

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în subprogram în anul 2025
METODE FIZICE AVANSATE ȘI TEHNOLOGII BAZATE PE UAV PENTRU
MONITORIZARE COMPLEXĂ, EVALUARE ȘI MODELARE (PHYSTECH)
(denumirea subprogramului)

Codul subprogramului 011210

Este aplicată metodologia și fiabilitatea tehnicii de asimilare a datelor de tipul ansamblu-variațional 4D (4D_{EnVar}) în cadrul platformei *eALERT* din Chișinău. Corelația Pearson cuantifică gradul de similitudine al variației concentrațiilor de particule în suspensie (PM) pe parcursul perioadei 3-28 februarie 2025, în timp ce profilurile medii diurne ale PM₁, PM_{2.5} și PM₁₀ evidențiază caracteristicile zilnice ale concentrațiilor particulelor în suspensie, marcate prin valori mai ridicate în special în orele dimineții și niveluri mai scăzute în a doua parte a după-amiezii, fenomen atribuit în principal emisiilor generate de traficul rutier. Modelul computațional propus poate integra, de asemenea, observații de mediu provenite din mai multe locații, utilizând un model simplificat de tipul advecție-difuzie, ale cărui parametri sunt estimați empiric pe baza variabilității temporale derivate din observații. Un ansamblu de stări inițiale perturbate este utilizat pentru a reprezenta incertitudinea dependentă de flux și pentru a propaga dinamica modelului la fiecare ciclu de asimilare. Prin această abordare hibridă ansamblu-variațională, sistemul generează analize ale concentrațiilor poluanților atmosferici și prognoze pentru o zi cu o acuratețe ridicată. Rezultatele validării indică reducerea erorii medii pătratice și un scor pozitiv al performanței pentru indicatorii monitorizați, confirmând o precizie ameliorată și o eficiență computațională susținută pentru aplicațiile de mediu. A fost prezentată o analiză a soluțiilor problemei variaționale clasice privind determinarea formei unei suprafețe de rotație cu arie minimă. Funcționalul optimizat atinge un minim local pentru toate soluțiile obținute din rezolvarea ecuației Euler corespunzătoare. Proprietățile și modelul matematic ale catenoidei sunt relevante în diferite domenii ale cercetărilor de mediu, în special în cele care implică interfețe și medii poroase. Tehnologia LiDAR combinată cu fotogrametria permite o cartografiere cuprinzătoare și rapidă a terenului în cadrul cercetării noastre interdisciplinare, facilitând analiza datelor și interpretarea unei varietăți de rezultate de monitorizare. Se demonstrează că tehnicile propuse permit realizarea rapidă a unor modele precise ale hărților digitale de elevație. Au fost studiate soluțiile reale ale ecuației de dispersie deduse pentru prima dată de A.A. Vlasov pentru oscilațiile plasmă electronice. Sunt prezentate soluțiile exacte ale ecuației de dispersie a lui Vlasov în formă parametrică. A fost demonstrat că valoarea integralei singulare din ecuația de dispersie coincide cu cea calculată în sensul valorii principale Cauchy. Sunt analizate, de asemenea, valorile de bifurcație ale parametrilor și reprezentările asimptotice ale soluțiilor obținute în formă parametrică. Sunt cercetate proprietățile de detecție a gazelor ale structurilor nanometrice Ga₂O₃/GaS_{0.98}Se_{0.02}. Fotorezistorii bazați pe compozitul obținut Ga₂Se₃-Ga₂O₃ și pe straturile nanostructurate de β-Ga₂O₃ prezintă benzi de fotosensibilitate în domeniul spectral al benzilor de absorbție electronică ale ozonului și pot servi ca senzori de ozon. A fost organizată ediția a VI-a a Conferinței științifico-practice „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu” pe 14 noiembrie 2025, 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 laboratorului și sunt publicate online materialele de diseminare, <http://ephysimlab.usm.md/>. Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în 17 publicații științifice, dintre care 4 articole publicate în reviste din bazele de date Web of Science și Scopus, 1 articol în revistă științifică de categorie B, 1 articol în lucrările conferinței științifice internaționale (peste hotare, publicația indexată Scopus), 4 articole în culegerea manifestării științifice naționale cu participare internațională, 3 teze publicate în culegeri științifice internaționale și la 5 expoziții internaționale de invenții fiind obținute 3 medalii de aur și 2 medalii de argint.

We applied the methodology and robustness of the four-dimensional ensemble-variational (4D_{En}Var) data assimilation technique within the *eALERT* platform in Chisinau. Pearson correlation quantifies how similarly the particulate matter (PM) concentrations vary over the period of 3-28 February 2025, while diurnal averages of PM₁, PM_{2.5}, and PM₁₀ profiles reveal typical daily patterns in particle concentrations, characterized by higher concentrations especially during morning hours and lower levels in the latter afternoon, which can be mainly attributed to traffic-related emissions. The proposed computational model can also integrate multi-site environmental observations with a simplified advection-diffusion model, whose parameters are empirically estimated from observation-derived temporal variability. An ensemble of perturbed initial states is used to represent flow-dependent uncertainty and to propagate model dynamics within each assimilation cycle. Through this hybrid ensemble-variational approach, the system generates analyses of air pollutant concentrations and 1-day forecasts with accuracy. Validation results show a reduction in root mean square error and a positive skill score across monitored indicators, confirming improved accuracy and sustained computational efficiency for environmental applications. An analysis was presented for the classical variational problem of determining the shape of a surface of revolution with minimal area. The optimized functional attains a local minimum for all solutions obtained by solving the corresponding Euler equation. The properties and catenoid's mathematical model are relevant in various areas of environmental research, particularly those involving interfaces and porous media. LiDAR technology combined with photogrammetry allows a comprehensive and rapid terrain mapping in our interdisciplinary research, which facilitates the data analysis and interpretation of a variety of monitoring results. It is shown that the proposed techniques facilitate fast creation of precise digital elevation map models. Real solutions of the dispersion equation first derived by A.A. Vlasov for the oscillations of the electronic plasma have been studied. We present the exact solutions of the Vlasov's dispersion equation in the parametric form. It was shown that the value of the singular integral in the dispersion equation coincides with the calculated one obtained in the sense of Cauchy principal value. Bifurcation values of parameters and the asymptotic representations for the obtained solutions in the parametric form are also analyzed. Gas-sensing properties of nanostructured Ga₂O₃/GaS_{0.98}Se_{0.02} have been studied. Photoresistors based on the obtained Ga₂Se₃-Ga₂O₃ composite and nanostructured β-Ga₂O₃ layers show photosensitivity in the spectral range of electronic absorption bands of ozone and can serve as ozone sensors. The 6th edition of the Scientific-practical Conference "Advanced Physical Technologies with the UVS application in Monitoring and Modeling of Environmental Factors" was organized on November 14th, 2025, 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 laboratory site is constantly updated, and the dissemination materials are published online, <http://ephysimlab.usm.md/>. The research results are presented in 17 scientific publications, including 4 articles published in journals from Web of Science and Scopus databases, an article in the category B scientific journal, an article in the proceedings of an international conference (abroad, Scopus-indexed publication), 4 articles in the collection of a national conference with international participation, 3 abstracts published in the international proceedings and at 5 international exhibitions of inventions with 3 gold medals and 2 silver medals.