

## Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023

*Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu*

Cifrul proiectului 20.80009.7007.05

Cercetarea poluanților din atmosferă prin utilizarea dispozitivului nostru prototip [Brevet de invenție nr. 1706 din 31.07.2023] a fost urmată de studii detaliate pe baza efectuării măsurătorilor spectrale de fluorescență a trei probe colectate pe substraturi de cuarț și pe suprafața unei plachete de siliciu monocristalin (opac). Microparticulele de poluanți se pot distinge individual pe baza luminescenței lor. Rezultatele poluării aerului în cazul particulelor cu diametrul aerodinamic de 10 micrometri sau mai mic, inclusiv particule fine  $PM_{10}$  și  $PM_{2,5}$ , sunt prezentate pentru municipiul Chișinău. Sunt aplicate metodele microscopiei optice, microscopiei de forță atomică (AFM) și a microscopiei de fluorescență (FLIM) [În: *Monitoring and protection of critical infrastructure by unmanned systems* (Daponte P., Paladi F., editors) 101-113]. Rezultatele spectroscopiei TRFS indică faptul că particule individuale manifestă timpi de viață de fluorescență compozit. Metoda propusă cu utilizarea dispozitivului necomercial pentru colectarea particulelor solide de poluanți din aer, care a fost dezvoltată recent în laboratorul nostru de cercetare, combinată cu analiza poluanților în baza măsurătorilor spectrale de fluorescență este inovatoare. Valoarea acestei metodologii reprezintă posibilitatea de a studia direct microparticulele solide de poluanți colectate din atmosferă pe substraturi transparente sau opace [Discover Environment, Springer (2023) în tipar]. A fost demonstrat că prin tratament termic în atmosferă la temperaturi sub punctul de topire a monocristalelor soluțiilor solide  $GaS_xSe_{1-x}$  se obțin structuri formate din straturi de nanofire de  $\beta$ - $Ga_2O_3$  pe substrat monocristalin de politipi  $\epsilon$ ,  $\rho$ ,  $\gamma$  și  $\delta$  a soluției solide respective [Nanomaterials 2023, 13(14) 2052], care sunt adsorbanti efectivi de oxigen molecular din atmosferă. A fost publicată rezolvarea riguroasă a problemei brahisticronei cu aplicarea calculului variațional și reprezentarea soluțiilor în forma parametrică [Int. J. Non-Linear Mech. 148 (2023) 104265]. Problema lui Newton de a determina forma suprafeței unui corp de rotație pe baza condiției de rezistență minimă atunci când acesta se mișcă într-un mediu rarefiat este rezolvată [Heliyon: Phys. Appl. Sci. 9 (2023) e16721]. Sarcina este formulată sub forma unei probleme izoperimetrice clasice din calculul variațional. Soluția exactă este prezentată în clasa funcțiilor diferentiabile pe subdomenii. Sunt prezentate rezultatele numerice ale calculelor specifice ale funcționalului pentru con și emisferă. Am demonstrat că efectul de optimizare este semnificativ prin compararea rezultatelor pentru con și emisferă cu valoarea funcționalului optimizat pentru conturul optim. A fost organizată ediția a IV-a a Atelierului științifico-practic „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu” pe 9 noiembrie 2023, cu prezentarea dinamicii factorilor de mediu, a tehnologiilor inteligente de ultimă generație în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu, precum și în prognozarea hazardurilor naturale și antropogene periculoase. Este permanent actualizat site-ul proiectului și sunt publicate online materialele de diseminare, <http://ephysimlab.usm.md/>. A fost obținut un brevet de invenție. Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în 21 publicații, dintre care o monografie internațională, un capitol în monografie și 6 articole publicate în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS, un articol în revistă științifică de categorie B, 5 articole în culegerea manifestării științifice naționale cu participare internațională, 7 teze publicate în culegeri științifice internaționale și la 5 expoziții internaționale de inventică cu obținerea medaliei ProInvent, a unei medalii de aur și 3 medalii de argint.

## Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023

*Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu*

Cifrul proiectului 20.80009.7007.05

The study of airborne pollutants by using our prototyped device [Patent no. 1706 on 2023.07.31] was followed by their detailed analyses based on the performed fluorescence spectral measurements for three samples collected on the quartz substrates and on the surface of a silicon monocrystalline (opaque) wafer. The pollutant microparticles can be individually distinguished based on their luminescence. Air pollution results for particulate matter with an aerodynamic diameter of 10 micrometers or less, including PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> fine particles, are provided for Chisinau city. Optical microscopy, Atomic Force Microscopy (AFM), and Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy (FLIM) are applied [In: *Monitoring and protection of critical infrastructure by unmanned systems* (Daponte P., Paladi F., editors) 101-113]. Time-Resolved Fluorescence Spectroscopy (TRFS) results indicate that the individual particles exhibit composite fluorescence lifetimes. The proposed method of using the non-commercial device for collecting solid airborne pollutants, which has been recently developed in our research laboratory, combined with the pollutants analysis based on the fluorescence spectral measurements is innovative. The strength of this methodology represents the possibility to study directly the airborne solid microparticles collected on transparent or opaque substrates [Discover Environment, Springer (2023) in press]. It has been shown that atmospheric heat treatment at temperatures below the melting point of GaS<sub>x</sub>Se<sub>1-x</sub> solid solution single crystals results in structures formed by layers of β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanowires on single crystal substrate of ε, ρ, γ and δ polytypes of the respective solid solution [Nanomaterials 2023, 13(14) 2052], which are effective adsorbents of molecular oxygen from the atmosphere. The rigorous solution of the brachistochrone problem with application of the variational calculus and representation of the solutions in parametric form was published [Int. J. Non-Linear Mech. 148 (2023) 104265]. Newton's problem of finding the surface shape of a rotation body based on the condition of minimal resistance of the body when it moves in a rarefied medium is solved [Heliyon: Phys. Appl. Sci. 9 (2023) e16721]. The task is formulated in the form of a classical isoperimetric problem in calculus of variations. The exact solution is given in the class of piecewise differentiable functions. The numerical results of specific calculations of the functional for cone and hemisphere are presented. We prove that the optimization effect is significant by comparison of the results for cone and hemisphere with the value of the optimized functional for the optimal contour. The 4<sup>th</sup> edition of the Scientific-practical Workshop “Advanced Physical Technologies with the UVS application in Monitoring and Modeling of Environmental Factors” was organized on November 9, 2023, with the presentation of the dynamics of environmental factors, the latest intelligent technologies in monitoring and modeling of environmental factors, as well as forecasting dangerous natural and anthropogenic hazards. The project site is constantly updated, and the dissemination materials are published online, <http://ephysimlab.usm.md/>. A patent was received. The research results are presented in 21 publications, including an international monograph, a chapter in a monograph and 6 articles published in journals from Web of Science and SCOPUS databases, an article in the category B scientific journal, 5 articles in the collection of national conference with international participation, 7 abstracts published in the international proceedings and at 5 international exhibitions of inventions with the ProInvent medal, one gold medal and 3 silver medals received.