

## Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în subprogram în anul 2024

### FENOMENE COOPERATIV-CUANTICE DINTRE ATOMI, BIOMOLECULE, CAVITĂȚI OPTICE SUB ACȚIUNEA RADIAȚIEI ELECTROMAGNETICE ȘI APLICAREA ACESTORA ÎN BIOFOTONICĂ PENTRU ELABORAREA ECHIPAMENTELOR MODERNE DE DECONTAMINARE ȘI DIAGNOSTICĂ

(denumirea subprogramului)

Codul subprogramului **011206**

Sunt propuse două modalități de împachetare a proteinelor formate din lanțuri polipeptidice multiple. Prima metodă constă în formarea de suprastructuri planare, în care se demonstrează că pentru un număr par de proteine terține este posibilă formarea unor suprastructuri în împachetarea verticală a macro-dipolilor. În împachetarea impară legături de dipoli verticali nu este posibilă în timp ce împachetarea macro dipolilor în plan permit formarea de structuri supra-moleculare pentru ambele numere pare și impare. A doua posibilitate este formarea structurilor supra-moleculare în spațiu la reambalarea multi-merilor biomoleculari sub formă de "Sandwich" sau „fibre” dipolare. Se propune formarea de astfel de suprastructuri atât planare cât și spațiale sub acțiunea conversiei multiple de fotoni în procesul de împrăștiere.

Se cercetează problema procesului de cooperare cuantică între fotoni în multiplele etape de împrăștiere prin intermediul sistemului de emițători cuantici (atomi, molecule, biomolecule). Aici concepția este împărțită în două direcții. Primul concept corespunde emisiei de fotoni în  $n$ -moduri de cavitate la conversia multiplă a fiecărui foton. Al doilea tip de cooperare apare între subdiviziunile biomoleculare la formarea supramoleculilor. Posibilități de restaurare a stării inițiale cuantice a emițătorilor și subsistemului de fotoni sunt cercetate. S-a utilizat un algoritm cuantic de transmitere a energiei multiple sub forma porțiunilor de energie, către emițători sau către câmpul cuantificat al cavității optice la nutația cuantică dintre emițători și câmp.

O atenție deosebită a fost acordată corelațiilor cuantice nu numai între modurile adiacente al procesului de împrăștiere multiplă a fotonilor, ci și dintre fotonii emiși în procesul de sinteză sau decuplare a subsistemelor moleculare la rezonanța multiplă de conversie a fotonilor. Această abordare permite dirijarea procesului de formare a multi-merilor bio-moleculari prin detectarea de fotoni la împrăștierea multiplă Raman. Aici cercetăm corelații cuantice în care fotonii emiși într-un act de împrăștiere cascadă pot fi utilizați în următorii pași de conversie deschizând o posibilitate de transmitere a informației dirijarea corelațiilor cuantice între procesele multiple de împrăștiere. Acest fenomen cuantic de teleportare a informației deschide posibilități de transmitere a informației de fază și amplitudine nu numai între modurile învecinate adiacente dar și între următorii pași de conversie multiplă.

Studiul localizării luminii în seturi de fibre/micro-sfere optice cuplate deschide noi posibilități de diagnostică și decontaminare a micro-organismelor plasate în zona câmpului evanescent al acestor structuri fotonice. O nouă metodă de reambalare rigidă a elementelor într-un metamaterial optic format din sfere/fibre de cuarț ca funcție de dimensiunea lor au fost propuse pentru sporirea suprafeței de contact dintre radiație și patogeni. Utilizarea mai multor pulsuri de radiație simultană la propagarea acestora prin mediul biomolecular deschide o posibilitate mai eficientă de dirijare a patogenilor din fluidele infectate către zonele de evanescență de intensitate înaltă. Ideea noului echipament este axat pe rotația fluidului contaminat prin canalele de scurgere dirijată simetria metamaterialului obținută la reambalarea acestora.

## Summary of the activity and results obtained in the subprogram in 2024

### COOPERATIVE-QUANTUM PHENOMENA BETWEEN ATOMS, BIOMOLECULES, OPTICAL CAVITIES UNDER THE ACTION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION AND THEIR APPLICATION IN BIOPHOTONICS FOR THE DEVELOPMENT OF MODERN DECONTAMINATION AND DIAGNOSTIC EQUIPMENT

(Subprogram Name)

Subprogram Code **011206**

Two ways of packing proteins formed from multiple polypeptide chains are proposed. The first method consists in the formation of superstructures on the plane, in which it is demonstrated that for an even number of tertiary structures of protein it is possible to form superstructures in the vertical packing of macro-dipoles. In odd packing, vertical dipole bonds are not possible, while packing macro-dipoles in the plane allows the formation of supra-molecular structures in both case: for an even and odd number. The second possibility is the formation of supra-molecular structures in space when repacking biomolecular multimers in the form of "Sandwiches" or dipolar "fibers". The formation of such superstructures both in the plane and in space is proposed under the action of multiple conversion of photons. The problem of the process of quantum cooperation between photons in the multiple stages of scattering through the system of quantum emitters (atoms, molecules, biomolecules) is investigated. Here the concept is divided into two directions. The first concept corresponds to the emission of photons in n-modes of the cavity at the multiple conversion of each photon. The second type of cooperation occurs between biomolecular subdivisions at the formation of supra-molecules. Possibilities of restoring the initial quantum state of the emitters and the photon subsystem are investigated. A quantum algorithm of multiple energy transmission in the form of energy portions, to the emitters or to the quantized field of the optical cavity at the quantum nutation between the emitters and the field was used.

Special attention was paid to the quantum correlations not only between the adjacent modes of the multiple scattering process of photons, but also between the photons emitted in the process of synthesis or decoupling of molecular subsystems at the multiple conversion of photon resonance. This approach allows to direct the process of formation of biomolecular multi-mers by detecting photons at the multiple Raman scattering. Here we investigate quantum correlations in which photons emitted in a cascade scattering act can be used in the following conversion steps opening a possibility of transmitting information by directing quantum correlations between multiple scattering processes. This quantum phenomenon of information teleportation opens possibilities of "exporting" the phase and amplitude information not only between adjacent neighboring modes but also between the next multiple conversion steps.

The study of light localization in sets of coupled optical fibers/microspheres opens new possibilities for diagnostics and decontamination of microorganisms placed in the evanescent field area of these photonic structures. A new method of rigid repackaging of the quartz spherical or fiber elements in an optical metamaterial as a function of their size has been proposed to increase the contact surface between radiation and pathogens. The use of multiple radiation pulses propagating simultaneously through the biomolecular environment opens up a more efficient possibility of directing pathogens from infected fluids to high-intensity evanescence zones. The idea of the new equipment is focused on the rotation of the contaminated fluid through the flow channels guided by the symmetry of the metamaterial obtained during their repackaging.