil) -SH. Produsul obținut este slab solubil în apă, însă mai bine solubil în mediu alcalin și solvenți polari. Spectrul IR a arătat prezența vârfului atribuit grupării tiolice la 1333 cm^{-1} . Deoarece legătura S-H are o afinitate mai mare față de ionii metalelor nobile sperăm să obținem în rezultatul conjugării nanoparticulelor de AgNP cu derivatul de ftalocianina de zinc cu opt grupe de tiol, fotosensibilizatori cu parametri fizici mai buni decât în cazul derivatului ZnPc(COOH)₄.

În baza derivaților de ZnPc obținuți au fost realizate dispozitive fotovoltaice. Pentru aceasta au fost obținute straturi subțiri (~300 nm) de ITO prin pulverizarea magnetron. S-au obținut straturi subțiri de ITO cu valoarea $\rho = 2 \times 10^{-3}\ \Omega \cdot \text{cm}$ la 200 \square la presiunea Ar de 2×10^{-6} atm. care au servit ca strat frontal în realizarea structurilor pe baza heterojuncțiunilor bulk. În Fig. 4 sunt ilustrate caracteristicile curent-tensiune a structurilor măsurate la iluminarea 100 mW/cm^2 , 300K.

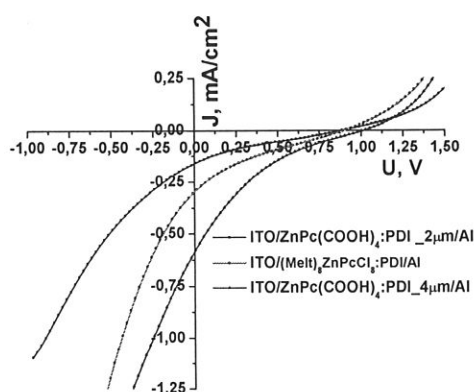


Fig.4. Caracteristicile curent-tensiune a dispozitivelor fotovoltaice pe baza derivaților ZnPc.

Parametrii fotovoltaici, cum ar fi: V_{CD} - tensiunea de circuit deschis, J_{SC} - densitatea curentului de scurtcircuit, FF - factorul de umplere, R_s - rezistența serie și R_{sh} - rezistența șunt sunt prezentați în tabelul de mai jos:

Tabelul 1. Parametrii fotovoltaici a dispozitivelor fotovoltaice pe baza derivaților ZnPc

Dispozitive fotovoltaice	V_{CD} , V	J_{SC} , mA/cm ²	R_s , *10 ⁴ , Ohm·cm ²	R_{sh} , *10 ⁴ , Ohm·cm ²	FF
ITO/ZnPc(COOH) ₄ :PDI/Al_2μm	0.89	0.19	13.2	8.2	0.18
ITO/(MeIt) ₈ ZnPcCl ₈ :PDI/Al	0.91	0.27	10.1	2.5	0.17
ITO/ZnPc(COOH) ₄ :PDI/Al_4μm	1.02	0.61	8.9	8.9	0.13

Se constată că cu creșterea grosimii stratului activ ZnPc(COOH)₄:PDI (vezi în tabel), crește atât tensiunea circuitului deschis, cât și densitatea curentului electric. De asemenea, se observă micșorarea valorii rezistenței serie și creșterea rezistenței șunt cu creșterea grosimii stratului activ. Factorul de umplere are valori în jurul 0.2 pentru structurile cu grosimi mai mici, iar randamentul de conversie a energiei solare în energie electrică la toate structurile realizate are valoarea mai mică de 0.1%.

6. Diseminarea rezultatelor obținute **în proiect** în formă de publicații

Vezi anexa 1A

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

Impactul științific se evidențiază prin determinarea structurii fotosensibilizatorilor formați dintre nanoparticulele de Fe₃O₄ funcționalizate cu chitosan și conjugarea acestora cu derivativul ZnPc(COOH)₄. Au fost determinați parametrii fotofizici: lungimea de unda de absorbție maximă (λ_{abs}); lungimea de unda de emisie (λ_{emis}); randament cuantic triplet (Φ_T), timpul de viață al stării excitate triplet (τ_T). Prin urmare, s-a constatat o creștere a randamentului cuantic triplet și timpului de viață al stării excitate triplet în raport cu FS conjugați cu nanoparticule de Fe₃O₄ nefuncționalizate cu chitosan.

Impactul economic a cercetărilor este determinat de utilizarea acestor fotosensibilizatori în terapia fotodinamică pentru tratarea celulelor cancerigene. Folosirea fotosensibilizatorilor ce absorb și emit lumină în domeniile spectrale roșu intens și NIR reprezintă punctul în a depăși principalele obstacole (de ex. absorbția de către țesut și sânge, împrăștierea luminii sau autofluorescența țesutului) ce limitau utilizarea în regiunea la lungimi de undă de peste 650 nm, penetrația tisulară maximă când utilizăm lumină cu lungimi de undă în intervalul 650-1450 nm al spectrului electromagnetic, cunoscut și sub numele de fereastră optică a țesutului biologic. Prin urmare, fotosensibilizatorii NIR elaborați vor primi în cercetarea preclinică, atenție substanțială, pentru aplicații *in vivo* de succes.

Aspectul social al acestor rezultate este determinat de sănătatea populației, anume, pentru îmbunătățirea opțiunilor actuale de tratament ale cancerului care la nivel mondial este a doua cauză de mortalitate. Aceste rezultate științifice pot fi recomandate pentru implementare în aplicații *in vivo*, pentru ca ulterior să fie propuse în tratamentul oncologic ambulatoriu.

8. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

- *Post universal de vid BYII-4*
- *Post universal de vid BYII-5*
- *Instalație pentru distilare*
- *Instalație pentru sinteză anorganică*

- Spectrometrul Bruker ALPHA Platinum-ATR
 - Spectrometru Cary 300 UV-Visible
 - Instalație: Caracteristica Volt – Amper
 - Instalație: Caracteristica Volt – Farad
 - Cuptor de tratare a probelor în diverse atmosfere
 - Instalație: Spin coating
 - Hot Plate Stirrer
 - Baie Cu Ultrasunete
 - Centrifugă
 - pH-metru de laborator
9. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului
Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor, Universitatea Tehnică a Moldovei
10. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului
Institutul de Chimie Macromoleculară "P. Poni" Iași, România
Institutul de Cercetare Electronică, Hamamatsu, Japonia
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Fizică
11. Dificultățile în realizarea proiectului
- *Finanțare insuficientă pentru procurarea echipamentului moderne;*
 - *Organizarea licitațiilor de procurare a substanțelor chimice trebuie de organizat în primele 2 luni ale anului;*
 - *Refuzul tinerilor să se angajeze în cercetare din cauza salariilor mici.*
12. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor, reflectate în p. 6)
- Manifestări științifice internaționale (în străinătate)
1. Potlog, Tamara, dr.; Alternative Energy Materials, AEM 2022 (internațională); Imperial College of London, England, 6-8 April 2022; Soluble Non-Fullerene Blend Absorber for Bulk Heterojunction Solar (Prezentare – oral).
<https://www.aemlondon.com/program>
 2. Potlog, Tamara, dr.; Conferința Internațională AMN 2022 (internațională); Universitatea Aveiro, Portugalia, 27-29 Iulie, 2022; Photophysics of the Tetra-Carboxy-Zinc Phthalocyanine Photosensitizers (Prezentare – oral).
<https://www.advanced-nanomaterials-conference.com/program/>
 3. Lungu, Ion; The 2022 Spring Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS) (internațională); Virtual Spring Meeting, May 30 to June 3, 2022; Copper-related defects in ZnTe thin films grown by close space sublimation method (Prezentare – oral).
<https://www.european-mrs.com/thin-film-chalcogenide-photovoltaic-materials-emrs-2>
 4. Lungu, Ion; The E-MRS Fall Meeting and Exhibit 2022 (internațională); Warsaw, Polonia, 19-22 Septembrie, 2022; Optimization Substrate-Source Temperatures for ZnTe Solar Cells Grown

by Close Space Sublimation Method (Prezentare – oral).

<https://www.european-mrs.com/innovative-and-advanced-epitaxy-emrs>

5. Colibaba, G. dr.; The International Scientific Conference “Materials and structure of modern electronic” (internațională); Belarusian State University, Minsk, Belarus, 12-14 octombrie 2022; The use of chemical transport reactions to obtain highly conductive ZnO ceramics and thin films. (Prezentare – oral).

<https://bsu.by/en/news/the-international-scientific-conference-materials-and-structures-of-modern-electronics-will-be-held--d/>

6. Colibaba, G. dr.; The International Scientific Conference “Materials and structure of modern electronic” (internațională); Belarusian State University, Minsk, Belarus, 12-14 octombrie 2022; (Prezentare – oral).

<https://bsu.by/en/news/the-international-scientific-conference-materials-and-structures-of-modern-electronics-will-be-held--d/>

➤ Manifestări științifice naționale

➤ Manifestări științifice cu participare internațională

1. Robu, S., dr.; Conferința „Ecological and environmental chemistry 2022” (internațională); Institutul de Chimie, Chișinău, Moldova, 3-4 martie 2022; Synthesis of polymer systems from n-vinylpyrrolidone with hydroxymethyl derivatives of transition metal phthalocyanines for photodynamic therapy. (Prezentare – poster).

<http://eec-2022.mrda.md/wp-content/uploads/2016/02/EEC-2022-FINAL-Program.pdf>

2. Bulimestru, I., dr.; Conferința „Ecological and environmental chemistry 2022” (internațională); Institutul de Chimie, Chișinău, Moldova, 3-4 martie 2022; Biopolymer materials based on chitosan conjugated with sulfoderivatives of zinc(II) phthalocyanines and gold nanoparticles. (Prezentare – poster).

<http://eec-2022.mrda.md/wp-content/uploads/2016/02/EEC-2022-FINAL-Program.pdf>

3. POPUȘOI, A.; The National Conference with international participation Life Sciences in The Dialogue of Generations: Connections Between Universities, Academia and Business Community (internațională); Center of Functional Genetics, Moldova State University, Chisinau, Republic of Moldova, September 29-30, 2022; Synthesis And Study Of Zn Tetra-Substituted Phtalocyanine With Chalconic Groups. (Prezentare – oral).

http://agarm.md/wp-content/uploads/2022/10/Culegerea_22.09.pdf

13. Aprecierea și recunoașterea rezultatelor obținute **în proiect** (preмии, medalii, titluri, alte aprecieri)

1. *Rusnac, Dumitru; Diplomă și Medalie de Aur; Salonului Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”, ediția a VIII - a, 08-10 octombrie 2022, Timișoara.*

2. *Rusnac, Dumitru; Diplomă și Medalie de Aur; International Exhibition of Inventions „ARCA: ZAGREB” 13-15 octombrie 2022, Zagreb Croația.*

3. *Rusnac, Dumitru; Diplomă și Medalie de Aur; International Salon Of Inventions And New Technologies „NEW TIME” 22-24 septembrie 2022, Sevastopol.*

4. *Robu, Ștefan; Diplomă și Medalie de Aur; Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției PRO INVENT ediția a XX-a, 26-28 octombrie 2022, Sala Polivalentă BT Arena, Cluj-Napoca.*

5. *Colibaba, Gleb; Diplomă și Medalie de Aur; Salonul Internațional al Cercetării Științifice,*

Inovării și Inventicii PRO INVENT ediția a XX-a, 26-28 octombrie 2022, Sala Polivalentă BT Arena, Cluj-Napoca.

6. *Bulmaga, Petru; Medalie de aur, Premiul Special CONTINENTAL; Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”, ediția a VIII - a, perioada 08-10 octombrie 2022, Timișoara.*
7. *Rusnac, Dumitru; Medalie de Aur, Diplomă Asociația Justin Capră; Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”, ediția a VIII - a, perioada 08-10 octombrie 2022, Timișoara.*
8. *Lungu, Ion; Medalie de Argint; Salonul Internațional Al Inovării Și Educației Creative Pentru Tineret ICE-USV, 10-12 Iulie 2022, Suceava.*
9. *Rusnac, Dumitru; Medalie de Aur; Salonul Internațional Al Inovării Și Educației Creative Pentru Tineret ICE-USV, 10-12 Iulie 2022, Suceava.*
10. *LUNGU, Ion; Medalie de Aur; Salonul Internațional de Invenții INVENTICA 2022, ediția a 26-a, 22-24 iunie 2022, Iași, România.*
11. *Rusnac, Dumitru; Medalie de Aur; Salonul Internațional de Invenții INVENTICA 2022, ediția a 26-a, 22-24 iunie 2022, Iași, România.*
12. *Potlog, Tamara; Medalie de Aur; EUROINVENT 14th European Exhibition of Creativity and Innovation Iasi, Romania, 26-28 May 2022.*
13. *Rusnac, Dumitru; Medalie de Aur; EUROINVENT 14th European Exhibition of Creativity and Innovation Iasi, Romania, 26-28 May 2022.*

14. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media:

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

15. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2022 de membrii echipei proiectului

Furtună Vadim. Development of photovoltaic devices based on organic/inorganic semiconductors / Teză de doctorat, conducător științific, dr. conf. univ. Potlog Tamara.

16. Materializarea rezultatelor obținute în proiect

17. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2022

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

Potlog, Tamara / consiliu de susținere a tezei de doctorat / Februarie 2022 / membru al comitetului științific, Școala Doctorală Științe Fizice, Matematice ale Informației și Inginerești;

Potlog, Tamara / comisia de admitere la Școala Doctorală Științe Fizice, Matematice ale Informației și Inginerești. USM / Septembrie 2022 / membru al comisiei.

- Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale

18. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect.

În cadrul proiectului „Fotosensibilizatori pentru aplicații în terapia fotodinamică și fotovoltaică”, etapa 2022 principalul obiectiv a fost de a sintetiza fotosensibilizatori (FS) pe baza derivatului ZnPc substituit cu grupe carboxilice (ZnPc(COOH)₄) conjugat cu nanoparticule magnetice sau polimerice și a analiza proprietățile fotofizice pentru aplicații în terapia cancerului. Chitosanul introdus într-un solvent selectiv se funcționează cu nanoparticule de Fe₃O₄. Particulele acoperite au fost caracterizate prin spectroscopie FTIR și analiza difracției razelor X. Particulele de magnetită acoperite cu chitosan sunt de dimensiuni nanometrice 14.80 nm. Apoi, nanoparticulele funcționalizate de Fe₃O₄/chitosan se conjugă cu derivatul tetracarboxi ZnPc solubil în DMSO/H₂O, în proporție 1:1. Fotosensibilizatorii sintetizați s-au caracterizat cu spectroscopia UV-Vis și de emisie (fluorescență), spectroscopia de absorbție tranzitorie și spectrofluorimetria. Fotosensibilizatorii sintetizați în cadrul proiectului au randament crescut de generare de stări excitate de tip triplet cu un timp de viață destul de înalt. În tabel se prezintă parametrii fotofizici a fotosensibilizatorilor obținuți în cadrul etapei 2022:

Tabelul 1. Parametrii fotofizici a fotosensibilizatorilor obținuți

Fotosensibilizatori	Solvent	λ_{abs} , nm	λ_{emis} , nm	Φ_T	τ_T , μs
ZnPc(COOH) ₄	DMSO/H ₂ O	697	765	0.25	11.63
ZnPc(COOH) ₄ /chitosan	DMSO/H ₂ O/CH ₃ COOH	699	775	0.27	11.31
ZnPc(COOH) ₄ /Fe ₃ O ₄	DMSO/phys.Sol. 0.9%	702	826	0.23	10.98
ZnPc(COOH) ₄ /Fe ₃ O ₄ /chitosan	DMSO/H ₂ O ₂ /CH ₃ COOH	702	784	0.56	12.32

λ_{abs} – lungimea de undă de absorbție; λ_{emis} – lungimea de undă de emisie; Φ_T - randament cuantic triplet, τ_T - timpul de viață al stării excitate triplet.

Conjugarea (ZnPc(COOH)₄) cu Fe₃O₄/chitosan deplasează lungimea de absorbție a FS spre infraroșu apropiat, emite la 784 nm, prezintă valori a randamentului de generare de stări excitate de tip triplet 0.56 și a timpului de viață de 12.32 μs mai înalte, în comparație cu valorile raportate în literatura de specialitate pentru FS pe baza altor derivați a ftalocianinei de Zn. Fotosensibilizatorii NIR elaborați pot fi studiați în cercetarea preclinică pentru aplicații *in vivo*.

De asemenea au fost sintetizați derivați ai ZnPc cu grupe de sulf folosind reacția de clorometilare care se vor conjuga în etapa următoare cu nanoparticule de (Ag, Au)NP.

În baza derivaților de ZnPc obținuți au fost realizate din soluții chimice prin metoda centrifugării dispozitive fotovoltaice pe suporturi de sticlă acoperite cu strat de oxizi cu diferite grosimi a stratului absorbant și estimați parametrii fotovoltaici: V_{CD} - tensiunea de circuit deschis, J_{SC} -densitatea curentului de scurtcircuit, FF -factorul de umplere, R_s -rezistența serie și R_{sh} – rezistența șunt. Randamentul de conversie a energiei solare în energie electrică este mai mic ca 0.1%

Tabelul 2. Parametrii fotovoltaici a dispozitivelor în baza derivaților de ZnPc obținuți

Dispozitive fotovoltaice	V_{CD} , V	J_{SC} , mA/cm^2	$R_s, *10^4$, $\text{Ohm}\cdot\text{cm}^2$	$R_{sh}, *10^4$, $\text{Ohm}\cdot\text{cm}^2$	FF
ITO/ZnPc(COOH) ₄ :PDI/Al_2 μm	0.89	0.19	13.2	8.2	0.18
ITO/(MeIt) ₈ ZnPcCl ₈ :PDI/Al	0.91	0.27	10.1	2.5	0.17
ITO/ZnPc(COOH) ₄ :PDI/Al_4 μm	1.02	0.61	8.9	8.9	0.13

Rezultatele științifice obținute pe baza derivaților de ZnPc indică că aceștia pot fi fotosensibilizatori excelenți pentru terapia fotodinamică, deoarece au o absorbție puternică în regiunea infraroșie apropiată, care este cea mai relevantă pentru *in vivo* activare în regiunile tisulare mai adânci.

Within the project "**Photosensitizers for applications in photodynamic and photovoltaic therapy**", stage 2022, the main objective was to synthesize photosensitizers (FS) based on the ZnPc derivative substituted with carboxylic groups (ZnPc(COOH)₄) and conjugated with magnetic or polymeric nanoparticles, and to analyze photophysical properties for applications in cancer therapy. Chitosan introduced in a selective solvent is functionalized with Fe₃O₄ nanoparticles. The coated particles were characterized by FTIR spectroscopy and X-ray diffraction analysis. The magnetite particles coated with chitosan have a nanometric size of 14.80 nm. Then, the functionalized Fe₃O₄/chitosan nanoparticles are conjugated with the ZnPc tetracarboxy derivative soluble in DMSO/H₂O, in a 1:1 ratio. The synthesized photosensitizers were characterized by UV-Vis and emission (fluorescence) spectroscopy, transient absorption spectroscopy and spectrofluorimetry. The synthesized photosensitizers have increased quantum yield efficiency of generating triplet-type excited states with a fairly high lifetime. The table shows the photophysical parameters of the photosensitizers obtained during the 2022 stage:

Table 1. Photophysical parameters of the developed photosensitizers

Photosensitizers	Solvent	λ_{abs} , nm	λ_{emis} , nm	Φ_T	τ_T , μs
ZnPc(COOH) ₄	DMSO/H ₂ O	697	765	0.25	11.63
ZnPc(COOH) ₄ /chitosan	DMSO/H ₂ O/CH ₃ COOH	699	775	0.27	11.31
ZnPc(COOH) ₄ /Fe ₃ O ₄	DMSO/phys.Sol. 0.9%	702	826	0.23	10.98
ZnPc(COOH) ₄ /Fe ₃ O ₄ /chitosan	DMSO/H ₂ O ₂ / CH ₃ COOH	702	784	0.56	12.32

λ_{abs} – absorption wavelength; λ_{emis} – emission wavelength; Φ_T - triplet quantum yield; τ_T - the lifetime of the triplet excited state.

The conjugation (ZnPc(COOH)₄) with Fe₃O₄/chitosan shifts the absorption length of the FS to the near infrared, emits at 784 nm, shows higher values of the generation efficiency of triplet excited states 0.56 and the lifetime of 12.32 μs , compared to the

values reported in the literature for other FS based on Zn phthalocyanine derivatives. The developed NIR photosensitizers can be studied in preclinical research for *in vivo* applications.

The ZnPc derivatives with sulfur groups were also synthesized using the chloromethylation reaction that will be conjugated in the next stage with (Ag, Au)NP nanoparticles.

Table 2. Photovoltaic parameters of devices based on the obtained ZnPc derivatives

Photovoltaic devices	V_{CD} , V	J_{SC} , mA/cm ²	R_s , *10 ⁴ , Ohm·cm ²	R_{sh} , *10 ⁴ , Ohm·cm ²	FF
ITO/ZnPc(COOH) ₄ :PDI/Al_2μm	0.89	0.19	13.2	8.2	0.18
ITO/(MeIt) ₈ ZnPcCl ₈ :PDI/Al	0.91	0.27	10.1	2.5	0.17
ITO/ZnPc(COOH) ₄ :PDI/Al_4μm	1.02	0.61	8.9	8.9	0.13

Based on the ZnPc derivatives with different thicknesses of the absorbing layer, photovoltaic devices were synthesized from chemical solutions by the centrifugation method on glass substrates covered with a layer of oxides and the photovoltaic parameters were estimated: V_{CD} - open circuit voltage, J_{sc} - short circuit current density, FF -fill factor, R_s -series resistance and R_{sh} – shunt resistance. The efficiency of conversion of solar energy into electricity is less than 0.1%

So, the obtained scientific results based on ZnPc derivatives indicate that they can be excellent photosensitizers for photodynamic therapy, as they have a strong absorption in the near-infrared region, which is most relevant for *in vivo* activation in deeper tissue regions.

19. Recomandări, propuneri

Propun, ca metodologia de finanțare a proiectelor în domeniile cercetării și inovării în Republica Moldova la nivel instituțional să fie modificată, și să fie implementată o platformă unică cu infrastructură modernă (microscopie electronică de transmisie, microscopie electronică de baleiaj, spectroscopie UV-VIS-NIR, spectrofluorometrie, etc) în Chișinău. Această necesitate este impusă de progresul tehnologic permanent al societății. Unele, dintre echipamente, sunt deja depășite tehnologic, de aceea modernizarea echipamentului, adaptarea proceselor administrative și de învățare, la noile tehnologii este stringentă. Echipamentul de cercetare este cheia succesului în activitatea de cercetare.

Conducătorul de proiect Potlog Tamara / (numele, prenumele)

Data: 14.10.2022

LȘ



**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul de referință în cadrul proiectului din Programul de Stat**

Fotosensibilizatori pentru terapia fotodinamica si fotovoltaica

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

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

2. **Capitole în monografii naționale/internaționale**

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

4. **Articole în reviste științifice**

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

1. POTLOG, T., POPUSOI, A., LUNGU, I., ROBU, S., BULIMESTRU, I. Photophysics of the Tetra-Carboxy-Zinc Phthalocyanine Photosensitizers. In: *RSC Advances*. 2022, nr. 12, pp. 31778-31785. DOI: 10.1039/D2RA05676C (IF:4.036).

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/RA/D2RA05676C>

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

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

Categoria C

1. LUNGU, I., GHIMPU, L., UNTILA, D., POTLOG, T. 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. 34-42. DOI: 10.53081/mjps.2022.21-1.03

<https://mjps.nanotech.md/archive/2022/article/202206>

2. LUNGU, I., GHIMPU, L., GAGARA, L., POTLOG, T. Synthesis and Electrophysical Properties of CdS/ZnTe Heterojunctions. In: *Moldavian Journal of the Physical Sciences*. 2022, nr.1(21), pp.42-51. DOI: 10.53081/mjps.2022.21-1.04

<https://mjps.nanotech.md/archive/2022/article/202207>

4.4. în alte reviste naționale

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

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

1. LUNGU, I., ROBU, S., POTLOG, T., TIULEANU, P. Photosensitive Organic Polymer Material. In: *Buletin Științific Supliment, Catalogul Oficial al Salonului „Cadet INOVA”*. 2022, nr.1, pp. 173-179.

http://37.251.175.30/documente/Supliment_Inova_22.pdf

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

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

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

1. Ana POPUȘOI, Ion LUNGU, Roman RUSNAC, Petru BULMAGA, Ștefan ROBU, Tamara POTLOG. Sinteza și cercetarea ftalocianinelor de Zn substituie cu grupări nitro și amino. *Conferința Științifică Națională cu Participare Internațională, Integrare Prin Cercetare și Inovare*. Noiembrie 2022, p.234-237

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

1. 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/1CBiz2l7ASVo9fMhAM-mfU1_pE8yPYQIL

2. 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/>

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

1. ROBU, Stephan, GUȚU, Iacob, KRAVCESCU, 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. nr. 1, pp. 177-178. DOI: <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>

https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p-177-178.pdf

2. BULIMESTRU, Ion, POTLOG, Tamara, POPA, Nelea, LUNGU, Ion, BULMAGA, Petru, ROBU, Stephan. Biopolymer Materials Based on Chitosan Conjugated with Sulfo Zinc (II) Phthalocyanines derivatives and Gold Nanoparticles. In: *Ecological and environmental chemistry*, 2022. nr. 1, pp. 49-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>

https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/49-50_45.pdf

3. POPUȘOI, Ana. Synthesis and Study of Zn Tetra-Substituted Phthalocyanine 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. p.220-221. ISBN 978-9975-159-80-7

http://agarm.md/wp-content/uploads/2022/10/Culegerea_22.09.pdf

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

1. LUNGU, Ion, ROBU, Stefan, POTLOG, Tamara, TIULEANU, Pavel, BULMAGA, Petru. Photosensitive Organic Polymer Material. In: *14th European Exhibition of Creativity and Innovation – EUROINVENT*. 2022. pp.160-61. ISSN Print: 2601-4564 Online: 2601-4572.

https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2022.pdf

2. LUNGU, Ion, ROBU, Stefan, POTLOG, Tamara, TIULEANU, Pavel, BULMAGA, Petru. Photosensitive Organic Polymer Material. In: *Salonul Internațional Al Cercetării Științifice, Inovării Și Invenției Pro Invent 2022 - Ediția XX*. 2022, pp. 191-192. ISSN 2810 – 2789 ISSN-L 2810 – 2789.

<https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2022.pdf>

3. COLIBABA, Gleb, RUSNAC, Dumitru, FEDOROV, Vladimir. Improved Process For Producing ZnO: Me₂O₃ Ceramic Targets And Magnetron Thin Films At Low TemperatureS. In: *Salonul Internațional Al Cercetării Științifice, Inovării Și Invenției Pro Invent 2022 - Ediția XX*. 2022, pp. 190-191. ISSN 2810 – 2789 ISSN-L 2810 – 2789.

<https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2022.pdf>

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

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

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

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

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

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

**Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din
contractul de finanțare nr. 153 PS din 03.01.2022
(la data raportării)**

Cifrul proiectului: 20.80009.5007.16

I. Buget (resurse generale)

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod Eco (k6)	Anul de gestiune 2022		
		Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	860,50		860,50
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii	212100	206,5		206,5
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	43,8		43,8
Servicii de cercetări științifice contractate	222930	146,0	-12,5	133,5
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	57,3	-17,0	40,3
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	32,7	+29,5	62,2
Total		1346,8		1346,8

II. Cofinanțare (mijloace colectate interne)

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod Eco (k6)	Anul de gestiune 2022		
		Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	50,0		50,0
Total		50,0		50,0

Conducătorul organizației _____ / ȘAROV Igor

Contabil șef _____ / COJOCARU Liliana

Conducătorul de proiect _____ / (POTLOG Tamara)

Data: _____

LS



Componența echipei proiectului

Cifrul proiectului 20.80009.5007.16

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Potlog Tamara	1958	Dr.	1	03.01.2022	
2.	Colibaba Gleb	1979	Dr.	1	03.01.2022	
3.	Robu Ștefan	1948	Dr.	0,5	03.01.2022	
4.	Furtună Vadim	1987	Dr.	0,5	03.01.2022	
5.	Lungu Ion	1994		1	03.01.2022	
6.	Rusnac Dumitru	1995		0,5	03.01.2022	
7.	Gagara Ludmila	1946	Dr.	0,5	03.01.2022	
8.	Drăgălina Galina	1946	Dr.	0,5	Nu a fost angajată	
9.	Popușoi Ana	1983		0,5	03.01.2022	
10.	Guțu Iacob	1948	Dr. hab.	0,5	03.01.2022	
11.	Bulmaga Petru	1954	Dr.	0,5	03.01.2022	
12.	Popa Nelea	1980		0,5	03.01.2022	Transfer pe 0,25 unit. din 01.03.2022
13.	Bulimestru Ion	1971	Dr.	0,5	03.01.2022	
14.	Barba Alic	1960	Dr.	0,25	03.01.2022	
15.	Untila Dumitru	1988	Dr.	0,5	03.01.2022	
16.	Fedorov Vladimir	1952	Dr.	0,5	03.01.2022	
17.	Monaico Elena	1980		0,5	03.01.2022	

Pondereea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	29,4%
--	-------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2022					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.	Popa Nelea	1980		0,25	Transfer din 01.03.2022
2.					

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării este ~ 30%.	29,4%
---	-------

Conducătorul organizației  / ȘAROV Igor

Contabil șef  / COJOCARU Liliana

Conducătorul de proiect  / (POTLOG Tamara)

Data: 14.03.2022

LȘ

