

## REZUMAT

Proiectul ANCD 20.80009.5007.01: Cooperativitate cuantică între emițători (nuclee, atomi, puncte cuantice, molecule, biomolecule, meta materiale) și aplicarea acestora în informatică, bio-fotonică avansată optogenetică

Conducătorul proiectului: dr.hab. Enachi Nicolae.

La această etapă a proiectului, propunem combinarea accelerării agenților patogeni între elementele meta materialului împreună cu procedura de reambalare a meta materialelor propuse anterior, care poate îmbunătăți rata de decontaminare folosind sursele tradiționale de radiație ultravioletă C (200-280 nm). Prima metodă este legată de accelerarea agenților patogeni (virusuri și bacterii) diluați în fluid între elementele transparente în radiația UVC care au indicele de refracție relativ mai mare decât în fluide (apă, sânge, aer etc.). Al doilea efect este continuarea reambalării dintre meta materialele propuse au constat din sfere mari (sau fibre groase) cu altele mai mici (fibre subțiri) pentru a îmbunătăți suprafața de contact dintre radiația UVC și fluid. O nouă metodă de reambalare a meta materialelor optice formate din fibre sau elemente sferice de diferite diametre este propusă pentru decontaminarea cu ultraviolete C (UVC) a lichidelor infectate care curg între aceste elemente. Se propune metoda de reambalare a meta materialului format din împachetare închisă fibre/sfere mari cu alte subsisteme de fibre/bule subțiri înlocuite în spațiul liber dintre primele fibre/sfere de împachetare. Această metodă de reambalare a meta materialelor cvasi-periodice ne oferă posibilitatea de a mări suprafața totală de contact a sferelor/fibrelor cu fluide contaminate (apă, aerosoli). Procedura de reambalare poate fi continuată prin introducerea altor subsisteme de sfere mici sau fibre subțiri în materialul reambalat. Această abordare deschide posibilități atractive pentru utilizarea lor atât în fluidele de decontaminare, cât și în manipularea agenților patogeni din zonele speciale. Noul echipament funcționează pe principiul de mai sus, care utilizează surse UVC pentru decontaminarea agenților patogeni (virusuri și bacterii).

Proiectul mai propune unificarea laserului cu doi fotoni și a laserului Raman cu împrăștiere cooperativă indusă în care ansamblul zburător al radiatoarelor excitate cu două nivele este cuplat cu câmpul cavității bimodale în interacțiuni neliniare cu doi fotoni și împrăștiere. Se discută situația în care are loc generarea cuantică indusă împreună cu conversia de împrăștiere cooperantă a fotonilor între modurile pompă, Stokes și cavitata anti-Stokes. Ecuația principală propusă descrie schimburile de energie cooperante între procesele Raman și de laser cu doi fotoni prin porțiuni de energii multiple cu energia perechii de fotoni încălciți. Generatorii unor astfel de procese de emisie și absorbție aparținând simetriilor de conversie Raman și generarea de cooperare cu doi fotoni sunt unificați. Prima simetrie aparține algebrei conectată la conversia de împrăștiere în modurile de cavitata Stokes, pompă și anti-Stokes (Opt. Commun., 285(5) (2012) 686–692). Al doilea aparține simetriei multimodale care cuantifică procesul de cooperare aparținând emisiei de doi fotoni în componentele câmpului în modul cavitata/fibră (Opt. Commun. 247(4–6) (2005) 381–392). Operatorii de fotoni colectivi bimodali sunt introduși care descriu actele de emisie sau absorbție ale porțiunii fixe de energie din cavitata egală cu energia de tranziție între stările fiecărui atom excitat. Un impact cheie al studiului se concentrează pe proprietățile statistice ale câmpului bimodal și posibilitățile de detectare ale acestora sunt propuse pentru descrierea evoluției în timp a corelațiilor cuantice dintre componentele câmpului de conversie Raman și emisia de doi fotoni.

In this project stage, we propose the combination of acceleration of pathogens between the elements of metamaterial together with the repacking procedure of earlier proposed metamaterials, which may improve the decontamination rate using the traditional sources of ultraviolet C radiation (200-280 nm). The first method is connected with the acceleration of pathogens (viruses and bacteria) diluted in the fluid between the elements

of transparent in UVC radiation which have the refraction index relative larger than in the fluids (water, blood, air, etc.). The second effect is the continuation of repacking

of proposed metamaterials consisted of big spheres (or thick fiber) with smaller ones (thin fibers) in order to improve the contact surface between the UVC radiation and fluid. A new method for repacking optical metamaterials formed from fiber or spherical elements of various diameters is proposed for ultraviolet C (UVC) decontamination of infected liquids that flow between these elements. It is proposed the method of repacking of metamaterial formed from closed packing big fibers/spheres with other subsystems of thin fibers/bubbles replaced in the free space between the first packing fibers/spheres. This method of the repacking of quasi-periodic metamaterials gives us the possibility to increase the total contact surface of the quartz spheres/fibers with contaminated fluids (water, aerosols). The repacking procedure may be continued by introducing other subsystems of small spheres or thin fibers in the repacked material. This approach opens the attractive possibilities for their use both in decontamination fluids and in the manipulating of pathogens in the special zones. The new equipment works on the above principle that using UVC sources for decontamination of pathogens (viruses and bacteria).

The paper also proposes to unify the two-photon laser and induced cooperative scattering Raman lasing in which the flying ensemble of two-level excited radiators are coupled with the bimodal cavity field in nonlinear two-photon and scattering interactions. It discusses the situation in which the induced two-quantum lasing takes place together with the cooperative scattering conversion of photons between the pump, Stokes, and anti-Stokes cavity modes. The proposed master equation describes cooperative energy exchanges between Raman and two-photon lasing processes by portions of energies multiple to the energy of the entangled photon pair. The generators of such emission and absorption processes belonging to the symmetries of Raman conversion and two-photon cooperative generation are unified. The first symmetry belongs to algebra connected to the scattering conversion in the Stokes, pump, and anti-Stokes modes of cavity (Opt. Commun.,285(5) (2012) 686–692). The second one belongs to multi-mode symmetry which quantifies the cooperative process belonging to two-photon emission in cavity/fiber mode components of field (see Opt. Commun. 247(4–6) (2005) 381–392). The bimodal collective photon operators are introduced describing the emission or absorption acts of the fixed portion of energy from the cavity equal to the transition energy between the states of each excited atom. A key impact of the study focuses on the statistical properties of the bimodal field and their detection possibilities are proposed for the description of the time evolution of quantum correlations between the field components of Raman conversion and two-photon emission.