

RECEPȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2026

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2026

RAPORT ȘTIINȚIFIC FINAL

privind implementarea proiectului din cadrul concursului

Stimularea excelenței în cercetare pentru anii 2024-2025

Proiectul Creșterea ratei de decontaminare a fluidului infectat prin canale de rotație sub dispersia radiației ultraviolete C prin metamateriale compozite

Cifrul proiectului 24.80012.5007.26SE

Prioritatea strategică Tehnologii inovative, energie sustenabilă, digitalizare

Rectorul USM

SAROV Igor, prof. univ.

Președintele Consiliul științific al IFA

CULIUC Leonid, acad., dr. hab., prof.

Conducătorul proiectului

ENACHI Nicolae, dr., hab., prof. univ.



Chișinău, 2026

CUPRINS:

1. Scopul proiectului depus la concurs.....	1
2. Obiectivele	2
3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor	2
4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor	3
5. Rezultatele obținute	3
6. Diseminarea rezultatelor la foruri științifice.....	8
7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului	13
8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului	14
9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului	14
10. Dificultăți în realizarea proiectului: financiare, organizatorice, legate de resursele umane	
11. Recomandări, propuneri.....	15
12. Lista lucrărilor științifice, publicate (Anexa 2).....	16
13. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în limba română și în limba engleză (Anexa 1).....	23
14. Executarea devizului de cheltuieli din contractul de finanțare (Anexa 3).....	25
15. Componența echipei conform contractului de finanțare (Anexa 4).....	26

1. Scopul proiectului depus la concurs (obligatoriu).

Dezvoltarea și validarea unui sistem integrat de decontaminare volumetrică pe bază de laser și metamateriale, proiectat pentru scalabilitate și producție locală, capabil să asigure o reducere microbiană superioară pragului de 7-log în fluide cu grad ridicat de contaminare

2. Obiectivele (obligatoriu).

- Utilizarea pulsurilor Laser scurte în decontaminare. Influența duratei pulsurilor, frecvenței și intensității asupra ratei de decontaminare stimulată de prezența metamaterialelor.
- Ajustarea propagării pulsurilor laser prin sistemele de fibră optică, microsferă și utilizarea lor în decontaminarea fluidelor netransparente pentru a decontaminare adâncă în volumul fluidului.
- Construcția de canale rotative și posibilități de manipulare a patogenilor în zone cu intensitate mărită a iradierii UVC. Elaborarea unor noi echipamente unde efectul de pensetă optică este comasat cu efectul de rotație printre elementele metamaterialului.
- Optimizarea unor efecte optice și dinamice în dispozitivele propuse pentru posibilități de producere în cantități mari a unor astfel de decontaminatoare. Optimizarea prețului de producere a unui decontaminator și a posibilităților de implementare în țară și peste hotarele ei.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor (obligatoriu)

- **Determinarea ratei de decontaminare în raport cu durata pulsurilor laser**, prin dezvoltarea unui cadru teoretic care să integreze timpii de viață și procesele de relaxare ale excitațiilor biomoleculare (ADN, ARN, proteine). Se preconizează utilizarea pulsurilor laser Q-Scan și Q-Smart la frecvențe diferite, precum și publicarea rezultatelor într-un articol științific.
- **Modelarea teoretică a proceselor de dimerizare și sinteză biomoleculară** pentru a anticipa modul în care iradierea optică contribuie la inactivarea patogenilor. Etapa va fi completată prin elaborarea unei lucrări științifice și prin prezentarea rezultatelor la o conferință națională/internațională.
- **Proiectarea și implementarea unui protocol de măsurare a ratei de decontaminare** utilizând spectrometria de absorbție Ocean View, inclusiv optimizarea regimului spectrometric. Etapa va include investigarea regimurilor de frecvență joasă pentru a îmbunătăți manipularea patogenilor în zonele de decontaminare.
- **Conceperea și fabricarea metamaterialelor pe bază de fibră și bile de cuarț**, în vederea creării canalelor de rotație pentru fluide contaminate, cu scopul creșterii eficienței procesului de inactivare microbiană. Se vor realiza estimări privind contribuția efectului de „pensetă optică”, optimizarea geometriilor canalelor de rotație și evaluarea costurilor de producție ale prototipului de decontaminare cu iradiere UVC și infraroșie.

- **Dezvoltarea unui prototip de laborator al dispozitivului de decontaminare**, urmată de diseminarea rezultatelor prin articole științifice și prezentări la saloane de inventică nașionale/internaționale.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor

- **Au fost dezvoltate și analizate modele de dimerizare și sinteză a biomoleculelor**, menite să descrie mecanismele de inactivare a agenților patogeni sub acțiunea iradierii luminoase. Rezultatele modelării au fost integrate într-o lucrare științifică și prezentate în cadrul unei conferințe internaționale.
- **A fost determinată rata de decontaminare în funcție de durata pulsurilor laser**, prin introducerea în model a timpilor de viață și a proceselor de relaxare ale excitațiilor biomoleculelor, radicalilor din ADN/ARN și proteinelor. Au fost evaluate impulsuri Q-Scan și Q-Smart cu durate cuprinse între 1 ns și 9 ns, iar rezultatele au fost sintetizate într-un articol științific.
- **Au fost fabricate structuri metamateriale pe bază de fibre și bile de cuarț**, destinate generării canalelor de rotație a fluidelor contaminate, cu scopul creșterii eficienței de inactivare microbiană. Au fost estimate contribuțiile efectului de „pensetă optică” și ale canalelor de rotație asupra ratei de decontaminare, precum și costurile de realizare a canalelor și costul anticipat al unui dispozitiv de decontaminare ce integrează iradiere UVC și infraroșie.
- **A fost realizată măsurarea și diagnosticarea ratei de decontaminare utilizând spectrometria de absorbție Ocean View**, incluzând optimizarea și modificarea regimului de operare al spectrometrului. În paralel, au fost investigate regimuri cu frecvențe mai joase pentru optimizarea manipulării patogenilor în zonele de decontaminare.
- **A fost realizat un prototip de laborator al dispozitivului de decontaminare patogenică**, iar rezultatele fundamentale și aplicative au fost diseminate atât printr-o prezentare în cadrul de conferințe naționale/internaționale, saloane de inventică cât și prin articole științifice.

5. Rezultatele obținute (descriere narativă 3-5 pagini) (obligatoriu)

Pentru a obține o eficiență substanțială la decontaminare în comparație cu alte echipamente tradiționale dezvoltate în perioada 2024-2025, s-a acordat o atenție deosebită foto sintezei și foto transformărilor eficiente a biomoleculelor terțiene (proteine, ADN, ARN etc.) la interacțiunea acestora cu impulsuri laser scurte. Considerând că ADN-ul este o moleculă cu dublă helix, de obicei cu diametrul de $\sim 20 \text{ \AA}$ (2 nm), cu o creștere verticală de $3,4 \text{ \AA}$ (0,34 nm) per pereche de baze, bazele purinice (A, G) au o lățime de 11-12 $\text{\AA}$, în timp ce pirimidinele (C, T) au o lățime de 8-9 $\text{\AA}$, putem compara aceste dimensiuni cu lungimea de undă a laserului aplicat pentru a inactiva procesul de replicare folosind fenomenul cooperativ de excitație, dimerizare și tautomerizare. Perechile de baze sunt legate prin legături de hidrogen (A-T cu două legături de hidrogen și G-C, cu 3 legături). De asemenea, suntem interesați de interacțiunile de stivuire a bazelor (intensitate de la -33 la -44 kJ/mol). Deoarece lungimea unui laser este mult mai mare decât distanța medie

dintre ele și excitațiile se fac în două cuante în împrăștierea Raman și la absorbția bicuantă în excitația în infraroșu, este bine să fie testat transferul dublu de protoni în legăturile de hidrogen în A-T menționate mai sus ca o funcție a statisticii fotonilor aplicați. Mai jos propunem un model al interacțiunii biomoleculare terțiare la ruperea sau cuplarea lor.

Ansamblul de atomi/impurități din lanțul ADN participă la cele două posibilități de vibrație de-a lungul catenelor și perpendicular pe ele. Starea de vid poate fi descrisă ca o suprapunere a acestor stări. Numerele termenilor din sumele depind de numărul de celule, N_s , înmulțit cu numărul de atomi, v în fiecare celulă, $N = 3N_s$. Putem modifica numărul de sisteme de vibrație, v_{parallel} , și $N_{\perp}$, în timpul acțiunii impulsurilor laser externe. Această modificare temporară a structurii, stimulată de modurile cuplate neliniar, poate fi realizată având în vedere că, în opinia noastră, contribuția descompunerii tradiționale propusă de N. Blombergen (Phys. Rev. 37, A133, 1964) poate fi completată cu următorul termen așa cum s-a propus în lucrarea lui Wang Ch-S (Phys.

Rev. 182 (1969) 482-494), $\omega_{\parallel}(k) = \sqrt{\Delta^2 + \omega_{\parallel}^2(k)}$

$$H_{I2}^e = - \sum_j \partial_{u_{\parallel j}, u_{\perp i}}^2 \chi_{\alpha\beta}(0) E_{\alpha}(t, R_j) E_{\beta}(t, R_j) u_{\parallel j} u_{\perp i}.$$

Acest termen devine semnificativ datorită cuplajului dintre diferite stări legate ale biomoleculare, $\partial_{u_{\parallel j}, u_{\perp i}}^2 \chi_{\alpha\beta}(0)$, ca și în Hamiltonianul anisotrop al vibrațiilor ([eq:UR!!]) poate fi mai mare decât $\partial_{u_{\perp j}, u_{\perp i}}^2 \chi_{\alpha\beta}(0)$ și $\partial_{u_{\parallel j}, u_{\parallel i}}^2 \chi_{\alpha\beta}(0)$ din considerentele că astfel de tranziții cu două cuante sunt stabilite prin intermediul stărilor cu o simetrie opusă stărilor de bază reprezentate în Fig. 1.

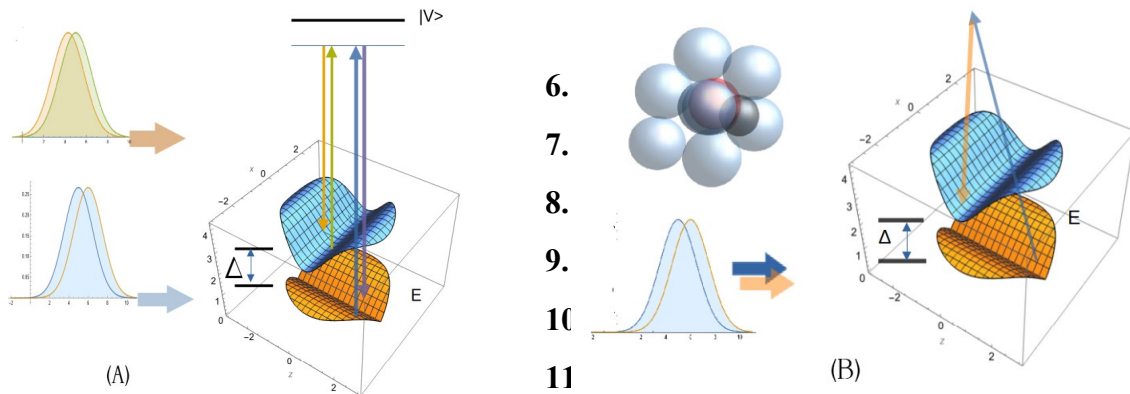


Fig1. În Schema (A) am arătat excitații pulsate în fiecare bandă de vibrație a subsistemului molecular; B sau b, deplasate una față de cealaltă cu energia, Δ , stimulată de împrăștierea Raman indusă. Aici, modurile de vibrație

longitudinale B de-a lungul axei Z sunt descrise de legea de dispersie $\sqrt{\Delta^2 + \omega_{\parallel}^2(k)}$, iar vibrația b este descrisă de dispersia în planul (X,Y) al subsistemului biomoleculare. Pentru simplitate, am luat o singură direcție X în planul de dispersie (X,Y). Schema (B) reprezintă excitația Raman inter-bandă care modifică polarizarea și poziția atomilor în în așa numita celulă elementară a biomoleculii sau cristalului.

În această situație, sub excitația impulsurilor, modurile de propagare perpendiculară, care pot să nu fie implicate în vibrațiile colective, pot fi „populate” datorită termenului de vibrație locală

necolectivă existent, $-M_{\parallel} \Delta^2 \lambda_{j\parallel}^2$. În această situație, trebuie să înlocuim dispersia joasă, $\omega_{\parallel}(k)$, cu una nouă, $\tilde{\omega}_{\parallel}(k) = \sqrt{\Delta^2 + \omega_{\parallel}^2(k)}$. Conform acestei concepții, observăm că dispersia undei, $k(\tilde{\omega}_{\parallel}(k))$, există doar pentru temperatura $T > \Delta$. Cu alte cuvinte, cuplajul neliniar dintre banda de vibrație joasă, b, cu energii și cea superioară, B, poate fi neglijat dacă temperatura T este mai mică decât Δ , pentru $k=0$. Acest lucru este posibil datorită faptului că numărul mediu de subsisteme moleculare/atomii care participă la astfel de moduri de vibrație perpendiculare pe straturile descrise de banda B este de aproximativ zero,

$\hat{P}_{\parallel} N \sim 0$, Excitațiile Raman pot schimba acest scenariu, excitând subsistemul de nucleotidă în moduri de vibrație de lungă durată.

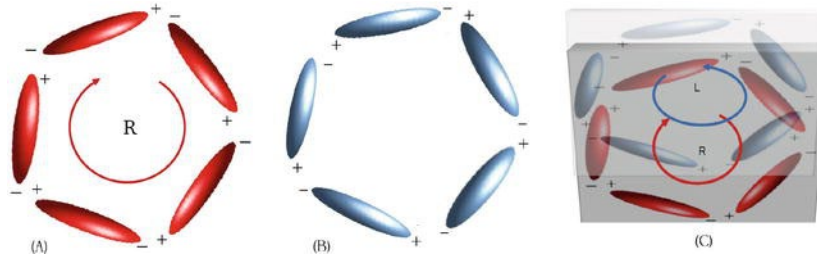


Fig. 2. Multimerii formați în polarizarea dreaptă (A) pot induce împachetarea în polarizarea stângă (B) în noua structură atrasă de biomolecula pentamerică, așa cum este reprezentat în Fig. (C).

În unele biomolecule, odată cu excitația electronică, există și o deplasare a atomilor în biomolecule ori rețea cristalină față de localizarea anterioară a modurilor de vibrație. Acest lucru poate duce la renormalizarea deplasării frecvenței, Δ , în timpul excitației impulsului, iar în unele cazuri apariția unor legături slabe de tip hidrogen. O posibilitate de redistribuire a atomilor în molecula sub acțiunea factorului extern poate fi descrisă prin reîmpachetarea strânsă a microsferelor/ dipolilor cu dimensiuni diferite în volum și în fața unui cub format din opt sfere identice așa cum este reprezentat în Fig. 1. Cu alte cuvinte, acest tip de excitație modifică numărul mediu de atomi care stimulează vibrațiile de-a lungul direcției Z, $\langle \hat{N}_{\parallel} \rangle \neq 0$. Urmând modelul microscopic discutat în Ref. [1], putem reprezenta Hamiltonianul, H_{I2}^e prin operatori de anihilare, $\hat{u}_{\parallel}^{-}(\mathbf{r}_{\perp}, t)$; $\hat{u}_{\perp}^{-}(\mathbf{r}_{\perp}, t)$, și generare, $\hat{u}_{\parallel}^{+}(\mathbf{r}_{\perp}, t)$; $\hat{u}_{\perp}^{+}(\mathbf{r}_{\perp}, t)$, care dau contribuția în modurile de vibrație B și b pot converti un număr mare de subdiviziuni moleculare ori atomi în cristal din banda de vibrație „b” într-o altă bandă de vibrație locală „B”, așa cum este reprezentat în Fig.1. B. Urmând abordările clasice din procesul Raman și excitația cuantică dublă propusă în Ref. Physica Scripta și aspectele cuantice ale unei astfel de generări de doi fotoni Optics Communications, aceste procese de modificare a polarizării subsistemelor biomoleculare dintre o posibilitate legată și alta liberă așa cum a fost propus în capitolul de carte de la IntehOpen putem găsi parametri critici pentru care are loc o împachetare indusă de macromolecule. Este convenabil să se măsoare energia sistemului în raport cu energia din mijloc dintre banda B și b., astfel încât valorile inferioare ale energiei benzilor B și b să fie situate la distanțe energetice $E_g(k) = \Delta/2 + \tilde{\omega}_{\parallel}(k) \simeq \Delta/2$, și, respectiv, $E_e(k) = -\Delta/2 + \omega_{\perp}(k) \simeq \Delta/2$. Hamiltonianul modelului de modificare a sistemului între,

$$\hat{H}_v = \hbar\delta \sum_j (\hat{\beta}_j^\dagger \hat{\beta}_j - \hat{B}_j^\dagger \hat{B}_j)/2 + \sum_{l_1, l_2} \hat{\mathcal{H}}_{l_1 l_2} + \hbar\Omega(t) \sum_j \{ \hat{B}_j^\dagger \hat{\beta}_j \exp[-i(\mathbf{K}_p - \mathbf{K}_s, \mathbf{R}_j)] \} + H.c. \} / 2, \quad \text{unde } \delta = \Delta - \Delta_0 \text{ este abaterea}$$

de la rezonata fata de Raman, ori excitare bicuantica;

$$\Omega(t) = \chi''_{\alpha\beta}(0) E_{\alpha p}^- E_{\beta s}^+ / 2 + \chi''_{\alpha\beta}{}^{ir}(0) E_{\alpha p}^{+ir} E_{\beta s}^{+i03r} / 2$$

si $\hat{H}_{l_1 l_2} \sim J_{\perp l_1 l_2} \hat{B}_{l_1}^\dagger \hat{\beta}_{l_1} \hat{B}_{l_2} \hat{\beta}_{l_2}^\dagger + J_{\parallel l_1 l_2} \hat{B}_{l_1}^\dagger \hat{B}_{l_1} \hat{\beta}_{l_2} \hat{\beta}_{l_2}^\dagger$, care reprezintă energia forțelor interatomice dipolare în straturile de origine electrică sau magnetică. Deoarece procesul de împrăștiere modifică numărul mediu de atomi din rețea în două posibilități de moduri de vibrație, „B” și „b”, pentru simplitate neglijăm dispersia fononicilor. Putem introduce inversiunea dintre stările de vibrație localizate „B” și „b”, reprezentate în Fig.1 B a două posibilități de vibrație ale bimoleculii in proces de impachetare reprezentat in Fig. 2C. for simplicity we neglect the phonon

dispersion. We may introduce $\hat{D}_z = \sum_{j=1}^N \hat{D}_{zj} = (\hat{N}_{\parallel} - \hat{N}_{\perp})/2$, unde

$$\hat{N}_{\perp} = \sum_j \hat{\beta}_j^\dagger \hat{\beta}_j, \hat{N}_{\parallel} = \sum_j \hat{B}_j^\dagger \hat{B}_j \quad \text{corespund numarului de componente tertiene ce iau parte in}$$

vibratiile planare ale biomoleculii si perpendicular pe plan asa cum este reprezentat în Fig. 1 si Fig. 2 Astfel introducem operatorii cooperativi de excitație și dezexcitare între modurile de vibrații in plan si perpendicular pe edansul exprimate de operatori de excitare, $\hat{D}^+ = \sum_{j=1}^N \hat{B}_j^\dagger \hat{\beta}_j \exp[i(\Delta - \Delta_0)t - i(\mathbf{K}_p - \mathbf{K}_s, \mathbf{R}_j)]$ si dezexcitare, $\hat{D}^- = \sum_{j=1}^N \hat{D}_j^-$.

Deoarece operatorii de polarizare atomică sunt definiți pe o distanta mai mare decat dimesiunea moleculei putem introduce interacțiuni longitudinale $\sim J_{\parallel l_1 l_2} (\hat{D}_{z l_1} + 0.5)(\hat{D}_{z l_2} - 0.5)$ Si interacțiuni transversale, $\sim J_{\perp l_1 l_2} \hat{D}_{l_1}^+ \hat{D}_{l_2}^-$. Utilizand aproximatia campului mediu reducem sistemul molecular in interactiune la urmatoarea equatie generalizatoare,

$$\frac{\partial}{\partial t} \hat{\rho}_N(t) = i\delta \hat{D}_z \hat{\rho}_N + [\hat{D}^+, i\bar{\Omega} \hat{\rho}_N - (\gamma_{\parallel} + ik) \hat{D}^- \hat{\rho}_N] + H.c. \quad (1)$$

Excitația coerentă a proceselor de împrăștiere Raman de ordin superior într-un câmp electromagnetic bimodal prezintă aplicații nu doar în domeniul opticii neliniare, ci și în generarea și controlul structurilor supramoleculare sub iradiere laser externă. În acest context, excitația Raman poate induce momente dipolare tranzitorii în substructurile moleculare, oferind informații relevante asupra interacțiunilor și legăturilor proteice. Asamblarea controlată și selectivă a noilor agregatelor moleculare prezintă un interes deosebit pentru dezvoltarea de medicamente, aplicații terapeutice și bioinginerie. În plus, controlul structurilor secundare ale supermoleculilor proteice reprezintă un aspect esențial pentru înțelegerea mecanismelor plierii proteinelor și a funcționării celulare. În publicația noastră anterioară, am prezentat noi caracteristici ale câmpului bimodilor într-o stare coerentă, în care generarea Raman în mai mulți pași este descrisă printr-o suprapunere, $E^{(+)}(z, t) = E_p^{(+)}(z, t) + E_{as1}^{(+)}(z, t) + E_{as2}^{(+)}(z, t) + \dots + E_{asm}^{(+)}(z, t)$, cu frecvența pompei, ω_p prima anti-Stokes componentă, $\omega_p + \omega_r$, ..., $\omega_p + m\omega_r$, și componenta anti-Stokes, $\omega_p + m\omega_r$. Aici este energia de excitație a fiecărui radiator (atom, moleculă, exciton). Noua caracteristică a excitației bimodale a câmpului cavității a fost introdusă în aproximarea coliniară

cavitate/fibră, $\hat{\Pi}^+(t) = \hat{E}^{(+)}(z,t)E^{(-)}(z,t)$, care ne permite să reprezentăm corelația intensității totale ca o sumă a fiecărei componente: $\langle \hat{\Pi}^-(t)\hat{\Pi}^+(t) \rangle_{(m)} = \langle \hat{\Pi}_{1m}^-(t)\hat{\Pi}_{1m}^+(t) \rangle + \langle \hat{\Pi}_{2m}^-(t)\hat{\Pi}_{2m}^+(t) \rangle + \dots + \langle \hat{\Pi}_{km}^-(t)\hat{\Pi}_{km}^+(t) \rangle$. Acest câmp este descris prin excitația Raman,; $\hat{\Pi}_{1m}^+(t) \sim \hat{E}_{asm}^{(+)}(t)\hat{E}_{asm-1}^{(-)}(t)$; $\hat{\Pi}_{2m}^+(t) \sim \hat{E}_{asm}^{(+)}(t)\hat{E}_{asm-2}^{(-)}(t)$, $\hat{\Pi}_{3m}^+(t) \sim \hat{E}_{asm}^{(+)}(t)\hat{E}_{asm-3}^{(-)}(t)$, ..., și dezexcitarea: $\hat{\Pi}_j^-(t)$, $\hat{\Pi}_{2j}^-(t)$, $\hat{\Pi}_{3j}^-(t)$, componentele câmpului bimodal al cavității cu diferențe de frecvență multipli ai energiei deexcitație, $\hbar\omega_r : \omega_r; 2\omega_r; 3\omega_r$ respectiv. Se demonstrează că suprapunerea noilor componente poate fi utilizată ca o caracteristică a câmpului ghid cu fază și amplitudine bune în aproximarea semiclassicală $\langle \hat{\Pi}_{\alpha m}^+(t) \rangle = P_{km0} \exp[-i\varphi_\alpha]$. Aici, componenta Stokes de generare a bimodalului poate fi considerată un câmp de pompă $\hat{E}_j^+(t)$ pentru ordinul Raman multiplu, astfel încât produsele precum, $\hat{E}_j^+(t)\hat{E}_{j-\alpha}^-(t)$, au aceeași fază, $\phi_{k\alpha} = i\alpha\omega_r t - i\alpha K$, în care este porțiunea energiilor de excitație, $\hbar\alpha\omega_r = \hbar\omega_{j+\alpha} - \hbar\omega_j$, obținute atunci când sistemul submolecular a trecut de la starea de bază în starea legată excitată în alpha - pași Raman multipli - ($\alpha = 1,2,3,\dots$) și $\delta k = k_{j+1} - k_j$. Progresele recente în microscopia de împrăștiere coerentă au permis analiza corelațiilor dintre componentele anti-Stokes și Stokes în împrăștierea Raman multiplă, utilizând componente coerente stimulate de fotoni de pompă. Radiația formată de bimoduri bine corelate este caracterizată în principal de distribuția intensității fiecărui mod de câmp. Un aspect important al acestei probleme constă în excitația selectivă bicuantică a subsistemelor moleculare, unde emisia dipol-activă trebuie minimizată în raport cu excitația Raman (vezi Fig. 1. A, B, descris mai amănunțit în capitolul din InTex). Acest principiu poate fi extins la biomolecule, unde dezactivarea selectivă a structurilor moleculare - cum ar fi componentele virale - poate fi realizată prin procese Raman induse. În consecință, o descriere riguroasă atât a amplitudinii, cât și a fazei radiației generate de fotonii bimodali corelați devine esențială.

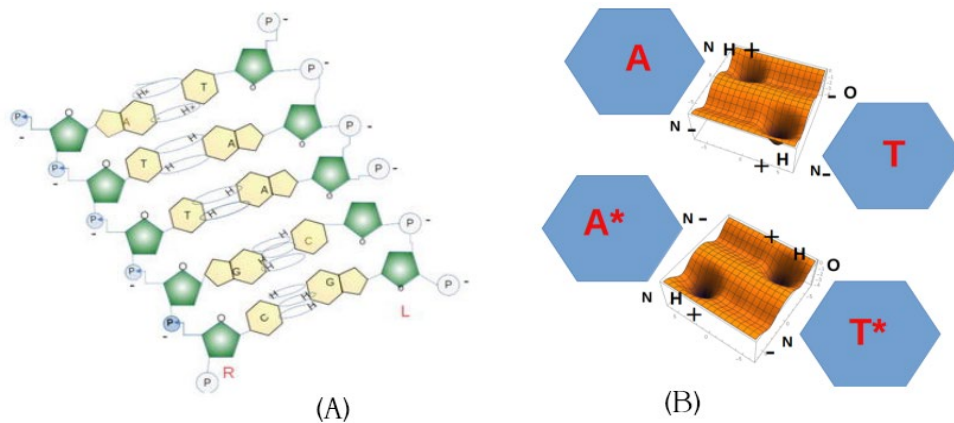


Fig.3 (A) Posibile interacțiuni dipol-dipol între catena de ADN dreaptă și stângă în timpul transcripției sau în timpul proceselor de inactivare asociate cu dimerizarea sau tranzițiile tautomerice. **(B)** Observarea efectului tautometric dintre A=T implicate în interacțiunea ADN-ului cu lumina. Este prezentată o posibilă localizare indusă de câmpul electromagnetic în timpul interacțiunii Raman cu biomolecule (cum ar fi histonele și ADN-ul) din nucleole celulare.

Ansamblurile proteice supramoleculare joacă roluri critice în procese precum transferul de informații, diviziunea celulară, traficul intracelular și transducția semnalului. Comportamentul lor este puternic influențat de modificările structurale ale proteinelor și ADN-ului induse de factori externi, inclusiv radiațiile și câmpurile electrice. Articolul din „IntehOpen” examinează modul în care structurile biomoleculare pot fi reorganizate sub radiații pulsate prin excitații Raman multiple, ducând la sinteza unor ansambluri supramoleculare mai mari din subunități moleculare. Radiația formată de bifotoni bine corelați este caracterizată de intensitatea fiecărei componente a câmpului electromagnetic în cadrul suprapunerii bimodale. Această interacțiune poate fi similară cu interacțiunea dipol-dipol dintre componentele vecine, așa cum este ilustrat în Fig. 2 și 2. De exemplu, secvența de AND *GAATTC* poate fi descrisă astfel $50 - pGpApApTpTpCOH - 30$, unde adenina și guanina, sunt pirimidine; citozina, , și timina, , sunt purine . Conform literaturii de specialitate, legăturile fosfodiesterice formează coloana vertebrală a lanțului de ADN și sunt responsabile pentru sarcinile negative caracteristice ale moleculelor de ADN, care stabilizează dubla helix, Fig. 4A. O posibilitate de generare a tautomerilor de ADN sub acțiunea luminii este reprezentată în Fig. 4B. Aici, starea quasi stabilă a transferului dublu de protoni "tautomer" este posibilă de obținut sub acțiunea unui impuls laser. În esență, statistica fonică joacă un rol important, deoarece excitația legăturilor de hidrogen din punțile N...H:N și N:H...O trebuie să aibă loc simultan pentru a crea starea cvasistabilă, $A^*=T^*$, care ar putea fi fatală și pentru agenții patogeni în timpul reproducerii celulare. Fenomen cuantic indus Natura cooperativă a unor astfel de stări constă în obiectivele echipei de cercetare.

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

Lista publicațiilor în care se reflectă doar rezultatele obținute în proiect, perfectată conform cerințelor față de lista publicațiilor (a se vedea Anexa 2)

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

1.1. monografii internaționale .

1.2. monografii naționale:

1. **MUNTEANU Ion** “Acțiunea cooperativ cuantică a impulsurilor scurte de radiație cu biomoleculele la propagarea lor prin metamateriale cu aplicarea ei în diagnostică, tratament și inactivarea patogenilor” Teză de doctor în științe fizice. 131.01 - Fizică matematică. 22 Octombrie 2025. <https://msuir.usm.md/items/1bdfa140-a9f3-45f9-9810-4255eb230e83/full>

6.2. Capitle în monografii naționale/internaționale

6.2.1. monografii internaționale

1. **PODOLEANU Diana, MUNTEANU Ion, STARODUB, Elena, ENAKI Nicolae.** Cooperative generation of biomolecular complexes under UVC radiation, application in decontamination and diagnostics. În: IFMBE Proceedings, Vol. 134, Springer, Cham, 2025. 7th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. October 7–10.10 2025, Chisinau, Moldova, p. 247-265. Doi: <https://doi.org/10.1007/978->

[3-032-06494-3_26](#) (Web of Science).

2. **ENAKI Nicolae**, **PODOLEANU Diana**, **MUNTEANU Ion**, **CHIRMAN**, Gheorghe, **STARODUB Elena**, **PASLARI Tatiana**. Chapter în IntehOpedn "Multiple Raman Coherent Process in Generation of Biomolecular Complexes", submitted to Open Access book "Raman Spectroscopy - Advances and Research Frontiers". Published: 20 November 2025, DOI: [10.5772/intechopen.1012600](#)
3. **ENAKI Nicolae**, **PODOLEANU Diana**, **MUNTEANU Ion**, Costisen I., Starodub E., Paslari T. Chapter „Generation of Photonic “Molecules” Under the Action of Ultraviolet Light in the DNA/RNA Dimerization Process” în the Book Title Selected Papers from AToMS 2024, Springer Septembrie 2025, DOI 10.1007/978-3-032-02452-7_12

6.2.2. monografii naționale

1. **PODOLEANU Diana**, **MUNTEANU Ion**, **STARODUB Elena**, **CHIRMAN**, Gheorghe, **ENAKI Nicolae**. Generation of photonic molecular complexes under the action of ultraviolet light in the DNA/RNA inactivation process. În: International Congress of Geneticists and Breeders of the Republic of Moldova, Ed. 12, 17-18 septembrie 2025, Chișinău. Editura USM, 2025, Ediția 12, pp. 84-94. ISBN 978-9975-62-897-6. DOI: <https://doi.org/10.53040/cga12.11>

6.4. Articole în reviste științifice

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

1. **MUNTEANU, I.**, **ENACHI, N.** & **CIOBANU, N.** Aspects of pathogen inactivation via absorption of short-pulse UV-C irradiation for advanced decontamination strategies. În Photochem Photobiol Sci (2025). <https://link.springer.com/article/10.1007/s43630-025-00794-9> (Web of Science). IF 3.2
2. **ENACHI, N.** "Cooperative Properties of Multiple Scattering Lasing and Their Application in Processing of Information," 2024 Advanced Topics on Measurement and Simulation (ATOMS) pp. 159-162, Published March 2025. Doi: [10.1109/ATOMS60779.2024.10921584](#) (SCOPUS)
3. **Marina TURCAN**, Serghei BIZGAN, Tatiana PISLARI, Elena STARODUB, Viorica TONU, **Ion MUNTEANU and Nicolae ENACHI**. *UVC-R Pulsed Radiation as an Innovative Approach to Microbial Inactivation*. În: E-HEALTH AND BIOENGINEERING CONFERENCE - EHB 2025, 13-th edition, Iași, Romania, November 13-14, 2025 (Web of Science, accepted).
4. **PODOLEANU, D.**; **MUNTEANU, I.**; **STARODUB, E.**; **ENAKI, N.** Cooperative generation of biomolecular complexes under UVC radiation, application in decontamination and diagnostics. În: IFMBE Proceedings, Vol. 134, Springer, Cham, 2025. 7th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering.

October 7–10.10 2025, Chisinau, Moldova, p. 247—265 .
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-032-06494-3_26 (Web of Science/Scopus)

6.4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

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

6.4.4. In alte reviste naționale :

6.5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

6.5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

6.5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

6.6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

6.6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

6.6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

1. **MUNTEANU, Ion.** Inactivarea patogenilor prin absorbție de radiație UV-C pulsată în decontaminare avansată. În: Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu (TehFizUVS), 14 noiembrie 2025, Chisinau, Moldova.
https://ephysimlab.usm.md/wp-content/uploads/Programa-conferintei_14-noiembrie_fin.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAYnJpZBExNkJ4NUJWeDhEaGVzRDfRbXNydgMGYXBwX2lkEDlYmJAzOTE3ODgyMDA4OTIAAR5CWeB3u3z2nmFjFEU91HpWe_CNUW7VVNIRextC8EDXyrajKIRge9hlMuF9JA_aem_u1NaobN4bPmQLWiXnwaqUg

6.7. Teze ale conferințelor științifice

6.7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

6.7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

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

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

1. **MUNTEANU, I.** *Dispozitiv sterilizator UVC*. Brevet de Invenție nr. [MD 1828 Z 2025.10.31](#). (Obținut)
2. **Munteanu, I.** *Dispozitiv sterilizator UVC*. Brevet de Invenție nr. [MD 1911 Y 2025.12.31](#). (Obținut)
3. **MUNTEANU, I.** *Sistem UV-C integrat pentru inactivarea patogenilor din aerul ventilat*. Cerere de brevet de invenție, nr. depozit: s 2025 0065 (**Depus la AGEPI**)

Participări la manifestări științifice internaționale

1. **MUNTEANU I., TURCAN M.** UV-C STERILIZING DEVICE 10562/2025.01.10. International Exhibition INVENTCOR, 6-th edition, 3-5- April 2025, Deva, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
2. **MUNTEANU I., TURCAN M., CIOBANU N., STARODUB E., ENAKI N.** New possibilities for pathogen inactivation using quasi periodic optical structures packed in the form of screw-shaped rotation channels upon propagation of UV-C radiation through them. International Exhibition INVENTCOR, 6-th edition, 3-5- April 2025, Deva, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
3. **MUNTEANU I., TURCAN M., TONU V., STARODUB E., ENAKI N.** Noi posibilități de inactivare a agentilor patogeni folosind structuri optice cvasiperiodice ambalate sub forma de canale de rotație în formă de șurub la propagarea radiațiilor UV-C prin ele. Salonul de Inventică al Cercetării Științifice , Inovării și Inventicii, ediția XXII, 15-17 octombrie, Cluj-Napoca, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
4. **MUNTEANU I., TURCAN M.** Dispozitiv Sterilizator UV-C. Salonul de Inventică al Cercetării Științifice , Inovării și Inventicii, ediția XXII, 15-17 octombrie, Cluj-Napoca, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
5. **MUNTEANU I., CIOBANU N., GUBCEAC.** *Sistem Inovativ puremed UV-Smart de sterilizare continua a aerului și decontaminare simultană a obiectelor cu suprafețe neregulare.* Salonul internațional al cercetării științifice, inovării și inventicii Proinvent, Editia XXII, 15-17 Octombrie 2025, Cluj-Napoca, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
6. **TURCAN M., BAZGAN S., PASLARI T., STARODUB E., TONU V., MUNTEANU I., ENAKI N.** Radiația pulsată UV-C ca abordare inovatoare a inactivării microbiene. Salonul de Inventică al Cercetării Științifice , Inovării și Inventicii, ediția XXII, 15-17 octombrie, Cluj-Napoca, Romania. (Medalie de aur/Diploma de Excelență). **Poster.**
7. **MUNTEANU I., TURCAN M., CIOBANU N., STARODUB E., ENAKI N.** New possibilities for pathogen inactivation using quasi periodic optical structures packed in the form of screw-shaped rotation channels upon propagation of UV-C radiation through them. XXIX-th INTERNATIONAL EXHIBITION OF INVENTICS. 25-27 JUNE, 2025, Iași, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
8. **MUNTEANU I., TURCAN M.** Dispozitiv Sterilizator UV-C, Salonul de INVENȚII și INOVAȚII „Traian Vuia”, Timișoara, Romania., 3-4 Octombrie 2025. (Medalie de aur). **Poster.**
9. **Ion MUNTEANU.** Innovative approach to pathogen inactivation and implant surface protection via uv-c radiation and periodic optical structures. Festival of Innovation and Technological Transfer "FITT-Muntenia 2025", 17th – 20th November 2025, Târgoviște (Romania). (Medalie de aur). **Poster.**
10. **Ion MUNTEANU, Marina TURCAN.** UV-C Sterilizing Device. Festival of Innovation and Technological Transfer "FITT-Muntenia 2025", 17th – 20th November 2025, Târgoviște (Romania). (Medalie de aur). **Poster.**
11. **Ion MUNTEANU, Marina TURCAN.** UV-C Sterilizing Device. Salonul Internațional de Inovație și Invenție - ediția a II-a, EURO POLITEHNICUS 2025, 21-23 noiembrie, Universitatea Tehnică din București, România. (Medalie de aur). **Poster.**
12. **Natalia GUBCIAC, Ion MUNTEANU.** Innovative PureMed UV-Smart system for continuous air sterilization and simultaneous decontamination of objects with irregular surfaces. Salonul Internațional de Inovație și Invenție - ediția a II-a, EURO

POLITEHNICUS 2025, 21-23 noiembrie Universitatea Tehnică din București, România. (Medalie de aur). **Poster.**

Participări la manifestări științifice naționale cu participare internațională

1. **MUNTEANU I., TURCAN M., CIOBANU N., STARODUB E., ENAKI N.** New possibilities for pathogen inactivation using quasi periodic optical structures packed in the form of screw-shaped rotation chanel upon propagation of UV-C radiation through them. International Salon of Invention and Innovative Entrepreneurship. 6-7 June, 2025, Chisinau , Moldova. (Medalie de aur). **Poster.**
2. **MUNTEANU I., TURCAN M.** Dispozitiv Sterilizator UV-C. International Salon of Invention and Innovative Entrepreneurship. 6-7 June, 2025, Chisinau , Moldova. (Medalie de argint). **Poster.**
3. **MUNTEANU I., CIOBANU N., GUBCEAC N.** Sistem Inovativ puremed UV-Smart de sterilizare continua a aerului și decontaminare simultană a obiectelor cu suprafețe neregulate. Expoziția Internațională de Inovație și Transfer Tehnologic Excellent IDEA, 11-12 Septembrie 2025. Chișinău, R. Moldova. (Medalie de aur). **Poster.**

Participări la manifestări științifice naționale

1. Diana PODOLEANU, **Ion MUNTEANU**, Elena STARODUB, Gheorghe CHIRMAN **Nicolae ENAKI**, *Generation of photonic molecular complexes under the action of ultraviolet light in the dna/rna inactivation process.* În: XII International Congress of Genetics and Breeders of the Republic of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova, September 17th to 18th, 2025. **Prezentare orală.**
2. **MUNTEANU, Ion.** *Inactivarea patogenilor prin absorbție de radiație UV-C pulsată în decontaminare avansată.* În: Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu (TehFizUVS), 14 noiembrie 2025, Chisinau, Moldova. **Prezentare orală.**

Altele:

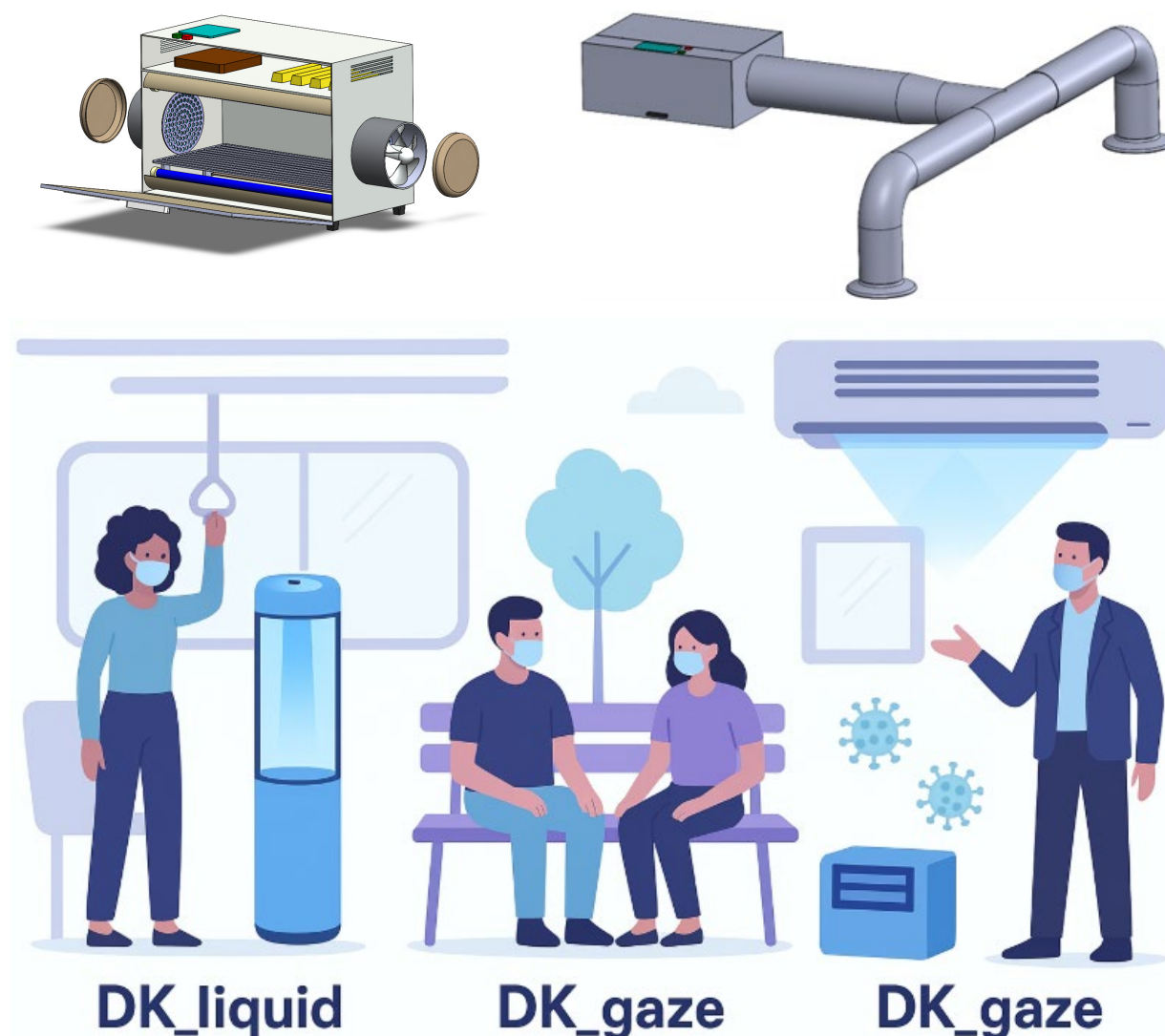
1. **MUNTEANU I., ENACHI N.** *DISPOZITIV PENTRU DECONTAMINAREA LICHIDELOR.* Salonul tehnologiilor și produselor inovative ale USM, Ediția III – Industrie și protecția mediului, 14 martie 2025, USM. **Prezentare orală.**
2. **MUNTEANU I., ȚURCAN M.** *DISPOZITIV STERILIZATOR UV-C.* Salonul tehnologiilor și produselor inovative ale USM, Ediția III – Industrie și protecția mediului, 14 martie 2025, USM. **Prezentare orală.**
3. Participare în cadrul expoziției dedicate Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare. USM. Chisinau, Moldova. 7 Noiembrie 2025. **Expunere echipament.**
4. Gala Performanțelor în Cercetare 2025: USM – lider național în cercetare și inovare, recunoscută prin distincții internaționale. Chisinau, Moldova. 7 Noiembrie 2025.

7. Expunere echipament. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului (obligatoriu)

Rezultatele cercetărilor teoretice și aplicative obținute în cadrul proiectului au un impact științific semnificativ, demonstrat prin diseminarea lor în publicații de prestigiu internațional și prin protecția proprietății intelectuale. Acestea includ articole în reviste indexate Web of Science

și Scopus, precum unul în Photochemical & Photobiological Sciences (cu factor de impact aproximativ 3.3), capitole în cărți open access (ex: IntechOpen) și proceedings de conferințe internaționale (ex: ICNBE 2025, EHB 2025). Aceste publicații contribuie la avansarea cunoștințelor în domenii precum fotochemia, nanotehnologiile și ingineria biomedicală, oferind noi perspective asupra inactivării patogenilor prin radiație UVC pulsată și procese Raman coerente. În plus, rezultatele stau la baza elaborării unor cursuri noi sau actualizate pentru studenți la licență și masterat în Fizică și Inginerie, promovând transferul de cunoștințe către generațiile viitoare de specialiști.

Pe plan social, inovațiile propuse – dispozitivele DK_liquid și DK_gaze pentru decontaminarea fluidelor, inclusiv cele opace în spectrul UVC – au potențial major în îmbunătățirea sănătății publice. Ele pot fi integrate în spații colective, zone de agrement, sisteme de ventilație sau transport public, reducând riscul de transmitere a patogenilor (virusi, bacterii). În situații excepționale, precum pandemii sau hazarde biologice, configurările paralele permit tratarea unor volume mari de aer sau lichide, contribuind la protecția comunităților și la prevenirea răspândirii infecțiilor.



Din perspectivă economică, rezultatele sunt protejate prin brevete de invenție (unul obținut și două cereri depuse la AGEPI), ceea ce facilitează transferul tehnologic către industrie. Implementarea dispozitivelor de sterilizare UVC în domenii precum sănătatea publică, transportul sau sistemele de ventilație poate genera economii prin reducerea costurilor asociate infecțiilor nosocomiale sau epidemiilor, precum și prin crearea de noi produse comercializabile, stimulând inovarea și potențialul antreprenorial în sectorul tehnologiilor de decontaminare.



8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)

1. Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”
2. Universitatea Tehnică a Moldovei
3. Academia de Studii Economice din Moldova

9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)

1. Institutul Național pentru Fizica Laserilor, Plasmei și Radiației, Măgurele, România.
2. Universitatea Politehnica Timișoara, România
3. Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu
4. CORNELIUGROUP Research-Innovation Association. Deva, România.

Pentru a contracara rezistența bacteriană și fungică și pentru a folosi noi modalități de combatere a noilor agenți patogeni (virusi, bacterii, ciuperci) propunem metode și echipamente de tratament și decontaminare a fluidelor (apei și aerului). În apelul publicat recent pentru proiecte în cadrul

BIODIVERSA+ 2025 <https://www.biodiversa.eu/about-us/#>" am aplicat impreuna cu urmatoarele echipe un proiect :

- Prof. Dr. Ashok Vaseashta de la Institutul Internațional de Apă Curată, RTU, S.U.A.;
- Ion Mihăilescu, Laboratorul Laser-Suprafață-Plasma Interacțiuni, Departamentul Lasere, Institutul Național pentru Fizica Laserelor, Plasmei și Radiațiilor,
- Profesor dr. la Universitatea din Istanbul-Cerrahpaşa, Turcia

10. Dificultățile în realizarea proiectului de natură financiară, organizatorică, legate de resursele umane etc. (obligatoriu).

Principalele dificultăți au fost legate de raportările contabile.

11. Recomandări, propuneri (opțional).

Ar fi extrem de util ca în cadrul institutului să existe un specialist contabil permanent, care să faciliteze gestionarea aspectelor financiare: corespondența pe conturi contabile, justificarea și decontarea cheltuielilor de deplasare (inclusiv avansurile), plata taxelor pentru publicarea articolelor științifice și multe alte operațiuni similare.

Conducătorul de proiect

N. Enachi

Data: 30/01/2026

LȘ



**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul 2025 în cadrul proiectului**

Creșterea ratei de decontaminare a fluidului infectat prin canale de rotație sub dispersia radiației
ultraviolete C prin metamateriale compozite

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

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

1. **MUNTEANU Ion** “Acțiunea cooperativă cuantică a impulsurilor scurte de radiație cu biomoleculele la propagarea lor prin metamateriale cu aplicarea ei în diagnostică, tratament și inactivarea patogenilor” Teză de doctor în științe fizice. 131.01 - Fizică matematică. 22 Octombrie 2025. <https://msuir.usm.md/items/1bdfa140-a9f3-45f9-9810-4255eb230e83/full>

2. Capitle în monografii naționale/internaționale

1. **PODOLEANU Diana, MUNTEANU Ion, STARODUB, Elena, ENAKI Nicolae.** Cooperative generation of biomolecular complexes under UVC radiation, application in decontamination and diagnostics. În: IFMBE Proceedings, Vol. 134, Springer, Cham, 2025. 7th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. October 7–10.10 2025, Chisinau, Moldova, p. 247-265. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-032-06494-3_26 (Web of Science).
2. **ENAKI Nicolae, PODOLEANU Diana, MUNTEANU Ion, CHIRMAN, Gheorghe, STARODUB Elena, PASLARI Tatiana.** Chapter în IntehOpedn "Multiple Raman Coherent Process in Generation of Biomolecular Complexes", submitted to Open Access book "Raman Spectroscopy - Advances and Research Frontiers". Published: 20 November 2025, DOI: [10.5772/intechopen.1012600](https://doi.org/10.5772/intechopen.1012600)
3. **ENAKI Nicolae, PODOLEANU Diana, MUNTEANU Ion, COSTISEN I., STARODUB E., PASLARI T.** Chapter „Generation of Photonic “Molecules” Under the Action of Ultraviolet Light in the DNA/RNA Dimerization Process” în the Book Title Selected Papers from AToMS 2024, Springer Septembrie 2025, DOI 10.1007/978-3-032-02452-7_12

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. **MUNTEANU, I., ENACHI, N. & CIOBANU, N.** Aspects of pathogen inactivation via absorption of short-pulse UV-C irradiation for advanced decontamination strategies. În *Photochem Photobiol Sci* (2025). <https://link.springer.com/article/10.1007/s43630-025-00794-9> (Web of Science). IF 3.2
2. **ENACHI, N.** "Cooperative Properties of Multiple Scattering Lasing and Their Application in Processing of Information," 2024 Advanced Topics on Measurement and Simulation (ATOMS) pp. 159-162, Published March 2025. Doi: [10.1109/ATOMS60779.2024.10921584](https://doi.org/10.1109/ATOMS60779.2024.10921584) (SCOPUS)
3. **Marina TURCAN, Serghei BIZGAN, Tatiana PISLARI, Elena STARODUB, Viorica TONU, Ion MUNTEANU and Nicolae ENACHI.** *UVC-R Pulsed Radiation as an Innovative Approach to Microbial Inactivation.* În: E-HEALTH AND BIOENGINEERING CONFERENCE - EHB 2025, 13-th edition, Iași, Romania, November 13-14, 2025 (Web of Science, accepted).
4. **PODOLEANU, D.; MUNTEANU, I.; STARODUB, E.; ENAKI, N.** Cooperative generation of biomolecular complexes under UVC radiation, application in decontamination and diagnostics. În: IFMBE Proceedings, Vol. 134, Springer, Cham, 2025. 7th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. October 7–10.10 2025, Chisinau, Moldova, p. 247—265 . https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-032-06494-3_26 (Scopus)
5. **MUNTEANU, I., STARODUB, E., BAZGAN, S., TURCAN, M., PASLARI, T., PODOLEANU, D., ENAKI, N.A.** Ultraviolet C intensity dependence of decontamination efficiency for pathogens as function of repacked metamaterials with screw channels. În: *Eur Biophys J.* 2024, 53(3), 133—145. Doi: [10.1007/s00249-024-01702-2](https://doi.org/10.1007/s00249-024-01702-2) (IF: 2,2).
6. **Enaki, N.A.** Two types of cooperation between the photons in multiple scattering lasing and their possible application. *Phys Open.* 2024, **21**, 100231-1—100231-26. Doi: [10.1016/j.physo.2024.100231](https://doi.org/10.1016/j.physo.2024.100231).
7. **Enaki, N.A.** Cooperative properties of multiple quantum scattering: II. Coherentlasing. *Phys Scripta.* 2024, **99(4)**, 045101. Doi: [1088/1402-4896/ad2ac0](https://doi.org/10.1088/1402-4896/ad2ac0) (IF: 2,9).
8. **Enaki, N.A.** Cooperative properties of multiple quantum scattering: I quantum nutation. *Phys Scripta.* 2024, **99(4)**, 045102. Doi: [10.1088/1402-4896/ad29cb](https://doi.org/10.1088/1402-4896/ad29cb) (IF: 2,9).

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

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

1. **MUNTEANU, I.** Mecanism de inactivare a agenților patogeni cu aplicare în implantologie. În: *Studia Universitatis Moldaviae, Revista științifică a Universității de Stat din Moldova*, 2024, nr. 1(171), 109-115. CZU: 535.37:616.314-089. (Categorია B) Doi: [org/10.59295/sum1\(171\)2024_13](https://doi.org/10.59295/sum1(171)2024_13). Link: <https://natural.studiamsu.md/nr-1-171/>

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

1. **PODOLEANU Diana, MUNTEANU Ion, STARODUB Elena, CHIRMAN, Gheorghe, ENAKI Nicolae.** Generation of photonic molecular complexes under the action of ultraviolet light in the DNA/RNA inactivation process. In: International Congress of Geneticists and Breeders of the Republic of Moldova, Ed. 12, 17-18 septembrie 2025, Chișinău. Editura USM, 2025, Ediția 12, pp. 84-94. ISBN 978-9975-62-897-6. DOI: <https://doi.org/10.53040/cga12.11>
2. **MUNTEANU, I.** Procedura de inactivare a patogenilor pentru dezinfecția și protecția suprafeței implantului. Conferința științifico-practică internațională „Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă”, Ediția a XI-a, 16-17 martie, 2024, Volumul I, Chișinău, Moldova, p. 240—245, CZU: 535:61, Doi: 10.46727/c.v1.16-17-05-2024. Link: https://drive.google.com/file/d/1FVF3LpuwKz6tShC1IUqyBNLFC_KuNZE8/view
3. **MUNTEANU, Ion, CIOBANU, Nellu.** New methods of pathogen inactivation using uv-c radiation. Conferința Națională cu Participare Internațională: ȘTIINȚELE ale NATURII ÎN DIALOGUL GENERAȚIILOR, editia VII, 12-13 septembrie 2024, Chișinău, Republica Moldova.
4. **MUNTEANU, I.** Procedeu de inactivare a agenților patogeni sub acțiunea UVC cu aplicare în implantologie. Conferința științifico-practică „TEHNOLOGII FIZICE AVANSATE CU APLICAREA UVS ÎN MONITORIZAREA ȘI MODELAREA FACTORILOR DE MEDIU”, Ediția a V – a, 8 Noiembrie 2024, Chișinău, [Editura USM], p. 55-62, CZU: 535.37:615.371:616.314-77

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)

5. **PODOLEANU Diana, MUNTEANU Ion, STARODUB Elena, CHIRMAN, Gheorghe, ENAKI Nicolae.** Generation of photonic molecular complexes under the action of ultraviolet light in the DNA/RNA inactivation process. In: International Congress of Geneticists and Breeders of the Republic of Moldova, Ed. 12, 17-18 septembrie 2025, Chișinău. Chișinău: Editura USM, 2025, Ediția 12, pp. 84-94. ISBN 978-9975-62-897-6.. DOI: <https://doi.org/10.53040/cga12>

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

1. **MUNTEANU, Ion.** Inactivarea patogenilor prin absorbție de radiație UV-C pulsată în decontaminare avansată. În: Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu (TehFizUVS), 14 noiembrie 2025, Chisinau, Moldova. https://ephysimlab.usm.md/wp-content/uploads/Programa-conferintei_14-noiembrie_fin.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAYnJpZBExNkJ4NUJWEdhEaGVz

[RDFrbXNydgMGYXBwX2lkEDlYmJAzOTE3ODgyMDA4OTIAAR5CWeB3u3z2nmFjfeU91HpWe_CNUW7VVNIRextC8EDXyrajKIRge9hlMuF9JA_aem_u1NaobN4bPmQLWiXnwaqUg](https://www.researchgate.net/publication/358123456)

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

Notă: vor fi considerate teze și nu articole materialele care au un volum de până la 0,25 c.a.

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

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

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

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

4. **MUNTEANU, I.** *Dispozitiv sterilizator UVC*. Brevet de Invenție nr. [MD 1828 Z 2025.10.31](#). (Obținut)

5. **Munteanu, I.** *Dispozitiv sterilizator UVC*. Brevet de Invenție nr. [MD 1911 Y 2025.12.31](#). (Obținut)

6. **MUNTEANU, I.** *Sistem UV-C integrat pentru inactivarea patogenilor din aerul ventilat*. Cerere de brevet de invenție, nr. depozit: s 2025 0065 (**Depus la AGEPI**)

Participări la manifestări științifice internaționale

1. **MUNTEANU I., TURCAN M.** UV-C STERILIZING DEVICE 10562/2025.01.10. International Exhibition INVENTCOR, 6-th edition, 3-5- April 2025, Deva, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
2. **MUNTEANU I., TURCAN M., CIOBANU N., STARODUB E., ENAKI N.** New possibilities for pathogen inactivation using quasi periodic optical structures packed in the form of screw-shaped rotation channels upon propagation of UV-C radiation through them. International Exhibition INVENTCOR, 6-th edition, 3-5- April 2025, Deva, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
3. **MUNTEANU I., TURCAN M., TONU V., STARODUB E., ENAKI N.** Noi posibilități de inactivare a agentilor patogeni folosind structuri optice evasiperiodice ambalate sub forma de canale de rotație în formă de șurub la propagarea radiațiilor UV-C prin ele. Salonul de Inventică al Cercetării Științifice , Inovării și Inventicii, ediția XXII, 15-17

- octombrie, Cluj-Napoca, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
4. **MUNTEANU I., TURCAN M.** Dispozitiv Sterilizator UV-C. Salonul de Inventică al Cercetării Științifice , Inovării și Inventicii, ediția XXII, 15-17 octombrie, Cluj-Napoca, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
 5. **MUNTEANU I., CIOBANU N., GUBCEAC.** *Sistem Inovativ puremed UV-Smart de sterilizare continua a aerului și decontaminare simultană a obiectelor cu suprafețe neregulate.* Salonul internațional al cercetării științifice, inovării și inventicii Proinvent, Editia XXII, 15-17 Octombrie 2025, Cluj-Napoca, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
 6. **TURCAN M., BAZGAN S., PASLARI T., STARODUB E., TONU V., MUNTEANU I., ENAKI N.** Radiația pulsată UV-C ca abordare inovatoare a inactivării microbiene. Salonul de Inventică al Cercetării Științifice , Inovării și Inventicii, ediția XXII, 15-17 octombrie, Cluj-Napoca, Romania. (Medalie de aur/Diploma de Excelență). **Poster.**
 7. **MUNTEANU I., TURCAN M., CIOBANU N., STARODUB E., ENAKI N.** New possibilities for pathogen inactivation using quasi periodic optical structures packed in the form of screw-shaped rotation channels upon propagation of UV-C radiation through them. XXIX-th INTERNATIONAL EXHIBITION OF INVENTICS. 25-27 JUNE, 2025, Iași, Romania. (Medalie de aur). **Poster.**
 8. **MUNTEANU I., TURCAN M.** Dispozitiv Sterilizator UV-C, Salonul de INVENȚII și INOVAȚII „Traian Vuia”, Timișoara, Romania., 3-4 Octombrie 2025. (Medalie de aur). **Poster.**
 9. **Ion MUNTEANU.** Innovative approach to pathogen inactivation and implant surface protection via uv-c radiation and periodic optical structures. Festival of Innovation and Technological Transfer "FITT-Muntenia 2025", 17th – 20th November 2025, Târgoviște (Romania). (Medalie de aur). **Poster.**
 10. **Ion MUNTEANU, Marina TURCAN.** UV-C Sterilizing Device. Festival of Innovation and Technological Transfer "FITT-Muntenia 2025", 17th – 20th November 2025, Târgoviște (Romania). (Medalie de aur). **Poster.**
 11. **Ion MUNTEANU, Marina TURCAN.** UV-C Sterilizing Device. Salonul Internațional de Inovație și Invenție - ediția a II-a, EURO POLITEHNICUS 2025, 21-23 noiembrie, Universitatea Tehnică din București, România. (Medalie de aur). **Poster.**
 12. Natalia GUBCIAC, **Ion MUNTEANU.** Innovative PureMed UV-Smart system for continuous air sterilization and simultaneous decontamination of objects with irregular surfaces. Salonul Internațional de Inovație și Invenție - ediția a II-a, EURO POLITEHNICUS 2025, 21-23 noiembrie Universitatea Tehnică din București, România. (Medalie de aur). **Poster.**
 13. **MUNTEANU, I., ENACHI, N.** Device for decontamination liquid. International Exhibition INVENTCOR – 5th edition, 04-06 April 2024, Deva, Romania. **(Poster)**
 14. **MUNTEANU, I., TURCAN, M., STARODUB, E., PODOLEANU, D., BAZGAN, S., PASLARI, T., COSTISIN, I., ENACHI, N.** Disinfection and protection procedure of the implant surface using ultraviolet c radiation through periodic optical structure. International Exhibition INVENTCOR – 5th edition, 04-06 April 2024, Deva, Romania. **(Poster)**
 15. **MUNTEANU, I., ENACHI, N.** Device for decontamination liquid. Salonul Internațional de Invenții și Inovații „Traian VUIA”, 13-15 iunie 2024, Timișoara. **(Poster)**
 16. **MUNTEANU, I., ENACHI, N.** Device for decontamination liquid. Expoziția Europeană a Creativității și Inovării EUROINVENT, 6-8 iunie 2024, Iași. **(Poster)**

Participări la manifestări științifice naționale cu participare internațională

4. **MUNTEANU I., TURCAN M., CIOBANU N., STARODUB E., ENAKI N.** New possibilities for pathogen inactivation using quasi periodic optical structures packed in the form of screw-shaped rotation channels upon propagation of UV-C radiation through them. International Salon of Invention and Innovative Entrepreneurship. 6-7 June, 2025, Chisinau, Moldova. (Medalie de aur). **Poster.**
5. **MUNTEANU I., TURCAN M.** Dispozitiv Sterilizator UV-C. International Salon of Invention and Innovative Entrepreneurship. 6-7 June, 2025, Chisinau, Moldova. (Medalie de argint). **Poster.**
6. **MUNTEANU I., CIOBANU N., GUBCEAC N.** Sistem Inovativ puremed UV-Smart de sterilizare continua a aerului și decontaminare simultană a obiectelor cu suprafețe neregulate. Expoziția Internațională de Inovație și Transfer Tehnologic Excellent IDEA, 11-12 Septembrie 2025. Chișinău, R. Moldova. (Medalie de aur). **Poster.**
7. **MUNTEANU, I., ENACHI, N.** Device for decontamination liquid. Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT 2023 Ediția a XVIII-a, 22-24 noiembrie, format online. (**Poster + Comunicare**)
8. **PODOLEANU, D., COSTISEN, I., MUNTEANU, I., STARODUB, E., ENACHI, N.** „The Generation of Photonic "Molecules" Under the Action of Ultraviolet Light in the DNA/RNA Dimerization Process” IEEE Conference Advanced Topics on Measurement and Simulation (ATOMS), Constanta. Romania. <http://atoms2024.org/program.html> (**Poster**)
9. **MUNTEANU, Ion, CIOBANU, Nelu.** New methods of pathogen inactivation using uv-c radiation. Conferința Națională cu Participare Internațională: ȘTIINȚELE ale NATURII ÎN DIALOGUL GENERAȚILOR, editia VII, 12-13 septembrie 2024, Chișinău, Republica Moldova. (**Poster + Comunicare**)
10. **MUNTEANU, I.** Procedura de inactivare a patogenilor pentru dezinfecția și protecția suprafeței implantului. Conferința științifico-practică internațională „Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă”, Ediția a XI-a, 16-17 martie, 2024, Volumul I, Chișinău, Moldova, p. 240—245, CZU: 535:61, Doi: 10.46727/c.v1.16-17-05-2024. Link: https://drive.google.com/file/d/1FVF3LpuwKz6tShC1IUqyBNLFC_KuNZE8/view (**Poster + Comunicare**)

Participări la manifestări științifice naționale

1. **Diana PODOLEANU, Ion MUNTEANU, Elena STARODUB, Gheorghe CHIRMAN Nicolae ENAKI,** Generation of photonic molecular complexes under the action of ultraviolet light in the dna/rna inactivation process. În: XII International Congress of Genetics and Breeders of the Republic of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova, September 17th to 18th, 2025. **Prezentare orală.**
2. **MUNTEANU, Ion.** Inactivarea patogenilor prin absorbție de radiație UV-C pulsată în decontaminare avansată. În: Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea

și modelarea factorilor de mediu (TehFizUVS), 14 noiembrie 2025, Chisinau, Moldova. **Prezentare orală.**

3. Eveniment consacrat Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare 2023/2024 desfășurat la USM (**Poster**) <https://asm.md/lista-participantilor-la-festivalul-cercetarii-si-inovarii>. <https://cercetare.usm.md/?p=4744>
4. Eveniment consacrat Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare 2023 desfășurat la ASM (**Poster + Comunicare**) <http://asm.md/academia-de-stiinte-moldovei-invita-la-10-noiembrie-la-gala-laureatilor-premiilor-asm-si-festivalul>
5. Ziua Științei în Republica Moldova 2023, organizată de Ministerul Educației și Științei cu sprijinul UE <https://cercetare.usm.md/?p=5231>

Altele

1. MUNTEANU I., ENACHI N. *DISPOZITIV PENTRU DECONTAMINAREA LICHIDELOR*. Salonul tehnologiilor și produselor inovative ale USM, Ediția III – Industrie și protecția mediului, 14 martie 2025, USM. **Prezentare orală.**
 2. MUNTEANU I., ȚURCAN M. *DISPOZITIV STERILIZATOR UV-C*. Salonul tehnologiilor și produselor inovative ale USM, Ediția III – Industrie și protecția mediului, 14 martie 2025, USM. **Prezentare orală.**
 3. Participare în cadrul expoziției dedicate Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare. USM. Chisinau, Moldova. 7 Noiembrie 2025. **Expunere echipament.**
- Gala Performanțelor în Cercetare 2025: USM – lider național în cercetare și inovare, recunoscută prin distincții internaționale. Chisinau, Moldova. 7 Noiembrie 2025. **Expunere echipament.**

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

11. Recomandări, propuneri.

Ar fi extrem de util ca în cadrul institutului să existe un specialist contabil permanent, care să faciliteze gestionarea aspectelor financiare: corespondența pe conturi contabile, justificarea și decontarea cheltuielilor de deplasare (inclusiv avansurile), plata taxelor pentru publicarea articolelor științifice și multe alte operațiuni similare.

12. Rezumat în limba română pentru anul 2025

Acest proiect explorează o interconexiune avansată între procesele cuantice ale împrăstierii Raman multiple, generarea stărilor coerente bimodale și aplicarea lor în tehnologii de decontaminare cu radiații ultraviolete C (UVC). Sunt propuse două tipuri de efecte cooperative fundamentale între fotonii generați în etapele succesive ale laserizării Raman. Primul tip de cooperare apare între fotonii unei singure trepte Raman, conducând la amplificarea coerenței interne a modului optică. Al doilea tip de cooperare implică interacțiunea fotonilor proveniți din trepte diferite ale conversiei Raman multiple, ceea ce conduce la o nouă clasă de stări cuantice coerente. Acestea sunt descrise prin introducerea unui sistem bimodal lanțat, în care operatorii de creare și anihilare ai cvasiparticulelor sunt definiți într-un spațiu Hilbert diferențiat prin frecvențele asociate componentelor anti-Stokes. Acest cadru permite definirea amplitudinilor cuantice și a fazelor pentru stări coerente înlănțuite, relevante pentru procese optice de ordin superior. Fenomenele de cooperare optică, analog împrăstierii Raman în cavități sau fibră, capătă semnificație în interacțiunea câmpului bimodal cu ansambluri atomice pregătite coerent. Introducerea cvasiparticulelor Raman cu rate fluctuante de generare permite descrierea neliniară și nestaționară a excitației multiphotonice, conducând la un tablou complet al dinamicii cuantice a câmpurilor Raman multiple.

Pe baza acestor principii, este formulat un model semi-clasic în care câmpul UVC este tratat clasic, iar biomoleculele (ADN/ARN) sunt descrise cu formalism cuantic. Modelul propune existența unei „molecule fotonice” – un dublu compus între starea normală și cea de dimer a ADN-ului – generată sub acțiunea câmpului Raman bimodal. Acest compus cuantic metastabil persistă o perioadă după încetarea excitației, conducând la dimerizarea finală printr-un mecanism dependent neliniar de intensitatea radiației. Rezultatele experimentale privind inactivarea agenților patogeni sub UVC pulsate în nanosecunde confirmă existența a două regimuri distincte de decontaminare, corelate cu predicțiile teoriei dimerizării Raman multiple.

Aplicarea acestor concepte cuantice a fost demonstrată într-un studiu privind decontaminarea fluidelor contaminate cu *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* și *Candida albicans*. Metamaterialele analizate – structuri cvasi-periodice din fibre groase combinate cu micro-fibre sau din bile milimetrice reambalate cu particule submilimetrice – cresc suprafața de contact cu microorganismele și intensifică interacția cu radiația UVC. Rezultatele au arătat că eficiența decontaminării depinde puternic de arhitectura metamaterialului, evidențiind rolul suprafeței active în procesele fotonice.

Tehnologic și social, aceste principii au fost integrate în dispozitive de purificare a aerului și fluidelor, care folosesc câmpuri UVC cu proprietăți cooperative pentru a inactiva patogenii aspirați prin tubulaturi și a elibera aer decontaminat în încăperi. Astfel de sisteme pot fi utilizate în spații publice, transport, zone recreative sau HVAC, contribuind semnificativ la reducerea transmiterii patogenilor, mai ales în situații precum pandemii sau incidente biologice.

Rezumat în limba engleză pentru anul 2025

This project explores an advanced interconnection between the quantum processes of multiple Raman scattering, the generation of bimodal coherent states, and their application in ultraviolet-C (UVC) radiation-based decontamination technologies. Two fundamental types of cooperative effects between photons generated in successive stages of Raman lasing are proposed. The first type of cooperation occurs among photons within a single Raman stage, leading to an amplification of the internal coherence of the optical mode. The second type involves interactions between photons originating from different stages of multiple Raman conversion, giving rise to a new class of coherent quantum states. These states are described by introducing a chained bimodal system, in which the creation and annihilation operators of quasiparticles are defined in a Hilbert space distinguished by the frequency differences associated with the anti-Stokes components.

This framework enables the definition of quantum amplitudes and phases for entangled coherent states relevant to higher-order optical processes. Cooperative optical phenomena, analogous to Raman scattering in cavity or fiber systems, become significant in the interaction between the bimodal field and coherently prepared atomic ensembles. The introduction of Raman quasiparticles with fluctuating generation rates allows for a nonlinear and nonstationary description of multiphoton excitation, leading to a comprehensive picture of the quantum dynamics of multiple Raman fields.

Based on these principles, a semiclassical model is formulated in which the UVC field is treated classically, while biomolecules (DNA/RNA) are described using quantum formalism. The model proposes the existence of a “photonic molecule”—a dual state composed of the normal biomolecular configuration and its dimer form—generated under the action of the bimodal Raman field. This metastable quantum composite persists for a finite time after the excitation ceases, ultimately leading to dimer formation through a radiation-intensity-dependent nonlinear mechanism. Experimental results on pathogen inactivation under nanosecond-pulsed UVC irradiation confirm the presence of two distinct decontamination regimes, consistent with predictions of the multiple Raman dimerization theory.

The practical application of these quantum concepts was demonstrated in a study on the decontamination of fluids contaminated with *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Candida albicans*. The metamaterials examined—quasi-periodic structures composed of thick fibers combined with microfibers or millimetric beads packed with sub-millimetric particles—enhance the contact surface with microorganisms and intensify their interaction with UVC radiation. Results showed that decontamination efficiency strongly depends on the metamaterial’s architecture, highlighting the importance of active surface area in photonic processes.

From a technological and societal perspective, these principles have been integrated into air- and fluid-purification devices that employ cooperative UVC fields to inactivate pathogens aspirated through tubing systems and subsequently release decontaminated air into occupied indoor spaces. Such systems can be implemented in public areas, transportation environments, recreational zones, or HVAC infrastructures, significantly contributing to pathogen-transmission reduction, especially in high-risk situations such as pandemics or biological incidents.

Conducătorul de proiect _____

Data: 30/01/2026

LȘ



Executarea devizului de cheltuieli,
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2025
Cifrul proiectului: 24.80012.5007.26SE

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Deplasări în interes de serviciu peste hotare	222720	16,05		16,05
Servicii de cercetări științifice	222930	180,3		180,3
Procurarea materialelor de uz gospodăresc și rechizitelor de birou	336110	1,35		1,35
Total		197,70		197,70

Conducătorul organizației _____

Contabil șef _____

Conducătorul de proiect _____



Componența echipei conform contractului de finanțare 2025

Cifrul proiectului 24.80012.5007.26SE

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru 2025						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă sau nr. de ore conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Enachi Nicolae	1958	dr. hab.	0,5	15/07/2024	31.12.2025
2.	Turcan Marina	1982	dr.	0,5	15/07/2024	31.12.2025
3.	Munteanu Ion	1982	c.ș.	0,5	15/07/2024	31.12.2025
4.						
5.						
6.						
7.						

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2025					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă sau nr. de ore conform contractului	Data angajării
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					

Conducătorul organizației _____

Contabil șef _____

Conducătorul de proiect _____



Data: 30/01/2026

Proiectul Creșterea ratei de decontaminare a fluidului infectat prin canale de rotație sub dispersia radiației ultraviolete C prin metamateriale compozite. **Cifra proiectului** 24.80012.5007.26SE

Acest proiect explorează o interconexiune avansată între procesele cuantice ale împrăstierii Raman multiple, generarea stărilor coerente bimodale și aplicarea lor în tehnologii de decontaminare cu radiații ultraviolete C (UVC). Sunt propuse două tipuri de efecte cooperative fundamentale între fotonii generați în etapele succesive ale laserizării Raman. Primul tip de cooperare apare între fotonii unei singure trepte Raman, conducând la amplificarea coerenței interne a modului optică. Al doilea tip de cooperare implică interacțiunea fotonilor proveniți din trepte diferite ale conversiei Raman multiple, ceea ce conduce la o nouă clasă de stări cuantice coerente. Acestea sunt descrise prin introducerea unui sistem bimodal lanțat, în care operatorii de creare și anihilare ai cvasiparticulelor sunt definiți într-un spațiu Hilbert diferențiat prin frecvențele asociate componentelor anti-Stokes. Acest cadru permite definirea amplitudinilor cuantice și a fazelor pentru stări coerente înlanțuite, relevante pentru procese optice de ordin superior. Fenomenele de cooperare optică, analog împrăstierii Raman în cavitate sau fibră, capătă semnificație în interacțiunea câmpului bimodal cu ansambluri atomice pregătite coerent. Introducerea cvasiparticulelor Raman cu rate fluctuante de generare permite descrierea neliniară și nestaționară a excitației multiphotonice, conducând la un tablou complet al dinamicii cuantice a câmpurilor Raman multiple.

Pe baza acestor principii, este formulat un model semi-clasic în care câmpul UVC este tratat clasic, iar biomoleculele (ADN/ARN) sunt descrise cu formalism cuantic. Modelul propune existența unei „molecule fotonice” – un dublu compus între starea normală și cea de dimer a ADN-ului – generată sub acțiunea câmpului Raman bimodal. Acest compus cuantic metastabil persistă o perioadă după încetarea excitației, conducând la dimerizarea finală printr-un mecanism dependent neliniar de intensitatea radiației. Rezultatele experimentale privind inactivarea agenților patogeni sub UVC pulsate în nanosecunde confirmă existența a două regimuri distincte de decontaminare, corelate cu predicțiile teoriei dimerizării Raman multiple.

Aplicarea acestor concepte cuantice a fost demonstrată într-un studiu privind decontaminarea fluidelor contaminate cu *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* și *Candida albicans*. Metamaterialele analizate – structuri cvasi-periodice din fibre groase combinate cu micro-fibre sau din bile milimetrice reambalate cu particule submilimetrice – cresc suprafața de contact cu microorganismele și intensifică interacția cu radiația UVC. Rezultatele au arătat că eficiența decontaminării depinde puternic de arhitectura metamaterialului, evidențiind rolul suprafeței active în procesele fotonice.

Tehnologic și social, aceste principii au fost integrate în dispozitive de purificare a aerului și fluidelor, care folosesc câmpuri UVC cu proprietăți cooperative pentru a inactiva patogenii aspirați prin tubulaturi și a elibera aer decontaminat în încăperi. Astfel de sisteme pot fi utilizate în spații publice, transport, zone recreative sau HVAC, contribuind semnificativ la reducerea transmiterii patogenilor, mai ales în situații precum pandemii sau incidente biologice.

Conducătorul de proiect N. Enaki

Data: 30/01/2026

LȘ



Proiectul Creșterea ratei de decontaminare a fluidului infectat prin canale de rotație sub dispersia radiației ultraviolete C prin metamateriale compozite. **Cifrul proiectului** 24.80012.5007.26SE

The first type of cooperation occurs among photons within a single Raman stage, leading to an amplification of the internal coherence of the optical mode. The second type involves interactions between photons originating from different stages of multiple Raman conversion, giving rise to a new class of coherent quantum states. These states are described by introducing a chained bimodal system, in which the creation and annihilation operators of quasiparticles are defined in a Hilbert space distinguished by the frequency differences associated with the anti-Stokes components.

This framework enables the definition of quantum amplitudes and phases for entangled coherent states relevant to higher-order optical processes. Cooperative optical phenomena, analogous to Raman scattering in cavity or fiber systems, become significant in the interaction between the bimodal field and coherently prepared atomic ensembles. The introduction of Raman quasiparticles with fluctuating generation rates allows for a nonlinear and nonstationary description of multiphoton excitation, leading to a comprehensive picture of the quantum dynamics of multiple Raman fields.

Based on these principles, a semiclassical model is formulated in which the UVC field is treated classically, while biomolecules (DNA/RNA) are described using quantum formalism. The model proposes the existence of a “photonic molecule”—a dual state composed of the normal biomolecular configuration and its dimer form—generated under the action of the bimodal Raman field. This metastable quantum composite persists for a finite time after the excitation ceases, ultimately leading to dimer formation through a radiation-intensity-dependent nonlinear mechanism. Experimental results on pathogen inactivation under nanosecond-pulsed UVC irradiation confirm the presence of two distinct decontamination regimes, consistent with predictions of the multiple Raman dimerization theory.

The practical application of these quantum concepts was demonstrated in a study on the decontamination of fluids contaminated with *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Candida albicans*. The metamaterials examined—quasi-periodic structures composed of thick fibers combined with microfibers or millimetric beads packed with sub-millimetric particles—enhance the contact surface with microorganisms and intensify their interaction with UVC radiation. Results showed that decontamination efficiency strongly depends on the metamaterial’s architecture, highlighting the importance of active surface area in photonic processes.

From a technological and societal perspective, these principles have been integrated into air- and fluid-purification devices that employ cooperative UVC fields to inactivate pathogens aspirated through tubing systems and subsequently release decontaminated air into occupied indoor spaces. Such systems can be implemented in public areas, transportation environments, recreational zones, or HVAC infrastructures, significantly contributing to pathogen-transmission reduction, especially in high-risk situations such as pandemics or biological incidents.

Conducătorul de proiect N. Enaki

Data: 30/01/2026

LȘ

