

**RECEȚIONAT**

Agenția Națională pentru Cercetare  
și Dezvoltare \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2021

**AVIZAT**

Secția AȘM \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2021

## **RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL**

**privind implementarea proiectului din cadrul Programului de Stat (2020-2023)**

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

cifrul 20.80009.7007.05

Prioritatea Strategică **III: Mediu și schimbări climatice**

Conducătorul proiectului

PALADI Florentin



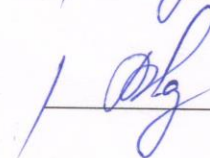
Rectorul Universității de  
Stat din Moldova

ȘAROV Igor



Președintele Senatului USM

ȘAROV Igor



Chișinău 2021

## 1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs

**Măsurări metrologice** pe teren în plan orizontal și de la înălțime. Colectarea, stocarea și procesarea datelor, precum și determinarea locației surselor de poluare a mediului, a compoziției și concentrației gazelor emise în atmosferă, a timpului și periodicității acestor emisii.

**Modelare computațională a ecofactorilor.** Aplicația software de modelare a factorilor de mediu pentru analiza și interpretarea rezultatelor monitorizării, precum și pentru prognozarea hazardurilor naturale periculoase. Prezentarea publică a rezultatelor cercetărilor.

## 2. Obiectivele etapei anuale

1. Stabilirea dinamicii poluării atmosferei cu microparticule solide și gaze în funcție de condițiile meteorologice. Stabilirea graficului și tipului măsurărilor: temperatură, presiune, umiditate, compoziția și concentrația gazelor emise în atmosferă, timpul și periodicitatea acestor emisii, precum și poluarea mediului urban.
2. Stabilirea timpului și a locației surselor de poluare a atmosferei și de degradare a solului din măsurări ale transparenței atmosferei, variației refractanței, reflexiei radiației solare și fotoluminescenței.
3. Dezvoltarea componentei aplicației de modelare pe calculator pentru prognozarea hazardurilor naturale periculoase. Modelarea proceselor fizico-chimice și a factorilor cu impact asupra componentelor de mediu. Modelarea stabilității sistemelor complexe.
4. Utilizarea microscopiei de forță atomică (AFM) ca metodă de analiză experimentală la impurități pentru probele colectate de aer, precum și studiul experimental al materialelor nanostructurate cu potențial de aplicație în calitate de senzori de umiditate și receptori în regiunea radiației ultraviolete (UV).
5. Actualizarea și diseminarea site-ului proiectului, a rezultatelor acestuia și extinderea colaborărilor științifice internaționale. Formularea propunerilor și a proiectelor noi cu scopul diminuării efectelor de poluare a atmosferei și de degradare a mediului în locația monitorizată.
6. Organizarea Atelierului științifico-practic „*Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu*”, ediția II, din cadrul Conferinței științifice naționale cu participare internațională „Integrare prin cercetare și inovare”, desfășurată anual la USM în luna noiembrie către Ziua Internațională a Științei pentru Pace și Dezvoltare, cu participarea în format mixt a membrilor echipei de proiect, partenerilor de dezvoltare, studenților, masteranzilor și doctoranzilor.

## 3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Determinarea activităților, factorilor și tehnologiilor care pot contribui la degradarea suprafeței solului, poluarea atmosferei și a apei din bazinele acvatice mici. Analiza emisiilor substanțelor poluante în aerul atmosferic și a transformărilor din mediu înconjurător, în particular, în municipiile Republicii Moldova și în plantații naturale.
2. Măsurarea spectrelor de fotoluminescență ale frunzelor unor copaci fructiferi cu anumite tipuri de defecte vizibile, precum și de la bronhii, aripioare și creieri ale peștilor întâlniți frecvent în râurile mici din Republica Moldova și România. Spectrele respective vor

- servi ca indicatori de bază în studiile factorilor de mediu prin metode optice.
3. Dezvoltarea aplicației de modelare pe calculator a dinamicii poluării atmosferei cu microparticule solide și gaze în funcție de condițiile meteorologice. Stabilirea graficului și tipului măsurărilor: temperatură, presiune, umiditate, compoziția și concentrația gazelor emise în atmosferă, poluarea atmosferei cu microparticule solide PM<sub>2.5</sub> și PM<sub>10</sub>. Integrarea rezultatelor măsurărilor parametrilor factorilor de mediu cu fotogrametria Pix4D a terenului experimental.
  4. Dezvoltarea metodelor parametrice de modelare a stabilității sistemelor complexe.
  5. Aplicarea AFM pe probele de microparticulele solide colectate din atmosferă.
  6. Cercetarea influenței umidității aerului asupra conductibilității electrice a structurii β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GaS.
  7. Gestionarea site-ului proiectului și a materialelor de diseminare.
  8. Organizarea ediției a II-a a atelierului științifico-practic în domeniul de cercetare a proiectului din cadrul Conferinței științifice naționale cu participare internațională „Integrare prin cercetare și inovare” de la USM.
  9. Publicarea rezultatelor cercetărilor. Participarea la Salonul Internațional de Inventică „EUROINVENT 2021”.
  10. Prezentarea și diseminarea rezultatelor proiectului, precum și consolidarea colaborării în domeniul de cercetare a proiectului în baza acordurilor de colaborare semnate în anul 2021.

#### 4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. A fost efectuată analiza datelor statistice privind emisiile de substanțe nocive în aerul atmosferic de diferite surse. Sunt evidențiate sursele mobile și staționare de emisii ale poluanților, analizată dinamica și efectul nociv ale acestora, precum și influența emisiilor nocive asupra mediului ambiant și a sănătății populației.
2. Au fost prelevate frunze în perioada de formare a lăstarilor la pruni, meri, peri și piersici. Măsurările spectrelor de fotoluminescență au fost efectuate în timp de până la 3 ore de la momentul prelevării probelor. Fotoluminescența a fost excitată cu radiație cu lungimea de undă 337,4 nm (densitatea ~100 mW/cm<sup>2</sup>). Spectrele de fotoluminescență au fost înregistrate cu o instalație spectrofotometrică cu un monocromator cu putere optică înaltă de tipul MOR-2.
3. A fost dezvoltată componenta aplicației GEOS-Chem (model global 3D computațional al compoziției atmosferice) de modelare pe calculator pentru prognozarea hazardurilor naturale periculoase, fiind modelată dinamica poluării atmosferei cu microparticule solide și gaze în funcție de condițiile meteorologice, iar rezultatele măsurărilor parametrilor factorilor de mediu au fost integrate cu fotogrametria Pix4D a terenului experimental pentru identificarea surselor de poluare a aerului.
4. Au fost raportate și publicate rezultatele modelării pe calculator a măsurărilor pe teren în plan orizontal și la trei altitudini diferite: 0, 5 și 10 m, fiind obținute graficele corespunzătoare tipului măsurărilor: temperatură, presiune, umiditate, compoziția și concentrația gazelor emise în atmosferă, poluarea atmosferei cu microparticule solide PM<sub>2.5</sub> și PM<sub>10</sub>.
5. Au fost dezvoltate metode multi-parametrice de modelare a tranzițiilor de fază în sistemele complexe și realizat studiul de stabilitate a stărilor de echilibru pentru

sistemele dinamice.

6. Au fost efectuate măsurători AFM în modul PinPoint pe probele colectate cu setări pentru lucrul în non-contact și cu interacție vârf-probă cât mai mică, pentru a perturba cât mai puțin microparticulele solide de pe suprafață, imaginile de topografie arătând că pe suprafață se afla particule și aglomerări de particule cu o forță de adeziune mare.
7. În baza dependenței curentului electric în circuit la umidități relative ale aerului din intervalul 42-92% și de tensiunea aplicată la structura  $n\text{-}\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-}p\text{-GaS-Zn}$  la iluminare cu lumina de zi (albă) și cu radiație din banda de absorbție fundamentală a compusului nanostructurat de  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  a fost demonstrat că aceste structuri pot fi aplicate ca senzori de umiditate și ca receptori din regiunea UV.
8. A fost actualizat site-ul proiectului și publicate materialele de diseminare, <http://ephysimlab.usm.md/>.
9. Organizarea pe 10 noiembrie 2021 în format mixt a Atelierului științifico-practic „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu” din cadrul Conferinței Științifice Naționale cu participare internațională „Integrare prin cercetare și inovare” de la USM.
10. A fost elaborat și înaintat la concursul ANCD un proiect nou de inovare și transfer tehnologic intitulat „Crearea platformei eALERT pentru monitorizarea mediului în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației din Chișinău în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase”, a fost înaintat în parteneriat un proiect internațional DFG „COVID-19 Infodemiology studies with focus on attitudes towards vaccination in Slavic languages of under-resourced European Global South countries” și este coordonat proiectul internațional NATO.SPS.ATC.G5816 „Monitoring and Protection of Critical Infrastructure Using Unmanned Systems”, <https://ephysimlab.usm.md/spsatcg5816/>.
11. A fost susținută o teză de doctorat în științe fizice, a fost obținută finanțarea unui proiect doctoral, au fost elaborate și implementate 3 lucrări practice în cadrul disciplinei „Bazele ecologiei” (ciclul licență) susținute la USM, precum și o prezentare în domeniul educației la masa rotundă din 22 iunie 2021, organizată în cadrul Conferinței internaționale 2021 IEEE Metrology for Aerospace din Napoli, Italia, [http://ephysimlab.usm.md/?page\\_id=50&lang=ro](http://ephysimlab.usm.md/?page_id=50&lang=ro).
12. Au fost publicate 5 articole științifice, dintre care 4 în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS, și 12 rezumate la manifestări științifice. Participarea la 4 expoziții și saloane internaționale de invenție și transfer tehnologic și obținerea a 2 medalii de aur și 2 medalii de argint.

## 5. Rezultatele obținute

Locația surselor de poluare a mediului, a compoziției și concentrației gazelor emise în atmosferă, a timpului și periodicității acestor emisii sunt determinate la măsurările pe teren în plan orizontal și de la înălțime de către laboratorul mobil bazat pe dronă „SOWA”, fiind identificate sursele de poluare a aerului cu microparticule solide și gaze emise în atmosferă atât în plan orizontal în perimetrul teritoriului monitorizat, cât și la trei altitudini diferite. A fost realizată modelarea pe calculator a concentrației poluanților și integrarea grafică a rezultatelor modelării pe calculator cu fotogrametria Pix4D a terenului experimental [1]. Totodată, studii recente efectuate în Laboratorul de cercetări științifice „Fizica mediului și modelarea sistemelor

complexe” se referă la subiectul actual al norului de poluanți generat de vulcanul La Palma. De exemplu, în perioada 27 septembrie – 1 octombrie 2021 au fost efectuate măsurători în regim de timp real ale concentrațiilor compușilor de clorură de hidrogen (HCl), formaldehidă (CH<sub>2</sub>O), acid cianhidric (HCN), a compușilor organici volatili (VOCs), precum și particulele fine (pulberile) în suspensie, PM<sub>2.5</sub> și PM<sub>10</sub>. În data de 27 septembrie 2021 s-a înregistrat o creștere bruscă pe durata a circa 3 ore a concentrației în aer a acidului cianhidric, care-i extrem de toxic. La fel, în data de 1 octombrie 2021 s-a observat o creștere semnificativă a nivelului concentrației de particule fine în suspensie, PM<sub>2.5</sub> și PM<sub>10</sub>, care posedă un impact considerabil asupra sănătății populației [Sprincean V. et al. UVS in monitoring of environmental factors. *IEEE Xplore*. 2020, IEEE catalogue no. CFP2032W-USB, p.78-83].

Imaginile de topografie la măsurătorile AFM ulterioare efectuate în modul PinPoint pe probele colectate cu setări pentru lucrul în non-contact și cu interacție vârf-probă cât mai mică, pentru a perturba cât mai puțin microparticulele solide de pe suprafață, arată că pe suprafață se afla particule și aglomerări de particule cu o forță de adeziune mare. Astfel, imaginile AFM arată prezența atât a particulelor mici cu dimensiunea de 80-200 nm, cât și a clusterelor mari de particule de 2-4 microni în lățime și până la 0,8 microni în înălțime. Prin urmare, aceste particulele cu diametrul aerodinamic mai mic de 10 μm, care trec prin nas și gât și pătrund în alveolele pulmonare, provoacă inflamații și intoxicații, fiind afectate, în special, persoanele cu boli cardiovasculare și respiratorii, copiii, vârstnicii și astmaticii. Prin urmare, deși emiterea codului roșu de alertă de către Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova reprezintă o avertizare a populației pe termen scurt și mediu, fiind asociată cu datele satelitare și modelele de evoluție a norului vulcanic, fără astfel de măsurători realizate în regim de timp real este imposibilă protejarea populației susceptibile factorilor nocivi anume în perioade concrete de timp când are loc, de facto, creșterea semnificativă a concentrației poluanților din atmosferă, care pot fi precursori ai altor elemente nemonitorizate în Republica Moldova, corelate între ele spațial și temporal, lucru valabil și pentru majoritatea site-urilor de monitorizare din Europa. Astfel, în contextul obiectivului nr. 5 cu privire la „*Formularea propunerilor și a proiectelor noi cu scopul diminuării efectelor de poluare a atmosferei și de degradare a mediului în locația monitorizată*”, a fost elaborat și înaintat un proiect nou de inovare și transfer tehnologic intitulat „*Crearea platformei eALERT pentru monitorizarea mediului în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației din Chișinău în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase*”, unde sunt propuse următoarele activități de inovare și transfer tehnologic: *Crearea rețelei de senzori*. Pentru monitorizare complexă a mediului în timp real, care presupune procurarea, instalarea și calibrarea metrologică a 5 seturi formate din 33 senzori fiecare, vor fi echipate locațiile de monitorizare Centru, Telecentru, Botanica, Râșcani și Buiucani. De asemenea, datele obținute de la rețeaua de senzori pot fi completate, în caz de necesitate, de fotogrametria cu drona a terenului, pentru confirmarea vizuală a surselor de poluanți, cum ar fi depozitele de deșeuri, rezervoarele de stocare, conductele de gaz etc., iar analiza chimică și metodele AFM, SEM și FT-IR de analiză experimentală la impurități pentru probele prelevate din atmosferă pot servi la determinarea surselor de poluanți; *Proiectarea și dezvoltarea infrastructurii de comunicare, stocare și procesare a datelor de monitorizare a mediului*. Datele de monitorizare sunt transmise de la senzori în regim de timp real printr-o rețea independentă fără fir LoRaWAN, pentru a fi stocate și procesate pe un server dedicat al platformei eALERT. Sistemul online securizat permite accesarea de la distanță și controlul procesului de monitorizare. Infrastructura de comunicare conține o aplicație de expediere a mesajelor SMS la o listă de abonați, precum și interfața de acces la un flux mare de date procesate pentru utilizatorii din

exteriorul rețelei; *Implementarea serviciului și instruirea beneficiarilor*. Pentru utilizarea cu succes a platformei *eALERT* de către Direcția generală asistență socială și sănătate a Primăriei Chișinău, Inspectoratul General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne și Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova, se propune a organiza un seminar de instruire privind utilizarea platformei *eALERT* pentru personalul acestor entități. Seminarul conține două module de bază: modulul general dedicat impactului poluării aerului și modulul tehnologic privind arhitectura funcțională, software și hardware a platformei *eALERT*. Accesul la platforma *eALERT* prevede posibilitatea vizualizării atât a datelor curente despre valorile concentrației poluanților din atmosferă, cât și a datelor istorice pentru toți senzorii, inclusiv coordonatele GPS, altitudinea, temperatura și umiditatea. În domeniile de analiză chimică a probelor prelevate din atmosferă, metrologie și sisteme de măsurare de înaltă precizie se va colabora cu parteneri din SUA, Italia și România: City University of New York, Università degli Studi del Sannio di Benevento și Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași.

Studiul de stabilitate a stărilor de echilibru pentru sistemele dinamice în conformitate cu teoria stabilității în sens Liapunov constă în cercetarea sistemelor dinamice liniare corespunzătoare și, în anumite condiții folosind analiza sistemelor liniare, este posibil să formulăm concluzii valide privind stabilitatea stărilor de echilibru ale sistemelor neliniare respective. Conceptul de stabilitate în sine se referă la teoria calitativă a sistemelor dinamice și, prin urmare, este posibil să formulăm criterii de stabilitate care nu țin de identificarea unei soluții exacte. Sunt formulate criteriile de stabilitate pentru sistemele dinamice liniare descrise de un sistem autonom de ecuații diferențiale liniare cu coeficienți reali constanți în cazuri critice ale teoriei stabilității în sens Liapunov atât pentru valorile proprii simple, cât și pentru cele multiple ale matricei coeficienților. Formularea propusă nu are legătură cu construcția formei canonice Jordan a matricei coeficienților și folosește numai informații despre ordinul matricei, rangul acesteia și multiplicitatea algebrică a valorilor proprii corespunzătoare cazurilor critice. În continuare au fost investigate dependențele stărilor de echilibru ale sistemelor dinamice multidimensionale de parametrii sistemului dinamic într-o vecinătate mică a valorilor de echilibru ale parametrilor. Sunt luate în considerație cazurile pentru valori obișnuite și de bifurcație ale parametrilor. Pentru ambele cazuri, au fost obținute reprezentările asimptotice pentru formulele de sensibilitate ale valorilor de echilibru ale parametrilor. Analiza stabilității stărilor de echilibru pentru sistemele complexe neliniare descrise de potențialul cinetic de tip Landau cu doi parametri de ordine a fost efectuată pentru două procese distincte de tranziție ca combinații de căi în serie și în paralel [2, 3].

Proprietățile structurale, morfologice și chimice ale structurii  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaS}$  au fost investigate prin tehnica de difracție cu raze X (XRD), microscopia prin scanare electronică (SEM) și spectroscopia cu raze X cu dispersie de energie (EDX). Pentru măsurări a influenței umidității aerului asupra conductibilității electrice a structurii  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  pe substrat de GaS a fost confecționată o structură planară cu aria suprafeței de circa  $28\text{ mm}^2$  mărginită de doi electrozi din In. Grosimea structurii  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaS}$  este de  $78\text{ }\mu\text{m}$ . Intensitatea curentului prin eșantion a fost de circa  $1,8 \cdot 10^{-11}\text{ A}$  la tensiunea de  $20\text{ V}$ , umiditatea relativă a aerului de  $38\%$  și în condițiile iluminării cu lumina de zi. După conectarea tensiunii la electrozi, intensitatea curentului monoton se micșorează timp de  $3\text{ min}$  până la circa  $8 \cdot 10^{-12}\text{ A}$ . La majorarea umidității relative a aerului până la  $92\%$  se observă o majorare de aproape  $10\text{ ori}$  a curentului timp de circa  $40\text{ s}$ , după care intensitatea curentului monoton crește și după circa  $500\text{ s}$  atinge starea staționară de  $1,4 \cdot 10^{-10}\text{ A}$ . Micșorarea intensității curentului prin eșantion în primele  $5\text{ min}$  după conectarea tensiunii în circuit este cauzată de polarizarea electrică în stratul de  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ , efect caracteristic

materialului dielectric. De asemenea, același efect cauzează creșterea monotonă a curentului în intervalul de timp de la 420 s până la saturație, proces care durează circa 500 s. Efectul de polarizare electrică se evidențiază bine în dependența de timp a intensității curentului, când eșantionul este supus unor cicluri repetate cu durată de 3 min la umidități relative a aerului de 42% și 90%, respectiv. Majorarea curentului în circuit la trecerea de la un ciclu de variație a umidității la altul este determinat de faptul că durată unui ciclu este mai mică decât timpul necesar pentru atingerea stării de saturație. Prin urmare, la tratamentul termic în aer la temperaturi din intervalul 1073-1093 K a plăcilor monocristaline de GaS dopate cu 0,01% at de Zn au fost obținute straturi  $n\text{-}\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-}p\text{-GaS-Zn}$  fotosensibile în regiunea lungimilor de undă  $200 < \lambda < 320$  nm. Atât fotosensibilitatea, cât și conductibilitatea electrică la iluminare cu lumină albă a stratului de  $n\text{-}\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  este funcție de concentrația vaporilor de apă din mediul în care se fac măsurările. Dependența curentului electric în circuit la umidități relative ale aerului din intervalul 42-92%, precum și de tensiunea aplicată la structura  $n\text{-}\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-}p\text{-GaS-Zn}$  la iluminare cu lumina de zi (albă) și cu radiație din banda de absorbție fundamentală a compusului  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  nanostructurat (nanofire și nanopanglici) au demonstrat că aceste structuri pot fi aplicate ca senzori de umiditate și ca receptori din regiunea UV [4].

O altă metodă fizică utilizată este fotoluminescența, care stă la baza analizei calitative a substanțelor în diferite stări de agregare, de la atomi individuali până la substanțe macromoleculare și solide. Una dintre caracteristicile fotoluminescenței constă în posibilitatea de a studia cantități foarte mici de substanță (circa  $10^{-9}$ - $10^{-10}$  g), fiind o metodă eficientă de cercetare în evidențierea diverselor transformări biologice în mediul înconjurător, în particular, în plantațiile naturale. Astfel, au fost măsurate spectrele de fotoluminescență ale frunzelor copacilor fructiferi de piersic, măr, vișin și păr cu anumite tipuri de defecte vizibile. Frunzele au fost colectate în perioada de formare a lăstarilor. De asemenea, au fost studiate spectrele respective de la radie, solzi și creieri ale peștilor întâlniți frecvent în râurile mici din Republica Moldova și România. Măsurările spectrelor de fotoluminescență au fost efectuate în timp de până la 3 ore din momentul prelevării probelor. Fotoluminescența a fost excitată cu radiație cu lungimea de undă de 337,4 nm și densitatea de  $100 \text{ mW/cm}^2$ . Spectrele de fotoluminescență pentru probele colectate într-un bazin de apă în care, prin metoda analizei atomice emisionale, s-a pus în evidență prezența ionilor de Cu, Zn și Pb, arată că la excitare cu radiația cu lungimea de undă de 337,4 nm are loc emisia luminescentă a unei benzi din intervalul spectral de la 380 nm până la 700 nm. Prin urmare, metoda fotoluminescenței a fost aplicată cu succes la caracterizarea factorilor de degradare vegetativă, iar utilizarea ei împreună cu tehnicile moderne de colectare a probelor în regim de timp real ar permite o monitorizare eficientă a poluării mediului în condițiile schimbărilor climatice.

În baza analizei datelor statistice privind emisiile substanțelor poluante în aerul atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova în perioada anilor 2015-2019 s-au evidențiat sursele mobile și staționare de emisii ale poluanților, fiind analizată dinamica și efectul nociv al acestora, precum și influența emisiilor nocive asupra mediului ambiant și sănătății populației. Astfel, s-a estimat că sursa principală de emisii poluante în aerul atmosferic reprezintă transportul auto (93%), iar sursele staționare ale agenților economici evacuează doar 7% din total, deși se atestă o micșorare a emisiilor substanțelor nocive de la transportul auto. Datele statistice mai arată că emisiile de substanțe nocive în anul 2019 sunt cu circa 10% mai mici în comparație cu emisiile în anul 2015. Pondere medie a monoxidului de carbon constituie 72% din masa tuturor emisiilor înregistrate, ceea ce reprezintă un factor de risc pentru sănătatea populației. Pondere dioxidului de azot și a hidrocarburilor în perioada analizată este de 11%, iar a dioxidului de sulf reprezintă 3% din masa

medie totală a volumului estimat al emisiilor. De asemenea, se consideră că cel mai mult contribuie la poluarea aerului agenții economice situați în regiunea de Centru (59% din cantitatea totală emisă), iar cel mai puțin – acei din zona de Sud (13%) și U.T.A. Gagauzia (3%), iar agenții economice din cele șase municipii cu populația mai mare de 25 mii de locuitori (Chișinău, Bălți, Cahul, Soroca, Ungheni și Orhei) elimină în aerul atmosferic 42% din totalul substanțelor poluante înregistrate în Republica Moldova. Dintre aceste municipii cel mai mare poluator al aerului atmosferic este municipiul Chișinău, care emană 61% din noxe, emise de sursele staționare din cele 6 municipii mai mari din republică [5]. Acest fapt indică, odată în plus, actualitatea și importanța propunerilor enunțate mai sus referitor la monitorizarea mediului în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației din municipiul Chișinău în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase.

#### 6. Diseminarea rezultatelor obținute în formă de publicații:

##### ***Articole în reviste științifice – 5***

##### ***în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS – 4***

1. SPRINCEAN, V., PALADI, A., ANDRUH, V., DANICI, A., LOZOVANU, P., PALADI, F. UAV-based measuring station for monitoring and computational modeling of environmental factors. In: *IEEE Xplore*. 2021, p.80-85, doi: 10.1109/MetroAeroSpace51421.2021.9511706, IF= 3,557.
2. BARSUK, A.A., PALADI, F. On the stability of equilibrium states of the dynamical systems in critical cases. In: *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Elsevier. 2021, vol. 569, 125787, 9 p., doi: 10.1016/j.physa.2021.125787, IF=2,924.
3. BARSUK, A.A., PALADI, F. Sensitivity analysis of the equilibrium states of multi-dimensional dynamical systems for ordinary and bifurcation parameter values. In: *European Physical Journal B*, Springer. 2021, EPJB-D-21-00581 (în tipar), IF=1,5.
4. SPRINCEAN, V., CARAMAN, M., SPATARU, T., FERNANDEZ, F., PALADI F. Influence of the air humidity on electrical conductivity of the  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GaS structure: Air humidity sensor. In: *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, Elsevier. 2021, PHYSE-D-21-01413 (în tipar), IF=3,382.

##### ***în reviste din Registrul Național al revistelor de profil (Categorie B) – 1***

5. GLADCHI, V. Dinamica poluării aerului atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova în perioada anilor 2015-2019. In: *Studia Universitatis Moldaviae, seria „Științe reale și ale naturii”*. 2021, nr. 6 (146), ISSN 1857-498X (în tipar).

##### ***Teze în culegeri științifice – 12***

##### ***în lucrările manifestărilor științifice internaționale (peste hotare) – 5***

6. PALADI, F., BARSUK, A. On the equilibrium states of thermodynamic systems in a small vicinity of the equilibrium values of parameters. In: *Book of abstracts of the 46<sup>th</sup> International Conference of the Middle European Cooperation in Statistical Physics (MECO46)*. Riga, Latvia, 2021, p.93, <https://mec46.sciencesconf.org>



7. LOZOVANU, P., PALADI, F., BULIMAGA, T. Method and equipment for taking air samples in the atmosphere. In: [Proceedings of the 25th International Exhibition of Inventions INVENTICA 2021, 23-25 June 2021, Iași, România](#). 2021, p. 237. ISSN: 1844-7880.
8. SPRINCEAN, V., PALADI, A., ANDRUH, V., DANICI, A., LOZOVANU, P., PALADI, F. UAV-based monitoring and modeling of environmental factors. In: [Proceedings of the 13th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2021, 20-22 May 2021, Iași, România](#). 2021, p. 205-206. ISSN: 2601-4564.
9. LOZOVANU, P., PALADI, F., BULIMAGA, T. Method and equipment for taking air samples in the atmosphere. In: [Proceedings of the 13th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2021, 20-22 May 2021, Iași, România](#). 2021, p. 197. ISSN: 2601-4564.
10. LOZOVANU, P., BULIMAGA, T., PALADI, F. Atmospheric air sampling process. In: [Proceedings of the 19th edition of the International Exhibition of Research, Innovations and Inventions PRO INVENT 2021, 20-22 October 2021, Cluj-Napoca, România](#). 2021, p. 259. ISSN: 2810-2789.

în lucrările manifestărilor științifice internaționale (Republica Moldova) –3

11. PAȘA, T., UNGUREANU, V., PALADI, F. Applying genetic algorithms to solve non-linear transportation problems. In: [Abstracts of the 8th International Conference „Mathematics & Information Technologies: Research and Education” \(MITRE-2021\), 01-03 iulie 2021, Chișinău, Moldova](#). 2021, p. 110-111.
12. SPRINCEAN, V., PALADI, A., ANDRUH, V., DANICI, A., LOZOVANU, P., PALADI, F. UAV-based monitoring and modeling of environmental factors. In: [Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, 17-20 noiembrie 2021, Chișinău, Moldova](#). 2021 (în tipar).
13. LOZOVANU, P., BULIMAGA, T., PALADI, F. Procedeu de recoltare a probelor de aer atmosferic. In: [Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, 17-20 noiembrie 2021, Chișinău, Moldova](#). 2021 (în tipar).

în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională – 4

14. BARSUC, A., PALADI, F. Contribuții la problema brahistocronă. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională dedicată aniversării a 75-a a Universității de Stat din Moldova „Integrare Prin Cercetare și Inovare”, Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte*. 10-11 noiembrie 2021, Chișinău, Republica Moldova. Chișinău: CEP USM, p. 215-217. CZU: 531.33.
15. BARSUC, A., PALADI, F. Построение эффективных алгоритмов численного решения трансцендентных уравнений/ Construcția algoritmilor eficiente pentru soluționarea numerică a ecuațiilor transcendente. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională dedicată aniversării a 75-a a Universității de Stat din Moldova „Integrare Prin Cercetare și Inovare”, Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte*. 10-11 noiembrie 2021, Chișinău, Republica Moldova. Chișinău: CEP USM, p. 221-223. CZU: 519.615.
16. GLADCHI, V. Poluarea aerului atmosferic de la sursele mobile pe teritoriul Republicii Moldova în anii 2015-2019. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională dedicată aniversării a 75-a a Universității de Stat din Moldova „Integrare Prin Cercetare și*

*Inovare", Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10-11 noiembrie 2021, Chișinău, Republica Moldova. Chișinău: CEP USM, p. 218-220. CZU: 504.3.054(478).*

17. SPRINCEAN, V., CARAMAN, M., BULIMAGA, T., PALADI, F. Metoda fotoluminescenței în caracterizarea factorilor de degradare vegetativă. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională dedicată aniversării a 75-a a Universității de Stat din Moldova „Integrare Prin Cercetare și Inovare”, Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10-11 noiembrie 2021, Chișinău, Republica Moldova. Chișinău: CEP USM, p. 224-226. CZU: 535.37:574.*

## 7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului

Impactul științific al proiectului este determinat de rezultatele științifice obținute, care au fost aprobate la nivel internațional prin acceptarea publicării articolelor în reviste de prestigiu cu recenzenti din domeniu din bazele de date Web of Science și SCOPUS.

Totodată, echipa de cercetători este invitată anual la Conferința internațională *IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace (IEEE MetroAeroSpace)*, care se desfășoară și sub patronajul Laboratorului de cercetări științifice „Fizica Mediului și Modelarea Sistemelor Complexe” de la USM, a se vedea: [https://ephysimlab.usm.md/?page\\_id=279&lang=ro](https://ephysimlab.usm.md/?page_id=279&lang=ro), participă la expertizarea articolelor științifice pentru reviste naționale și internaționale de profil, a proiectelor de cercetare și comunitare.

De asemenea, implementarea proiectului asigură obținerea unui substanțial efect socio-economic, determinat, în primul rând, de rezultatele generate de realizarea proiectului. Aceste rezultate se referă direct la diminuarea poluării mediului ambiant, ameliorarea sănătății populației, precum și minimizarea efectelor negative ale hazardurilor naturale și antropogene periculoase. Toate acestea, în consecință, asigură maximizarea rezultatelor economice și sociale, adică de eficientizare a activității sistemului socio-economic.

Nu în ultimul rând, cursurile susținute studenților Facultăților de Fizică și Inginerie, Chimie și Tehnologie Chimică de la Universitatea de Stat din Moldova sunt actualizate ca conținut și modernizate tehnic ca urmare și a implementării acestui proiect de cercetare. Astfel, în anul 2021 a fost înmatriculat un doctorand cu teza intitulată „*Aplicații adaptive de modelare a factorilor de mediu pentru analiza datelor și interpretarea rezultatelor monitorizării*”, au fost elaborate și implementate 3 lucrări practice în cadrul disciplinei „Bazele ecologiei” (ciclul licență) susținute la USM, precum și a fost realizată o prezentare în domeniul educației la masa rotundă din 22 iunie 2021, organizată în cadrul Conferinței internaționale *2021 IEEE Metrology for Aerospace* din Napoli, Italia.

## 8. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

Echipamentul de cercetare constituie una dintre sursele cele mai importante pentru realizarea investigațiilor științifice. Utilizarea rațională și organizată a echipamentelor, precum și achiziționarea planificată și bazată pe necesitățile cercetătorilor este cheia succesului în activitatea de cercetare. Astfel, în proiect este utilizat echipamentul performant procurat la USM în anii 2018-2019: platformă de monitorizare a mediului Flying laboratory SOWA, model SmartCity SOWA; senzori de calitate a aerului Flying laboratory SOWA; Scanner LiDAR 3D mobil RP LiDAR A3; Aparate foto multispectral Survey 3W și FLIR Vue Pro R (rata de

înregistrare 9 Hz, rezoluție 640\*512 px cu posibilitatea înregistrării, radiometric, temperatura de funcționare: -40 °C până la 80 °C); 2 drone multicopter DongYang D800-X4, RC; dronă DJI Phantom 4 Pro; platformă de testare a dronelor DronesBench Index (IDB); program pe calculator licențiat Pix4Dmapper Professional drone-mapping, perpetual software license; Printer 3D DaVinci 1.1 Plus, WIFI, camera monitoring; scanner 3D Ciclop Estop Laser; Server PY TX2550 M4 Tower, CPU 8 nuclee, min freq. 3,0 GHz, SmartCach 20 Mbm Ram 64 Gb HDD 5TB; 6 calculatoare PC Acer Nitro 50-600 cu monitoare 27” Big Screen BenQ GW2765HE QHD 1440P IPS LED; 2 notebook-uri ASUS 14.0” S410UN; 11- inch iPad Pro Wi-Fi, Cellular, 256GB; 2 tablete Samsung Galaxi Tab S2 9.7; printer MFP (multi-functional, all-in-one) Lexmarc MX 310dn; Intelligent Flight Battery for DJI Phantom 4, DJI Phantom 4 Pro, DJI Phantom 4 Pro V2.0, DJI Phantom 4 Advanced Drone, Li-Polymer, precum și prototipul aparatului și metoda de cercetare, elaborate la USM, pentru detectarea spectrelor de fluorescență și reflectanța structurilor organice și anorganice la distanță; surse de radiație laser cu lungimi de undă 405 nm, 447 nm, 532 nm și 635 nm etc. În caz de necesitate, sunt folosite și alte echipamente de cercetare performante de la USM din cadrul Laboratorului de cercetări științifice „Fizica Semiconductorilor și Dispozitivelor” și a Centrului Regional Interdisciplinar Științifico-Educațional pentru studiul materialelor avansate (CaRISMA, <http://carisma.usm.md/>), conform listei: [http://usm.md/wp-content/uploads/Echipament\\_cercetare\\_USM.pdf](http://usm.md/wp-content/uploads/Echipament_cercetare_USM.pdf).

#### 9. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului

La nivel național, pentru a spori impactul socio-economic al proiectului, s-a elaborat în 2021 un proiect comun de inovare și transfer tehnologic cu cofinanțarea Companiei PRIDE SYSTEM S.R.L. Acordul de colaborare a fost semnat în data de 22 septembrie 2020, pentru realizarea colaborării în domeniul dezvoltării unei infrastructuri moderne TIC de stocare și transmitere a datelor monitorizării și modelării factorilor de mediu. De asemenea, există o bună colaborare cu partenerii de la DanAero (Saves Grup SRL), cu participarea cărora au fost realizate prospecțiuni aeriene în regiunile de cercetare. Mai mult ca atât, acești parteneri împreună cu alți invitați participă la Atelierul științifico-practic „*Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu*” din cadrul Conferinței științifice naționale cu participare internațională „Integrare prin cercetare și inovare”, desfășurată anual la USM în luna noiembrie către Ziua Internațională a Științei pentru Pace și Dezvoltare, unde interacționează cu membrii echipei de proiect, studenți, masteranzi și doctoranzi.

#### 10. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului

Colaborarea la nivel internațional s-a realizat în cadrul cercetărilor planificate și activități invitate de colaborare științifică internațională în cadrul tematicii proiectului, la diseminarea rezultatelor și extinderea internaționalizării cercetărilor. În particular, se desfășoară cercetări și există rezultate în parteneriat cu City University of New York din SUA privind dezvoltarea algoritmilor eficienți pentru soluționarea numerică a ecuațiilor transcendente în cazul modelării sistemelor complexe, precum și în studiul sistemelor cu dimensiuni reduse. De asemenea, Università degli Studi del Sannio di Benevento din Italia este un alt partener în domeniul sistemelor de măsurare de înaltă precizie. Nu în ultimul rând, în cadrul acestei colaborări se va examina posibilitatea utilizării de către echipa de proiect de la USM a metodelor SEM și FT-IR de analiză experimentală la impurități pentru probele colectate de aer, propunându-se în acest scop procedeul nostru în curs de brevetare (CBI a2020 0085) și instalația corespunzătoare pentru

prelevarea automată la distanță cu drona a probelor de aer din atmosferă prin absorbția pe nanoclusteri de carbon și filtre din straturile atmosferice.

## 11. Dificultățile în realizarea proiectului

Putem constata că la data prezentării acestui raport nu a fost realizată licitația publică pentru procurarea din finanțarea instituțională a echipamentului de cercetare corelat cu obiectivele proiectului în anul 2021, astfel încât echipa de proiect să poată efectua setarea echipamentului nou de monitorizare a mediului și continua cercetările planificate în proiect cu referire la dinamica poluării atmosferei cu microparticule solide și gaze.

## 12. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice

1. Paladi Florentin, doctor habilitat în științe fizico-matematice, Misiunea de asistență tehnică „Predarea bazată pe cercetare: instrument pentru asigurarea calității și competitivității cooperării universitate-business”, Chișinău, 10 noiembrie 2021, <http://www.erasmusplus.md>
2. Paladi Florentin, doctor habilitat în științe fizico-matematice, 2021 IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace ([IEEE MetroAeroSpace 2021](#)), Naples, Italy, 23–25 June 2021, *UAV-based measuring station for monitoring and computational modeling of environmental factors*, comunicare orală, [https://usm.md/wp-content/uploads/Metro\\_Aero\\_Space\\_2021\\_Program.pdf](https://usm.md/wp-content/uploads/Metro_Aero_Space_2021_Program.pdf).
3. Paladi Florentin, doctor habilitat în științe fizico-matematice, Natural Sciences Department, The City University of New York, USA, 4 martie 2021, *ePhysMCS Lab teaching and research on monitoring and modelling of the environmental factors*, comunicare orală, <https://ephysimlab.usm.md/wp-content/uploads/Agenda-March-4-2021-NSD-2nd-Departmental-Meeting.pdf>

## 13. Aprecierea și recunoașterea rezultatelor obținute în proiect

1. BARSUC Alexandr, șef al Laboratorului de cercetări științifice „Fizica Mediului și Modelarea Sistemelor Complexe”, cercetător științific coordonator, *Diploma de recunoștință a Academiei de Științe a Moldovei* pentru rezultate deosebite obținute în domeniul cercetării și cu prilejul aniversării a 75-a de la fondarea Universității de Stat din Moldova, [https://ephysimlab.usm.md/?page\\_id=287&lang=ro](https://ephysimlab.usm.md/?page_id=287&lang=ro).
2. SPRINCEAN Veaceslav, cercetător științific, *Diploma Academiei de Științe a Moldovei* pentru rezultate deosebite obținute în domeniul cercetării și cu prilejul aniversării a 75-a de la fondarea Universității de Stat din Moldova, [https://ephysimlab.usm.md/?page\\_id=287&lang=ro](https://ephysimlab.usm.md/?page_id=287&lang=ro).
3. LOZOVANU, P., PALADI, F., BULIMAGA, T. *Medalie de aur*. Method and equipment for taking air samples in the atmosphere. Expoziția Europeană a Creativității și Inovării „EUROINVENT 2021”, ediția XIII online, Iași, România, 20-22 mai 2021.
4. SPRINCEAN, V., PALADI, A., ANDRUH, V., DANICI, A., LOZOVANU, P., PALADI, F. *Medalie de aur*. UAV-based monitoring and modeling of environmental factors. Expoziția Europeană a Creativității și Inovării „EUROINVENT 2021”, ediția XIII online, Iași, România, 20-22 mai 2021.
5. LOZOVANU, P., PALADI, F., BULIMAGA, T. *Medalie de argint*. Method and equipment

for taking air samples in the atmosphere. Salonul Internațional de Invenții „INVENTICA 2021”, ediția XXV online, Iași, România, 23-25 iunie 2021.

6. LOZOVANU, P., BULIMAGA, T., PALADI, F. *Medalie de argint*. Atmospheric air sampling process. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PRO INVENT, ediția a XIX-a, Cluj-Napoca, România, 20-22 octombrie 2021.
7. SPRINCEAN, V., PALADI, A., ANDRUH, V., DANICI, A., LOZOVANU, P., PALADI, F. UAV-based monitoring and modeling of environmental factors. Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, Chișinău, Moldova, 17-20 noiembrie 2021 (în proces de evaluare).
8. LOZOVANU, P., BULIMAGA, T., PALADI, F. Procedeu de recoltare a probelor de aer atmosferic. In: Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, Chișinău, Moldova, 17-20 noiembrie 2021 (în proces de evaluare).

#### 14. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media

Este sistematic actualizat site-ul oficial al proiectului, <http://ephysimlab.usm.md/>, și sunt publicate materialele de diseminare: [https://ephysimlab.usm.md/?page\\_id=50&lang=ro](https://ephysimlab.usm.md/?page_id=50&lang=ro).

De asemenea, reprezentanții mass-media au fost invitați la Atelierul științifico-practic „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu” din cadrul Conferinței Științifice Naționale cu participare internațională „Integrare prin cercetare și inovare” de la USM la data de 10 noiembrie 2021.

#### 15. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2021 de membrii echipei proiectului

SPRINCEAN Veaceslav, *Proprietățile optice și fotoelectrice ale nanocompozitelor din sulfură de galiu/seleniură de galiu-oxid propriu*, conducător științific dr.hab. Mihail Caraman, consultant științific acad. Ion Tighineanu, teza de doctor în științe fizice susținută la data de 21 septembrie 2021, <http://www.cnaa.md/thesis/57347/>.

#### 16. Materializarea rezultatelor obținute în proiect

Au fost semnate până în prezent trei acorduri de colaborare în domeniul de cercetare a proiectului, care se materializează astfel:

1. *Compania PRIDE SYSTEM S.R.L.* din Chișinău: pentru realizarea colaborării în domeniul dezvoltării unei infrastructuri moderne TIC de stocare și transmitere a datelor monitorizării și modelării factorilor de mediu. Ca rezultat, a fost elaborat în parteneriat și recent înaintat la concurs un proiect nou de inovare și transfer tehnologic intitulat „Crearea platformei eALERT pentru monitorizarea mediului în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației din Chișinău în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase”.
2. *Rezervația Naturală „Codrii”* cu sediul în s. Lozova, raionul Strășeni: pentru realizarea în parteneriat cu Secția Știință a Rezervației Naturale „Codrii” a proiectelor comune de informare și cercetare, pregătire și instruire a studenților, în funcție de interesele ambelor părți, în special cu referire la cercetarea spectrelor de reflectanță a microobiectelor biologice la distanță și monitorizarea proceselor de dezvoltare a plantelor din Rezervația Naturală „Codrii” prin măsurări ale spectrelor optice.
3. *SC Olimp Net S.R.L.* din Râmnicu Sărat, România: pentru consultanță în organizarea

cursurilor de formare în domeniul de aplicare a senzorilor și dronelor, organizarea conferințelor pe teme de actualitate în domeniul mediului și schimbărilor climatice.

#### 17. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2021

PALADI Florentin, doctor habilitat în științe fizico-matematice, Co-director de țară al proiectul internațional NATO.SPS.ATC.G5816 „*Monitoring and Protection of Critical Infrastructure Using Unmanned Systems*”, <https://ephysimlab.usm.md/spsatcg5816/>; Expert pentru reforma învățământului superior în cadrul Programului Erasmus+ al Uniunii Europene; Membru al Comisiei de concurs la doctorat, Școala Doctorală de Științe Fizice, Matematice, ale Informației și Inginerești de la USM; Membru al Colegiului de redacție al revistelor științifice: „Moldavian Journal of the Physical Sciences”; „Studia Universitatis Moldaviae”, Seria Științe exacte; „Fizica și Tehnologiile Moderne”; Membru al Comitetului științific editorial al „Revistei de Fizică Medicală” editată de Colegiul Fizicienilor Medicali din România; Recenzent: Mathematical Reviews Database of the American Mathematical Society, Complexity, Intellectus.

BARSUC Alexandr, doctor habilitat în științe fizico-matematice, Membru al Colegiului de redacție al revistei „Studia Universitatis Moldaviae”, Seria Științe exacte.

CARAMAN Mihail, doctor habilitat în științe fizico-matematice, Membru al Colegiului de redacție al revistei „Studia Universitatis Moldaviae”, Seria Științe exacte.

GLADCHI Viorica, doctor în științe chimice, Redactor-șef adjunct al revistei științifice „Chemistry Journal of Moldova”; Membru al Colegiului de redacție al revistei „Studia Universitatis Moldaviae”, Seria Științe reale și ale naturii.

#### 18. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2021 (în engleză și română)

An integrated UAV-based system composed of a drone, measuring station and a dedicated software application was developed and used for exact monitoring and computational modeling of environmental factors, such as PM-pollution, organic compounds, formaldehyde, hydrogen chloride, hydrogen cyanide etc. System functionality consists of air quality monitoring with dust and gas sensors, measurement of environmental conditions, real-time data recording in the cloud and measuring station, data recording in the form of HD movie with measurement parameters streamed online, measurement data streamed to a computer by using remote multi-channel communication Wi-Fi or GSM, and data from any period with measured parameters saved on the station and cloud service. Software application for computational modeling of environmental factors, in connection with this measuring station, which facilitates the analysis and interpretation of the monitoring results, has been developed as an integrated mobile system for exact monitoring and computational modeling of environmental factors. Thus, the exact data are used in modeling of the impact of biotic and abiotic factors during the real-time environmental monitoring process. The *eALERT* platform, which is the basis of a new concept of innovation and technology transfer, can be exploited in Chisinau municipality.

Dependences of the equilibrium states of multidimensional dynamical systems on the parameters of the dynamical system in a small neighborhood of the equilibrium values of the parameters are investigated. Cases of ordinary and bifurcation values of parameters are considered. For both cases, asymptotic representations are derived for the sensitivity formulae of the equilibrium values of parameters. Stability analysis of the equilibrium states for nonlinear

complex systems described by the Landau-type kinetic potential with two order parameters was done for two different rate processes as combinations of in series and in parallel pathways.

Structural, morphological, and chemical properties of the  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GaS compound were investigated by means of X-ray diffraction technique (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX). The results show that the photosensitivity and electrical conductivity of the *n*-type  $\beta$ -gallium oxide nanostructured layers on GaS substrate, especially the dependence of the current intensity in the circuit of  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GaS structure on the air relative humidity in the range from 42% to 92%, makes this structure highly attractive for sensing applications. Thus, the reported data are important for the development of sensors for harsh environments.

Analysis of statistical data on emissions of pollutants into the air from various sources in the Republic of Moldova was performed. Mobile and stationary sources of pollutant emissions are highlighted, the dynamics and their polluting effect are analyzed, as well as their impact of pollutant emissions on the environment and the health of the population. Atomic force microscopy (AFM) images show the presence of both small particles of 80-200 nm in size and large clusters of 2-4  $\mu$ m. Photoluminescence spectra for the samples collected in a water basin in which, by the method of atomic emission analysis, the presence of Cu, Zn and Pb ions was highlighted, show that at excitation with the radiation with the wavelength of 337.4 nm the luminescent emission of a band in the spectral range from 380 nm to 700 nm takes place. Thus, the photoluminescence method has been successfully applied to the characterization of vegetative degradation factors, and its use together with modern techniques for collecting samples in the real time regime allows an efficient monitoring of environmental pollution in the conditions of climate change.

The research results are presented in 17 publications, including 4 articles in journals from Web of Science and SCOPUS databases, at 4 international exhibitions of inventions with 2 gold and 2 silver medals, as well as an innovation and technology transfer project was submitted.

Un sistem integrat mobil format dintr-o dronă, stație de măsurare și o aplicație software dedicată a fost dezvoltat și utilizat pentru monitorizarea exactă și modelarea computațională a factorilor de mediu, cum ar fi poluarea cu particule fine solide în suspensie, compuși organici, formaldehidă, clorură de hidrogen, acid cianhidric etc. Funcționalitatea sistemului constă în monitorizarea calității aerului cu senzori de praf și gaz, măsurarea condițiilor de mediu, înregistrarea datelor în regim de timp real în cloud și pe stația de măsurare, înregistrarea datelor sub formă de imagini HD cu parametrii de măsurare transmise online, flux de date ale măsurătorilor transmise la distanță pe un calculator cu utilizarea comunicațiilor pe canale diferite de tip Wi-Fi sau GSM, precum și a datelor de măsurare din orice perioadă de timp stocate pe stație și în cloud. Aplicația software pentru modelarea computațională a factorilor de mediu, în conexiune cu această stație de măsurare, facilitează analiza și interpretarea rezultatelor monitorizării și a fost dezvoltată ca parte componentă a sistemului mobil integrat pentru monitorizarea exactă și modelarea factorilor de mediu. Astfel, valori exacte sunt utilizate la modelarea computațională a impactului factorilor biotici și abiotici în procesul de monitorizare a mediului în regim de timp real. Platforma *eALERT*, aflată la baza unui nou concept de inovare și transfer tehnologic, poate fi exploatată în raza municipiului Chișinău.

Dependențele stărilor de echilibru ale sistemelor dinamice multidimensionale de parametrii sistemului dinamic au fost investigate într-o vecinătate mică a valorilor de echilibru ale parametrilor. Sunt luate în considerație cazurile pentru valori obișnuite și de bifurcație ale

parametrilor. Pentru ambele cazuri, au fost obținute reprezentările asimptotice pentru formulele de sensibilitate ale valorilor de echilibru ale parametrilor. Analiza stabilității stărilor de echilibru pentru sistemele complexe neliniare descrise de potențialul cinetic de tip Landau cu doi parametri de ordine a fost efectuată pentru două procese distincte de tranziție ca combinații de căi în serie și în paralel.

Proprietățile structurale, morfologice și chimice ale compusului de  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaS}$  au fost investigate prin tehnica de difracție cu raze X (XRD), microscopia prin scanare electronică (SEM) și spectroscopia cu raze X cu dispersie de energie (EDX). Rezultatele pentru fotosensibilitatea și conductibilitatea electrică ale straturilor nanostructurate de  $n\text{-}\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$  pe substrat de GaS, în special dependența intensității curentului din circuitul structurii  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaS}$  de umiditatea relativă a aerului în intervalul de la 42% până la 92%, arată că acest compus este foarte atractiv pentru aplicațiile de detecție. Astfel, datele raportate sunt importante pentru dezvoltarea de senzori pentru mediile nocive.

A fost efectuată analiza datelor statistice privind emisiile de substanțe nocive în aerul atmosferic de diferite surse din Republica Moldova. Sunt evidențiate sursele mobile și staționare de emisii ale poluanților, analizată dinamica și efectul nociv ale acestora, precum și impactul emisiilor nocive asupra mediului ambiant și sănătății populației. Imaginile microscopiei de forță atomică (AFM) arată prezența atât a particulelor mici cu dimensiunea de 80-200 nm, cât și a clusterelor mari de 2-4  $\mu\text{m}$ . Spectrele de fotoluminescență pentru probele colectate într-un bazin de apă în care, prin metoda analizei atomice emisionale, s-a pus în evidență prezența ionilor de Cu, Zn și Pb, arată că la excitare cu radiația cu lungimea de undă de 337,4 nm are loc emisia luminescentă a unei benzi din intervalul spectral de la 380 nm până la 700 nm. Astfel, metoda fotoluminescenței a fost aplicată cu succes la caracterizarea factorilor de degradare vegetativă, iar utilizarea ei împreună cu tehnicile moderne de colectare a probelor în regim de timp real permite o monitorizare eficientă a poluării mediului în condițiile schimbărilor climatice.

Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în 17 publicații, dintre care 4 articole în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS, la 4 expoziții internaționale de invenție cu obținerea a 2 medalii de aur și 2 de argint, fiind înaintat și un proiect de inovare și transfer tehnologic.

## 19. Recomandări, propuneri

Doresc să mulțumesc conducerii ANCD pentru profesionalism și operativitate în soluționarea impedimentelor apărute la nivel de instituție privind gestionarea proiectului de cercetare și inovare.

Propun excluderea din structura Raportului anual al unor itemi irelevanți pentru reflectarea conținutului activității de cercetare în cadrul proiectului, cum ar fi cei reflectați la punctul 17. „Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei”.

De asemenea, anume ”materializarea rezultatelor obținute în proiect” (pct. 16) prin publicații științifice, prezentări la foruri științifice, ”produse, utilaje și servicii noi, documente ale autorităților publice aprobate” generează „impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului” (pct. 7), astfel încât formularea separată a punctelor 7 și 16 nu pare a fi justificată.

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_/PALADI Florentin

Data: 10.11.2021

LS



**Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare  
nr.71-PS din 04 ianuarie 2021**

Cifrul proiectului: 20.80009.7007.05

**I. Buget (resurse generale)**

<b>Cheltuieli, mii lei</b>				
<b>Denumirea</b>	<b>Cod</b>		<b>Anul de gestiune 2021</b>	
	<b>Eco (k6)</b>	<b>Aprobat</b>	<b>Modificat +/-</b>	<b>Precizat</b>
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	439,1		439,1
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii	212100	105,4		105,4
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	8,5		8,5
<b>Total</b>		<b>553,0</b>		<b>553,0</b>

**II. Cofinanțare (venituri colectate interne)**

<b>Cheltuieli, mii lei</b>				
<b>Denumirea</b>	<b>Cod</b>		<b>Anul de gestiune 2021</b>	
	<b>Eco (k6)</b>	<b>Aprobat</b>	<b>Modificat +/-</b>	<b>Precizat</b>
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	27,7		27,7
Servicii de protocol	222920	1,0		1,0
Servicii neatribuite altor alineate	222990	0,4		0,4
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	20,9		20,9
<b>Total</b>		<b>50,0</b>		<b>50,0</b>

Conducătorul organizației \_\_\_\_\_ / ȘAROV Igor

Contabil șef \_\_\_\_\_ / COJOCARU Liliana

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_ / PALADI Florentin

Data: \_\_\_\_\_

LȘ

### Componența echipei proiectului Monitor3D

Cifrul proiectului **20.80009.7007.05**

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Paladi Florentin	1971	dr.hab.	0,5	04.01.2021	
2.	Caraman Mihail	1941	dr.hab.	0,5	04.01.2021	
3.	Borsuc Alexandr	1944	dr.hab.	0,5	04.01.2021	
4.	Lozovanu Petru	1960	dr.	0,5	04.01.2021	
5.	Chirița Arcadii	1964	dr.	0,5	04.01.2021	Transfer pe 0,25 un. din 01.07.2021
6.	Gladchi Viorica	1964	dr.	0,5	04.01.2021	
7.	Bulimaga Tatiana	1973		0,5	04.01.2021	
8.	Sprincean Veaceslav	1980		0,5	04.01.2021	
9.	Savva Marianna	1990		0,5	04.01.2021	
10.	Andruh Vasili	1995		1,0	04.01.2021	Transfer pe 0,5 un. din 12.04.2021

Pondere tinerilor (%) din numărul total al executorilor <b>conform contractului de finanțare</b>	20%
--	-----

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2021					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.	Jalencu Marian	1970	dr.	0,25	01.10.2021

Pondere tinerilor (%) din numărul total al executorilor <b>la data raportării</b>	18,2%
---	-------

Conducătorul organizației \_\_\_\_\_ / ȘAROV Igor

Contabil șef \_\_\_\_\_ / COJOCARU Liliana

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_ / PALADI Florentin

Data: \_\_\_\_\_

LS