

Proiect Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu, cifrul 20.80009.7007.05

A fost implementat procedeul de colectare a particulelor solide de poluanți din aer cu dimensiuni nano- și micrometrice [CBI nr. s2022 0001 din 2022.01.12]. Particulele solide de poluanți sunt încărcate pozitiv în aer de un încărcător cu tensiune înaltă, care constă dintr-un filament subțire de wolfram și o sursă cu tensiunea înaltă de +5 kV, iar apoi particulele se depun pe suprafața plachetei de siliciu monocristalin sub acțiunea interacțiunii electrostatice. Particulele pot fi examinate direct prin metodele microscopiei optice, AFM și EDAX, precum și a microscopiei de fluorescență RCM și FLIM. A fost efectuată colectarea și analiza AFM a particulelor fine de praf din atmosferă. Acest studiu este completat cu măsurători spectrale de fluorescență pentru trei probe obținute: două sunt pe substraturi de cuarț și una este pe suprafața unei plachete de siliciu monocristalin (opac). Particulele de poluanți se pot distinge individual pe baza luminescenței acestora, iar măsurătorile RCM și FLIM indică clar că unele particule individuale prezintă timp de viață de fluorescență compozit [IEEE Xplore (2022) 1-6].

A fost dezvoltată o tehnică nouă de înregistrare a fluorescenței plantelor sub excitație laser de la distanță, folosind aparate de zbor fără pilot. Sunt utilizate surse de radiații laser cu lungimi de undă de 405 nm și 450 nm. Modificarea dependenței spectrale a fluorescenței face posibilă detectarea bolilor plantelor în stadii incipiente. Spectrele de fotoluminescență ale eșantioanelor de frunze de piersic, măr, prun și viță de vie au fost excitate cu radiația ultravioletă (UV) cu lungimea de undă 337,4 nm și radiația violetă cu lungimea de undă $\lambda=405$ nm. Spectrele de fotoluminescență au fost înregistrate cu o instalație spectrofotometrică cu monocromator de putere optică înaltă de tipul MOR-2.

Au fost dezvoltate în continuare metodele multi-parametrice de modelare a tranzițiilor de fază în sistemele complexe și realizat studiul de stabilitate a stărilor de echilibru pentru sistemele dinamice complexe, în particular cu aplicare la modelul Lotka-Volterra [Eur. Phys. J. B 95(3) (2022) 54]. 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].

A fost publicat rezultatul fundamental obținut în baza dependenței curentului electric în circuit la umidități relative ale aerului din intervalul 42-92% de tensiunea aplicată la structura β -Ga₂O₃-GaS:Zn la iluminare cu lumina de zi (albă) și cu radiație din banda de absorbție fundamentală a compusului nanostructurat de β -Ga₂O₃, care demonstrează că acest compus poate fi utilizat în calitate de senzori de umiditate și ca receptori din regiunea UV [Appl. Phys. A 128(4) (2022) 303]. Este demonstrat că, datorită proprietăților optice și fotosensibile, heterojuncțiunile flexibile n(p)-InSe/In₂O₃ sunt potrivite pentru aplicații optoelectronice [Materials 15 (2022) 3140].

Au fost organizate Simpozionul științifico-practic internațional „Monitorizarea și protecția infrastructurii critice cu ajutorul sistemelor fără pilot” în perioada 30 mai - 5 iunie 2022 și Atelierul științifico-practic „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu” pe 10 noiembrie 2022, 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/>.

Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în 22 publicații, dintre care 6 articole în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS, la 5 expoziții internaționale de invenție cu obținerea a 4 medalii de aur și a unei medalii de argint, fiind în proces de implementare și un proiect de inovare și transfer tehnologic. A fost depusă la AGEPI o cerere de brevet de invenție.

Project 20.80009.7007.05

The procedure for collecting solid particles of pollutants from the air with nano- and micrometric dimensions was implemented [Patent application no. s2022 0001 on 12.01.2022]. Solid particles of pollutants are positively charged in the air from a high voltage charger, which is formed by a thin tungsten filament and a high voltage source with positive potential of +5 kV, and then particles are collected on the surface of silicon monocrystalline wafer under the action of electrostatic interaction. Particles can be examined directly by means of optical microscopy, Atomic Force Microscopy (AFM), and Energy Dispersive X-ray Spectroscopy Surveys (EDAX), as well as fluorescence microscopy, such as Reflectance Confocal Microscopy (RCM) and Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy (FLIM). Collection and AFM analysis of the fine dust particles from the atmosphere was performed. This study is completed with fluorescence spectral measurements for three obtained samples: two are on the quartz substrates and one is on the surface of a silicon monocrystalline (opaque) wafer. Pollutant particles can be individually distinguished based on their luminescence, and RCM and FLIM measurements clearly indicate some individual particles exhibit composite fluorescence lifetimes [IEEE Xplore (2022) 1-6].

A new technique has been developed to record the fluorescence of plants under remote laser excitation using unmanned aerial vehicles. Laser radiation sources with wavelengths of 405 nm and 450 nm are used. Changing the spectral dependence of fluorescence makes it possible to detect plant diseases in early stages. Photoluminescence spectra for the leaf samples of peach, apple, plum and grapevine were excited with ultraviolet (UV) radiation of wavelength 337.4 nm and violet radiation of wavelength $\lambda=405$ nm. Photoluminescence spectra were recorded with spectrophotometric equipment with a high optical power monochromator of type MOR-2.

Multi-parametric methods of modeling phase transitions in the complex systems have been developed and stability analysis of the equilibrium states is performed for the dynamical complex systems, in particular with application to the Lotka-Volterra model [Eur. Phys. J. B 95(3) (2022) 54]. 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].

A fundamental result was published, being obtained based on the dependence of the current intensity in the circuit at the relative air humidity range from 42 to 92% on the applied voltage to the β -Ga₂O₃-GaS:Zn structure upon daylight irradiation of the sample, and with radiation from the fundamental absorption band of the β -Ga₂O₃ nanostructured compound, which shows that this compound can be used as humidity sensors and as receptors in the UV region [Appl. Phys. A 128(4) (2022) 303]. It is proved that, due to their optical and photosensitive properties, the flexible heterojunctions n(p)-InSe/In₂O₃ are suitable for optoelectronic applications [Materials 15 (2022) 3140].

The International Symposium "Monitoring and Protection of Critical Infrastructure by Unmanned Systems" was organized between May 30 - June 5, 2022, and the Scientific-practical Workshop "Advanced Physical Technologies with the UVS application in Monitoring and Modeling of Environmental Factors" on November 10, 2022, 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/>.

The research results are presented in 22 publications, including 6 articles in journals from Web of Science and SCOPUS databases, at 5 international exhibitions of inventions with 4 gold medals and one silver medal, as well as an innovation and technology transfer project being in progress. A patent application was submitted to AGEPI.