

RECEPȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2024

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2024

RAPORT ȘTIINȚIFIC FINAL
pentru perioada 2020-2023
privind implementarea proiectului din cadrul
Programului de Stat (2020-2023)

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

Cifrul proiectului 20.80009.7007.05

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

/ Rectorul USM

ȘAROV Igor



Consiliul științific/Senatul

STEPANOV Georgeta

Conducătorul proiectului

SPRINCEAN Veaceslav

L.Ș.

Chișinău 2024

CUPRINS:

1. Scopul, obiectivele și rezultatele planificate și realizate pe parcursul anilor 2020-2023
2. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute
3. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect 2020-2023
4. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în limba română (Anexa nr. 1)
5. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în limba engleză (Anexa nr. 1)
6. Lista publicațiilor științifice pentru perioada 2020-2023 (Anexa nr. 2)
7. Volumul total al finanțării proiectului pentru perioada 2020-2023 (Anexa nr. 3)
8. Componenta echipei pe parcursul anilor 2020-2023 (Anexa nr. 4)
9. Raportarea indicatorilor (Anexa nr. 5)

1. Scopul proiectului

- **Documentarea pe teren** a echipei de proiect cu informația necesară începerii măsurărilor, configurarea echipamentului modern pe teren, colectarea informației metrologice și prelucrarea pe calculator a datelor experimentale. **Cartografierea 3D** a terenului și identificarea exactă a surselor de poluare, determinarea dinamicii poluării atmosferei cu microparticule solide și gaze. Diseminarea proiectului și a rezultatelor obținute.
- **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.
- **Radiații laser în studii de mediu.** Aplicarea metodei noi bazate pe excitația spectrelor de fluorescență sub influența radiațiilor laser în studii de mediu. Determinarea locației surselor de poluare a mediului și impactul lor asupra componentelor de mediu ca rezultat al activității antropogene. Colectarea și analiza datelor. Brevetarea rezultatelor cercetărilor. **Legități cinetice de mediu.** Modelarea intensității proceselor de creștere/ reducere a poluării corelată cu dinamica factorilor de mediu. Prezentarea publică a rezultatelor cercetărilor.
- **Măsurări cu implicarea surselor de radiație.** Determinarea regiunilor cu potențial sporit de poluare a atmosferei cu gaze toxice și microparticule solide prin măsurări fizice cu implicarea surselor de radiație. Brevetarea rezultatelor cercetărilor. **Generalizarea rezultatelor.** Publicarea articolelor în reviste științifice indexate ISI cu factor de impact. Generalizarea rezultatelor studiilor, formularea propunerilor pentru planul de activitate pe viitor.

2. Obiectivele proiectului 2020–2023

1. Identificarea locațiilor pentru verificări ale metodelor de măsurare a parametrilor factorilor de mediu. În rezultatul documentării pe teren, se va stabili locația pentru măsurări metrologice, căile de acces și, ulterior, localizarea coordonatelor pentru efectuarea măsurărilor metrologice cu aplicarea UAV.
2. Stabilirea modului de colectare a probelor și a informației metrologice, precum și de extragere și prelucrare pe calculator a datelor.
3. Localizarea sursele cu efect negativ asupra factorilor de mediu în perimetrul teritoriului monitorizat, precum și locația surselor potențiale de poluare a atmosferei în baza cartografierii 3D pe terenul experimental (de referință) comparabile după caracteristici cu cele de pe terenul supus monitorizării. Identificarea limitelor în care pot fi obținute rezultatele experimentale.
4. Determinarea activităților, factorilor și tehnologiilor care pot contribui la degradarea suprafeței solului, poluarea atmosferei și a apei din bazinele acvatice mici. Stabilirea dinamicii poluării atmosferei cu microparticule solide și gaze în funcție de condițiile meteorologice.
5. Elaborarea și diseminarea site-ului proiectului. Organizarea atelierul științifico-practic din cadrul Conferinței științifice naționale cu participare internațională „Integrare prin cercetare

- și inovare” de la USM, cu participarea în format mixt a membrilor echipei de proiect, partenerilor de dezvoltare, studenților, masteranzilor și doctoranzilor.
6. 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.
 7. 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.
 8. 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.
 9. 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).
 10. 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.
 11. 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.
 12. Dezvoltarea unui procedeu nou de colectare a particulelor solide de poluanți din aer cu dimensiuni nano- și micrometrice.
 13. Dezvoltarea unei tehnici noi de înregistrare a fluorescenței plantelor sub excitație laser de la distanță, folosind aparate de zbor fără pilot.
 14. Stabilirea dinamicii poluării atmosferei cu microparticule solide și gaze în municipiul Chișinău, fiind identificate potențialele focare cu impact de mediu.
 15. Modelarea stabilității sistemelor complexe. Dezvoltarea componentei aplicației de modelare pe calculator pentru prognozarea hazardurilor naturale periculoase. Rezolvarea riguroasă a problemei brahistocronei cu aplicarea calculului variațional și reprezentarea soluțiilor în forma parametrică.
 16. Utilizarea microscopiei de forță atomică (*Atomic Force Microscopy*, AFM) și a măsurărilor spectrale de fluorescență în calitate de metode 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).
 17. Actualizarea și diseminarea site-ului proiectului, a rezultatelor acestuia și extinderea colaborărilor științifice internaționale. Formularea și înaintarea proiectelor noi cu scopul extinderii colaborării internaționale.
 18. Organizarea la USM a Simpozionului științifico-practic internațional „Monitorizarea și protecția infrastructurii critice cu ajutorul sistemelor fără pilot”, în parteneriat cu

Universitatea din Žilina (Slovacia), Universitatea Sannio din Benevento (Italia), Universitatea Sapienza din Roma (Italia), cu prezentarea tehnologiilor inteligente de ultimă generație în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu, precum și în prognozarea hazardurilor naturale și antropogene periculoase.

19. Organizarea Atelierului științifico-practic „*Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu*”, ediția III, 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.
20. Aplicarea procedurii nou de colectare a particulelor solide de poluanți din aer cu dimensiuni nano- și micrometrice și publicarea rezultatelor cercetărilor. Brevetarea instalației și a procedurii elaborat.
21. Determinarea regiunilor cu potențial sporit de poluare a atmosferei cu gaze toxice și microparticule solide prin măsurări fizice cu implicarea surselor de radiație.
22. Stabilirea dinamicii poluării atmosferei cu microparticule solide și gaze în municipiul Chișinău, fiind identificate potențialele focare cu impact de mediu.
23. Modelarea stabilității sistemelor complexe. Publicarea soluțiilor exacte ale problemei brahistocronei și problemei aerodinamice a lui Newton, cu aplicarea calculului variațional și reprezentarea soluțiilor în forma parametrică.
24. Utilizarea microscopiei de forță atomică (*Atomic Force Microscopy*, AFM) și a măsurătorilor spectrale de fluorescență în calitate de metode de analiză experimentală la impurități pentru probele colectate de aer.
25. Actualizarea și diseminarea site-ului proiectului, a rezultatelor acestuia și extinderea colaborărilor științifice internaționale.
26. Organizarea Atelierului științifico-practic „*Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu*”, ediția IV, 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.
27. Valorificarea colaborărilor internaționale ale echipei de proiect prin noi publicații comune și înaintarea de noi proiecte de cercetare internaționale în domeniul tehnologiilor inteligente de ultimă generație în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu, precum și în prognozarea hazardurilor naturale și antropogene periculoase.
28. Generalizarea rezultatelor cercetărilor, formularea și înaintarea noului proiect de cercetare (subprogram) pentru perioada 2024-2027.

3. **Rezultate planificate** conform proiectului depus

1. Documentarea echipei de proiect și stabilirea modului de colectare a probelor și a informației metrologice, precum și de extragere și prelucrare pe calculator a datelor.
2. Elaborarea site-ului proiectului și a materialelor de diseminare planificate.
3. Cartografierea 3D a terenului experimental (de referință) cu suprafața de 3 ha a laboratorului „Metrologia mediului ambiant și astronomie” (s.Lozova, raionul Strășeni) și identificarea exactă a surselor de poluare a aerului.

4. Efectuarea măsurărilor pe teren în plan orizontal și de la înălțime. Stabilirea graficului și tipului măsurărilor: temperatură, presiune, umiditate, compoziția și concentrația gazelor emise în atmosferă, poluarea atmosferei cu microparticule solide $PM_{2.5}$ și PM_{10} . Integrarea rezultatelor măsurărilor parametrilor factorilor de mediu cu fotogrametria Pix4D a terenului experimental.
5. Dezvoltarea componentei aplicației de modelare pe calculator pentru prognozarea hazardurilor naturale periculoase.
6. Dezvoltarea metodelor parametrice de modelare a stabilității sistemelor complexe.
7. Dezvoltarea metodei de înregistrare a spectrelor de reflectanță prin tehnici de teledetecție cu aplicare în domeniul de cercetare a proiectului.
8. Organizarea 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 2020”. Prezentarea și diseminarea rezultatelor proiectului și extinderea colaborărilor în domeniul de cercetare a proiectului în baza unor acorduri noi de colaborare.
10. 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 mediul înconjurător, în particular, în municipiile Republicii Moldova și în plantații naturale.
11. 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.
12. 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 $PM_{2.5}$ și PM_{10} . Integrarea rezultatelor măsurărilor parametrilor factorilor de mediu cu fotogrametria Pix4D a terenului experimental.
13. Dezvoltarea metodelor parametrice de modelare a stabilității sistemelor complexe.
14. Aplicarea AFM pe probele de microparticulele solide colectate din atmosferă.
15. Cercetarea influenței umidității aerului asupra conductibilității electrice a structurii $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaS}$.
16. Gestionarea site-ului proiectului și a materialelor de diseminare.
17. 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.
18. Publicarea rezultatelor cercetărilor. Participarea la Salonul Internațional de Inventică „EUROINVENT 2021”. Prezentarea și diseminarea rezultatelor proiectului, precum și consolidarea colaborării în domeniul de cercetare a proiectului în baza acordurilor de colaborare semnate în anul 2021.
29. Dezvoltarea unui procedeu nou de colectare a particulelor solide de poluanți din aer cu dimensiuni nano- și micrometrice.
30. Dezvoltarea unei tehnici noi de înregistrare a fluorescenței plantelor sub excitație laser de la distanță, folosind aparate de zbor fără pilot.

31. Stabilirea dinamicii poluării atmosferei cu microparticule solide și gaze în municipiul Chișinău, fiind identificate potențialele focare cu impact de mediu.
32. Modelarea stabilității sistemelor complexe. Dezvoltarea componentei aplicației de modelare pe calculator pentru prognozarea hazardurilor naturale periculoase. Rezolvarea riguroasă a problemei brahistocronei cu aplicarea calculului variațional și reprezentarea soluțiilor în forma parametrică.
33. Utilizarea microscopiei de forță atomică (*Atomic Force Microscopy*, AFM) și a măsurătorilor spectrale de fluorescență în calitate de metode 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).
34. Actualizarea și diseminarea site-ului proiectului, a rezultatelor acestuia și extinderea colaborărilor științifice internaționale. Formularea și înaintarea proiectelor noi cu scopul extinderii colaborării internaționale.
35. Organizarea la USM a Simpozionului științifico-practic internațional „Monitorizarea și protecția infrastructurii critice cu ajutorul sistemelor fără pilot”, în parteneriat cu Universitatea din Žilina (Slovacia), Universitatea Sannio din Benevento (Italia), Universitatea Sapienza din Roma (Italia), cu prezentarea tehnologiilor inteligente de ultimă generație în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu, precum și în prognozarea hazardurilor naturale și antropogene periculoase.
36. Organizarea Atelierului științifico-practic „*Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu*”, ediția III, 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.
37. Efectuarea măsurărilor de reflexie, refracție, difuzie a radiației în vizibil cu implicarea atât a surselor naturale de radiație, cât și a surselor cu monocromaticitate înaltă, a compoziției atmosferei și a microimpurităților solide din atmosferă.
38. Publicarea monografiei colective a Simpozionului științifico-practic internațional „NATO Science Series”.
39. Cartografierea terenului supus monitorizării în plan de distribuire a stării suprafeței solului și a bazinelor de apă, de distribuție a gradientului de temperatură, de amplasare a zonelor cu potențial sporit de poluare a atmosferei cu gaze toxice și microparticule solide.
40. Măsurarea spectrelor de fotoluminescență ale frunzelor de pomi fructiferi și de viță de vie. Spectrele respective vor servi ca indicatori de bază în studiile factorilor de mediu prin metode optice.
41. Dezvoltarea în continuare a metodelor parametrice și a calculului variațional de modelare a stabilității și dinamicii sistemelor complexe.
42. Organizarea ediției a IV-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.
43. Gestionarea site-ului proiectului și a materialelor de diseminare în format electronic. Prezentarea și diseminarea rezultatelor proiectului, precum și consolidarea colaborării internaționale în domeniul de cercetare a proiectului.

44. Publicarea rezultatelor cercetărilor. Participarea la saloane internaționale de invenție și transfer tehnologic.
45. Elaborarea și înaintarea de noi proiecte de cercetare, inclusiv a noului proiect de cercetare (subprogram) pentru perioada 2024-2027.

4. Rezultatele obținute

A fost obținut brevetul de invenție nr. 1706 din 31.07.2023 „Dispozitiv și procedeu de colectare a particulelor solide de poluanți din aer”. Autori: Arcadi Chirița, Veaceslav Sprincean, Florentin Paladi. Titularul drepturilor patrimoniale: Universitatea de Stat din Moldova. Invenția respectivă se referă la identificarea factorilor care poluează atmosfera, în particular la colectarea particulelor solide de poluanți din aer, și poate fi utilizată pentru monitorizarea calității mediului. Particule au fost colectate în vecinătatea străzii A.Mateevici nr. 60 din orașul Chișinău cu o circulație intensă a autovehiculelor. În stadiul inițial, plachetele de siliciu monocristalin sunt îndepărtate din dispozitivul de colectare și particulele de poluanți sunt examinate folosind un microscop optic cu mărire de $1200\times$, fiind posibil să se determine destul de exact dimensiunea particulelor, forma și densitatea lor de pe suprafața plachetei. Unul dintre avantajele importante ale metodei propuse este că aceleași probe pot fi examinate folosind microscopul de forță atomică (AFM) fără vreo prelucrare suplimentară. Locațiile pe plachetă, care urmează să fie examinate folosind AFM, au fost selectate pe baza examinării microparticulelor folosind microscopul optic. Astfel, microscopia optică permite evaluarea nu numai a dimensiunii particulelor de poluanți, în acest studiu ele având dimensiuni în intervalul 80-150 nm și înălțimi în intervalul 80-200 nm, dar și a locației acestora. În general, studiile care utilizează AFM fac posibilă determinarea destul de precisă a dimensiunilor particulelor colectate folosind metoda propusă.

Imaginile AFM ale particulelor solide de poluanți confirmă dimensiunile din intervalul 80-150 nm și înălțimi în intervalul 80-200 nm. Mai mult ca atât, imaginile de topografie la măsurătorile AFM efectuate în modul PinPoint pe probele colectate cu setări pentru lucrul în non-contact și cu interacțiune 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. Totodată, s-au obținut imagini AFM a clusterilor de poluanți cu dimensiuni cuprinse în intervalul 1-3 μm și înălțimea de până la 0,8 μm . Examinarea particulelor cu dimensiuni mai mari permite să cercetăm detalii fine ale fiecărei particule individuale. Astfel, a fost obținută imaginea AFM a clusterelor formați din particulele respective de poluanți cu dimensiuni cuprinse în intervalul 1-3 μm și înălțimea de până la 0,8 μm , precum și imaginea AFM a unei părți din suprafața unui astfel de cluster de particule cu dimensiuni cuprinse în intervalul 50-80 nm. Microparticulele respective se pot distinge individual pe baza luminiscentei acestora. În cazul metodei RCM contrastul este determinat de intensitatea emisă de particulă într-un anumit domeniu spectral, iar în cazul metodei FLIM – de timpul de viață de fluorescență. Pe de altă parte, măsurătorile FLIM arată clar că unele particule individuale prezintă timpi de viață de fluorescență compozit și aceste diferențe pot fi explicate prin compoziția, originea sau alte aspecte legate de particulele solide de poluanți. În continuare a fost aplicată microscopia imagistică cu fluorescență pe parcursul timpului vieții (FLIM). La această etapă a cercetării, scopul principal a fost de a demonstra posibilitatea identificării poluanților solizi colectați în atmosferă prin utilizarea metodei FLIM, care este o tehnică de imagistică folosită pentru a monitoriza interacțiunile dintre molecule în perioade scurte. Studiile au fost

efectuate pe sistemul de microscop cu fluorescență confocală cu rezoluție în timp MicroTime200 (PicoQuant, Germania) folosind pentru excitare o diodă laser 405 nm (rată de repetiție 40 MHz), obiectiv 40×/NA = 0,65 și emisie cu filtru HQ430LP (Semrock, SUA). Au fost obținute imaginile particulelor colectate din atmosferă pe un substrat de siliciu monocristalin și au fost calculate histogramele timpului de viață extrase pentru imaginile FLIM înregistrate. Capacitatea de a măsura schimbările într-un interval scurt de timp (picosecunde, nanosecunde) face ca FLIM să fie o metodă utilă în analiza structurii biomoleculare. Prin urmare, metoda propusă face posibilă colectarea micro- și nano-particulelor solide de poluanți din atmosferă direct pe o placă de siliciu monocristalin, fără utilizarea de filtre suplimentare sau schimbarea formei și dimensiunii particulelor. Acest lucru permite ca particulele să fie examinate imediat după colectare folosind microscopia optică, microscopia de forță atomică și microfluorescența.

Locația surselor de poluare a mediului, a compoziției și concentrației gazelor emise în atmosferă, a timpului și periodicității acestor emisii sunt determinate în continuare 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, fiind efectuate măsurători în regim de timp real ale concentrațiilor compușilor de clorură de hidrogen (HCl), formaldehidă (CH₂O), acid cianhidric (HCN), a compușilor organici volatili (VOCs), precum și particulele fine (pulberile) în suspensie, PM_{2.5} și PM₁₀. Mai mult ca atât, această inovație în monitorizarea exactă a mediului a stat la baza unei noi colaborări internaționale, fiind înaintat proiectul „Tehnologii Avansate pentru Monitorizarea și Analiza Mediului”, în cadrul căruia o nouă componentă a platformei USM *eALERT* (<https://ealert.md>) ar urma să fie instalată la universitatea parteneră din Istanbul, cu scopul de a împărtăși datele de monitorizare a mediului din ambele orașe, pentru a avansa în continuare în procesarea comună a datelor mari și pentru a dezvolta tehnici de prognoză bazate pe noul sistem informațional de ultimă generație. Totodată, expertiza echipei noastre de cercetători permite cartografierea calității aerului prin determinarea dimensiunii și naturii microparticulelor din atmosferă, determinarea locației surselor de poluare a mediului, a compoziției și concentrației gazelor emise, a timpului și periodicității acestor emisii etc. Rezultatele studiilor de caz locale urmează a fi utilizate pentru elaborarea de recomandări către beneficiari și factorii de decizie. Metodologia utilizată este unică și nu există alte cercetări similare care să combine dezvoltarea sistemelor IT cu monitorizarea în timp real a mediului, teorie, modelare și simulare computerizată, tehnică bazată pe UAV și metode fizice avansate de colectare și caracterizare a poluanților din aer. A mai fost propus un procedeu nou 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. Esența procedurii constă în filtrarea forțată a aerului atmosferic printr-un filtru fibros instalat într-un container, caracterizat prin aceea că filtrarea suplimentară se efectuează printr-un al doilea filtru din nanoclusteri de carbon, care prealabil, împreună cu containerul, sunt supuse tratamentului termic în vid, containerul se menține vidat până la prelevarea probei de aer, ulterior separat se extrag impuritățile reținute de filtrul fibros cu dizolvanți și de filtrul cu nanoclusteri de carbon prin desorbția termică, transportarea instalației pe traseu la locul prelevării, înregistrarea coordonatelor și dirijarea procesului de prelevare se realizează cu ajutorul unei drone. Rezultatul tehnic al invenției constă în majorarea productivității și reducerea costurilor pentru procesul de prelevare a probelor de aer din atmosferă.

A fost realizat studiul de stabilitate a stărilor de echilibru pentru sistemele dinamice în conformitate cu teoria stabilității în sens Liapunov, care 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. Este analizat prin prisma modelului propus și sistemul complex Lotka–Volterra. Este publicată și rezolvarea riguroasă a problemei brahistocroniei. Brahistocrona (în greacă: βράχιστος (brákhistos) - cel mai scurt, χρόνος (khronos) - timp) este o curbă în plan vertical, de-a lungul căreia un punct material, care se mișcă fără frecare sub acțiunea gravitației, parcurge în cel mai scurt timp distanța între două puncte date. Pornind de la studiile experimentale ale lui Galileo Galilei (1638) și formularea matematică a lui Johann Bernoulli (1696), această problemă atrage atenția savanților până în zilele noastre. Rezolvarea riguroasă a problemei Brahistocroniei cu aplicarea calculului variațional și reprezentarea soluțiilor în forma parametrică este publicată de prestigioasa revistă „International Journal of Non-Linear Mechanics” cu factorul de impact 3.336. Rezultatul obținut a devenit în scurt timp unul de referință în domeniu, fiind deja înregistrate mai multe citări în reviste internaționale din domeniu. Totodată, recent a fost publicat cu acces deschis și articolul consacrat soluționării problemei aerodinamice a lui Newton în revista internațională „Heliyon: Physical and Applied Sciences” cu factorul de impact 3.776. Aceste rezultate științifice fundamentale au fost implementate la cursul „Modelarea sistemelor complexe”, susținut la ciclul 2, masterat, în cadrul Facultății de Fizică și Inginerie de la USM.

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). Rezultatele publicate în anul 2022 au fost recunoscute și înalt apreciate de experții internaționali: „*Sprincean et al. [134] made a $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{GaS}:\text{Zn}$ nanostructured room temperature humidity sensor, which demonstrated acceptable sensitivity on the air relative humidity in the range from 42 to 92% and stable static characteristics over 6 months.* (pagina 21)”. În: Jun Zhu et.al „Gallium Oxide for Gas Sensor Applications: A Comprehensive Review”, Materials 15 (2022) 7339, 36 p., <https://doi.org/10.3390/ma15207339>. Astfel, 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 mm^2 mărginită de doi electrozi din In. Grosimea structurii $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaS}$ este de $78\text{ }\mu\text{m}$. Rezultatele de bază descrise în acest articol sunt următoarele: Intensitatea curentului prin eșantion a fost de circa $1,8 \cdot 10^{-11}\text{ A}$ la tensiunea de 20 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 min până la circa $8 \cdot 10^{-12}$ A. La majorarea umidității relative a aerului până la 92% se observă o majorare de aproape 10 ori a curentului timp de circa 40 s, după care intensitatea curentului monoton crește și după circa 500 s atinge starea staționară de $1,4 \cdot 10^{-10}$ A. Micșorarea intensității curentului prin eșantion în primele 5 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 durata 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 durata 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.

A fost dezvoltată o tehnică de înregistrare a fluorescenței plantelor sub excitație laser de la distanță, folosind aparate de zbor fără pilot. Au fost 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. Pentru a supraveghea plantațiile respective se folosesc imaginile obținute de la distanță cu ajutorul aparatelor de zbor fără pilot (UAV - *Unmanned Aerial Vehicle*) dotate cu accesorii de înregistrare a intensității radiației solare împrăștiată sau a radiației luminescente emise de plante. UAV-ul a fost programat să se ridice deasupra coroanei copacilor și cu ajutorul camerei HD a fost selectat obiectul pentru cercetare, după care a fost pornită camera multispectrală și obiectul studiat a fost scanat cu radiație laser cu lungime de undă 405 nm. După efectuarea acestui experiment pe platforma UAV-ului, în locul laserului de 405 nm a fost montat un alt dispozitiv laser cu lungimea de undă 450 nm și au fost efectuate studii similare. Camera multispectrală MAPIR Survey3 înregistrează imagini în regiunile verde, roșu și infraroșu apropiat ale spectrului, ceea ce exclude influența radiației laser din regiunile violet (405 nm) și albastru (450 nm) ale spectrului asupra semnalului de fluorescență. În locul scanării cu laser se observă o suprapunere a semnalului de fluorescență pe lumina solară reflectată pe suprafața frunzelor. Ulterior, imaginile obținute sunt prelucrate la calculator folosind software unei camere digitale multispectrale.

În calitate de receptori se folosesc fotodetectori cu bandă largă de sensibilitate pe bază de Si. Fotosensibilitatea acestor detectori acoperă intervalul spectral de la 250 nm până la circa 1200 nm cu maxim de sensibilitate în regiunea 880-920 nm. Îngustarea benzii de fotosensibilitate se realizează cu ajutorul filtrelor optice absorbționale sau interferențiale. Atât reflexia, cât și fotoluminescența eșantioanelor sunt determinate de tranzițiile electronice în macromoleculele componente ale acestora. Fiecare tip de molecule, conform principiului Franck-Condon, dispune de un anumit ansamblu de benzi vibraționale componente ale spectrului electronic de intensitate

maximală. Varietatea tipurilor de molecule din plante conduce la faptul că benzile caracteristice se combină formând un spectru integral corespunzător stării plantelor. În studiile noastre se obțin spectrele de reflexie difuză și de fotoluminescență ale frunzelor viței de vie pe parcursul perioadei de vegetație, adică în perioada lunilor mai-septembrie. Astfel, spectrele de reflexie difuză au fost înregistrate cu ajutorul sferei integrate. În calitate de etalon s-a folosit pulberea de BaO. Spectrul de reflexie a frunzelor fără defecte vizibile în regiunea spectrală 400÷800 nm conține două benzi cu maxime la lungimea de undă (560÷570) nm și alta cu maxim la 780 nm. În intervalul spectral 400÷500 nm coeficientul de reflexie este mai mare de 5%. Un minim de reflexie cu $R_{dif} \approx 6\%$ este localizat la lungimea de undă a radiației incidente de 690 nm. Informație suplimentară despre starea plantelor de pomi fructiferi și de viță de vie s-a obținut și din spectrele de fotoluminescență. Fotoluminescența eșantioanelor din frunze de persic, măr, prun și viță de vie a fost excitată cu radiația ultravioletă (UV) cu lungimea de undă 337,4 nm și radiația violetă cu $\lambda=405$ nm. Spectrele frunzelor colectate la începutul perioadei de vegetație (15÷20) mai conțin o bandă largă de emisie în intervalul lungimilor de undă 400÷680 nm cu un maxim de intensitate în intervalul lungimilor de undă 450÷480 nm. Odată cu gradul de degradare a frunzelor, intensitatea acestei benzi se micșorează. Totodată este prezentă o bandă de FL în regiunea de frontieră roșu-infraroșu apropiat (670÷850) nm. Pe conturul acestei benzi se evidențiază un platou la 680 nm și două maxime de intensitate la 695 nm, precum și altul la circa 740 nm. După cum au demonstrat multiplele măsurători ale spectrelor de luminescență, structura acestei benzi FL și corelația dintre intensitățile sub-benzilor sunt criterii veridice de caracterizare a stării de vegetație. Structura benzii FL din regiunea vizibilă practic nu se modifică pronunțat la excitare cu radiația cu lungimea de undă 405 nm. Totodată, la o asemenea excitare se evidențiază bine particularitățile benzii din regiunea roșu-IR apropiat.

Totodată, implementarea în continuare de către echipa de proiect a platformei de monitorizare *eALERT* va asigura diminuarea poluării mediului ambiant, ameliorarea sănătății populației, precum și minimizarea efectelor negative ale hazardurilor naturale și antropogene periculoase. Mai mult ca atât, expertiza echipei noastre de cercetători permite cartografierea calității aerului prin determinarea dimensiunii și naturii microparticulelor din atmosferă, determinarea locației surselor de poluare a mediului, a compoziției și concentrației gazelor emise, a timpului și periodicității acestor emisii etc. Prin urmare, de la avertizarea calitativă a populației pe termen scurt și mediu prin enunțarea codurilor de alertă se trece la un sistem modern de avertizare în timp real în dependență de manifestarea într-un moment concret de timp a hazardurilor naturale și antropogene periculoase.

5. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului (obligatoriu)

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. Echipa de cercetători a fost invitată să participe la organizarea evenimentului 2023 IEEE International Workshop on Technologies for Defense and Security, desfășurat și sub patronajul Laboratorului nostru de cercetări științifice „Fizica Mediului și Modelarea Sistemelor Complexe”, <https://www.techdefense.org>. 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. Membrii echipei de proiect 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 și masteranzilor de la Facultatea de Fizică și Inginerie a Universității de Stat din Moldova sunt actualizate ca conținut și modernizate tehnic ca urmare și a implementării acestui proiect de cercetare, iar un doctorand înmatriculat în anul 2021, care este și membru al echipei de proiect, continuă cercetările la teza de doctorat intitulată *„Aplicații adaptive de modelare a factorilor de mediu pentru analiza datelor și interpretarea rezultatelor monitorizării”*. Totodată, potențialul comercial este determinat și de posibilitatea reală a comercializării licenței neexclusive pentru exploatarea celor două brevete de invenție obținute.

6. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului (opțional)

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 2018-2021: 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, 450 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.

7. Colaborare la nivel național/ internațional în cadrul implementării proiectului

La nivel național, pentru a spori impactul socio-economic al proiectului, s-a implementat în 2022 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. În baza proiectului de inovare și transfer tehnologic „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”, cu cifrul 22.80015.7007.262T, s-a realizat în parteneriat crearea platformei *eAlert*, fapt care necesită o experiență practică vastă în domeniile *Industrial Internet of things* (abr: *IIoT*) și soluții bazate pe tehnologia LoRaWAN, de proiectare, implementare și gestionare a rețelelor transport de date fără fir LPWAN, precum și creării infrastructurilor IT&C hiperconvergente scalabile, pentru a atinge puterea de calcul necesară la cerere a resurselor sistemului informatic și capabile să ia decizii informate, disponibilitate ridicată a capacității de stocare pentru agregarea masivelor de date de telemetrie pe lungă durată. Însăși etimologia denumirii *eALERT* este: *e* - *environment* (în engleză - *mediu*), *ALERT* - *alert* (în engleză - a alerta, a avertiza). *eALERT* reprezintă, în primul rând, o rețea fără fir LPWAN compusă din dispozitive finale inteligente de tip *IIoT* în continuare “noduri”, care transmit redundand date de telemetrie direct către stațiile de bază (în engleză - *Gateway*) dotate cu surse de alimentare autonome și memorie pentru stocare locală care acestea la rândul său le transferă la serverul de rețea. Inițial se propune o topologie a rețelei fără fir (în engleză - *Wireless*) de tip stea bazată pe tehnologia LoRaWAN, care ulterior, odată cu lărgirea zonelor geografice și majorarea semnificativă a nodurilor, se va transforma în una *multihop*, formând rețele „*wireless mesh*”. Fluxul de date de telemetrie de pe stații sunt transmise în regim de timp real prin rețeaua LoRaWAN către serverul de rețea. Prin serverul de aplicații securizat al platformei informaționale *eALERT* se pot accesa aplicațiile care consumă datele de la noduri prin serverul de rețea și le afișează în UI (în engleză - *User Interface*) în așa fel încât să ofere informațiile cele mai relevante pentru beneficiari. Totodată, beneficiarii care dispun de propriile sisteme informaționale opțional pot accesa bidirecțional prin API (în engleză - *Application Programming Interface*) datele de pe platforma *eALERT*. Comunicarea bidirecțională oferă acces beneficiarilor (organizații de stat și/sau private etc.) la datele și informațiile din sistem. Este posibilă și expedierea directă de alerte atât acestor entități, cât și persoanelor fizice din lista de beneficiari. Astfel, informarea instantanee a populației din Chișinău în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase se face prin expedierea de mesaje SMS la lista de abonați. Mai mult ca atât, funcționalitatea platformei *eALERT* este scalabilă, fapt ce permite expedierea și altor avertizări sau informații solicitate de beneficiari în regim de timp real, prin colaborare cu alte structuri guvernamentale, cum ar fi Direcția generală asistență socială și sănătate a Primăriei Chișinău, Inspectoratul General pentru Situații de Urgență, Agenția de Mediu și Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova. Mai mult ca atât, în anul 2023 a fost publicat „Ghidul de utilizare a platformei *eALERT*”, care este o lucrare științifico-metodică destinată instruirii personalului Inspectoratului General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne, Direcției generale asistență socială și sănătate a Primăriei Chișinău, Inspectoratului pentru Protecția Mediului, Serviciului Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova, dar și altor beneficiari cointeresați în utilizarea cu succes a platformei *eALERT*, pentru

care se vor organiza cursuri de instruire conform acestui Ghid. Lucrarea mai este destinată cursanților din cadrul cursurilor de formare profesională continuă „Robotică și mecatonică (Educație pentru Drone (eDrone))” și studenților Facultății de Fizică și Inginerie, specialitatea 0710.2 - Inginerie și managementul calității, la disciplinele Metrologia mediului ambiant și Sisteme informaționale de măsurări. De asemenea, se menține o colaborare eficientă cu partenerii de la DanAero (Saves Grup SRL), cu participarea cărora au fost realizate în continuare prospecțiuni aeriene în regiunile de cercetare. Mai mult ca atât, acești parteneri sunt formatori ai cursurilor de formare profesională continuă „Robotică și mecatonică (Educație pentru Drone (eDrone))” și 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.

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 un articol publicat în parteneriat cu colegii de la City University of New York din SUA privind influența umidității aerului asupra conductibilității electrice a structurii $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ pe substrat de GaS. De asemenea, Universitățile degli Studi del Sannio di Benevento din Italia rămâne a fi un alt partener strategic în domeniul sistemelor de măsurare de înaltă precizie. În anul 2022 a fost începută o nouă colaborare de succes cu cercetătorii din cadrul Facultăților de Fizică de la Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași și Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca în domeniul microscopiei de fluorescență, echipamentul de cercetare respectiv fiind absent în Republica Moldova. Astfel, au fost efectuate la Cluj-Napoca măsurători pe două sisteme de analiză microscopică, RCM și FLIM, fiind determinat timpul de viață de fluorescență pentru particulele solide de poluanți colectate la Chișinău. În parteneriat cu colegii din România au fost elaborate mai multe publicații științifice comune cu impact internațional, iar în parteneriat cu cercetătorii de la Universitățile degli Studi del Sannio a fost elaborat și câștigat în bază de concurs proiectul multianual de cercetare NATO Știință pentru Pace și Securitate (SPS) „Tehnologii Avansate pentru Reziliență Fizică a Infrastructurilor Critice (APRIORI)”, care este implementat la USM în perioada 1 noiembrie 2023 – 31 octombrie 2026. Director de proiect este Dr. Veaceslav Sprincean, conferențiar universitar la Facultatea de Fizică și Inginerie a USM. Partenerii proiectului sunt Universitățile degli Studi del Sannio și Universitatea Cassino și Lazio de Sud din Italia, Universitatea Zilina din Slovacia și Universitatea Tehnică din Riga, Letonia. Acest proiect are drept obiectiv îmbunătățirea rezilienței în infrastructurile critice din Republica Moldova și statele Uniunii Europene. Reziliența este studiată într-un ciclu complet de cercetare, care include fazele de planificare, monitorizare și evaluare a amenințărilor, precum și modelarea și analiza riscurilor naturale și antropice. Principalele sarcini ale proiectului sunt axate pe identificarea metodologiilor, procedurilor, instruirea pentru sporirea rezilienței; dezvoltarea unui instrument web avansat pentru evaluarea rezilienței; dezvoltarea tehnologiilor pentru monitorizarea spectrului de frecvențe radio și evaluarea amenințărilor respective; dezvoltarea platformelor robotizate pentru inspecția și supravegherea infrastructurii critice. În special, va fi modernizată infrastructura de cercetare a Laboratorului nostru de cercetări științifice „Fizica Mediului și Modelarea Sistemelor Complexe” în valoare de circa 1 milion de lei. De asemenea, beneficiari direcți ai rezultatelor proiectului sunt următorii utilizatori finali din Republica

Moldova: Academia Militară a Forțelor Armate „Alexandru cel Bun” din Republica Moldova, precum și companiile sus-menționate DanAero/ Saves Grup și Pride System, care sunt și partenerii naționali ai echipei noastre de proiect.

8. Dificultățile în realizarea proiectului

Putem constata, cu regret, că în anii 2022 și 2023 nu au fost realizate procurări din finanțarea instituțională a echipamentului de cercetare corelate cu obiectivele proiectului. În anul 2023 nu a fost realizată nici cofinanțarea proiectului.

9. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații (obligatoriu)

Monografie internațională, capitol în monografie internațională – 2

1. DAPONTE, P., PALADI, F. (editors). Monitoring and protection of critical infrastructure by unmanned systems (ISBN 978-1-64368-376-8, vol. 63 of NATO Science for Peace and Security Series - D: Information and Communication Security). Amsterdam: IOS Press, 2023. 238 p. <https://www.iospress.com/catalog/books/monitoring-and-protection-of-critical-infrastructure-by-unmanned-systems>
2. SPRINCEAN, V., CHIRITA, A., LEONTIE, L., ASTILEAN, S., FOCSAN, M., CRACIUN, A.M., PALADI, A., ANDRUH, V., PALADI, F. Advanced physical technologies with the UVS application in environmental security. In: *Monitoring and protection of critical infrastructure by unmanned systems* (Daponte P., Paladi F., editors; 238 p. ISBN 978-1-64368-376-8, vol. 63 of NATO Science for Peace and Security Series - D: Information and Communication Security). Amsterdam: IOS Press, 2023, doi: 10.3233/NICSP230008, p.101-113.

Articole în reviste științifice – 26

în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS – 15

3. SPRINCEAN, V., QIU, H., LUPAN, O., TJARDTS, T., PETERSEN, D., VEZIROGLU, S., ADELUBG, R., CARAMAN, M. Synthesis and properties of β -Ga₂O₃ nanowires and nanosheets on doped GaS: Mn substrates. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 2024, vol.172, 108040, <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2023.108040>, IF=4.1
4. SPRINCEAN, V., LEONTIE, L., CARAMAN, I., LUPAN, O., ADELING, R., GURLUI, S., CARLESCU, A., DOROFTEI, C., CARAMAN, M. Preparation, Chemical Composition, and Optical Properties of (β -Ga₂O₃ Composite Thin Films)/(Ga_xSe_{1-x} Lamellar Solid Solutions) Nanostructures. *Nanomaterials*, 2023, vol.13(14), 2052, <https://doi.org/10.3390/nano13142052>, IF=5.3
5. BARSUK, A.A., PALADI, F. On parametric representation of brachistochrone problem with Coulomb friction. In: *International Journal of Non-Linear Mechanics*, Elsevier. 2023, vol. 148, 104265, 8 p., <https://doi.org/10.1016/j.ijnonlinmec.2022.104265>, IF=3.2.
6. SPRINCEAN, V., CARAMAN, M., QIU, H., TJARDTS, T., SEREACOV, A., AKTAS, C., ADELUNG, R., LUPAN, O. Photodetector Based on β -Ga₂O₃ Nanowires on Ga_xSe_{1-x} Solid Solution Substrate. In: Sontea, V., Tiginyanu, I., Railean, S. (editors) 6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. ICNBME 2023. In: *IFMBE*

- Proceedings*, vol. 91. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42775-6_26.
7. BARSUK, A.A., PALADI, F. On parametric representation of the Newton's aerodynamic problem. In: *Heliyon: Physical and Applied Sciences*, Elsevier and Cell Press. 2023, vol. 9, no. 6, e16721, 8 p., <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16721>, IF=4.0.
 8. SPRINCEAN, V., CHIRITA, A., ASTILEAN, S., FOCSAN, M., CRACIUN, A.M., PALADI, F. Airborne pollutants collection and analysis based on their fluorescence spectral measurements. In: *Discover Environment*, Springer. 2023 (în tipar).
 9. SPRINCEAN, V., PALADI, A., ANDRUH, V., CHIRITA, A., PALADI, F. UAV-based monitoring and AFM analysis of airborne pollutants. In: *IEEE Xplore*. 2022, p.1-6, doi: 10.1109/MetroAeroSpace54187.2022.9855944.
 10. BARSUK, A.A., PALADI, F. Sensitivity analysis of the equilibrium states of multi-dimensional dynamical systems for ordinary and bifurcation parameter values. In: *The European Physical Journal B: Condensed Matter and Complex Systems*, Springer. 2022, vol. 95, no. 3, 54, 14 p., <https://doi.org/10.1140/epjb/s10051-022-00276-2>, IF=1,398.
 11. SPRINCEAN, V., LEONTIE, L., CARAMAN, Iu., UNTILA, D., GIRTAN, M., GURLUI, S., LISNIC, P., DOROFTEI, C., CARLESCU, A., IACOMI, F., CARAMAN, M. Optical and photosensitive properties of flexible n(p)-InSe/In₂O₃ heterojunctions. In: *Materials*, MDPI. 2022, vol. 15, no. 9, 3140, 13 p., <https://doi.org/10.3390/ma15093140>, IF=3,748.
 12. SPRINCEAN, V., CARAMAN, M., SPATARU, T., FERNANDEZ, F., PALADI, F. Influence of the air humidity on the electrical conductivity of the β -Ga₂O₃-GaS structure: air humidity sensor. In: *Applied Physics A*, Springer. 2022, vol.128, no.4, 303, 7 p., <https://doi.org/10.1007/s00339-022-05402-6>, IF=2,983.
 13. 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.
 14. 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.
 15. 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.
 16. CHIRITA, A. Reflectance spectra of plant leaves obtained by remote sensing. *Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications*. 2020, vol. 14, no. 7-8, p. 333-337. ISSN 1842-6573.
 17. SPRINCEAN, V., PALADI, A., BULIMAGA, T., PALADI, F. UVS in monitoring of environmental factors. *IEEE Xplore*. 2020, IEEE catalogue no. CFP2032W-USB, p. 78-83.
- în reviste din Registrul Național al revistelor de profil (Categorie B) – 6*
18. BÎRSAN, A., SPRINCEAN, V., GANEA, I. Oportunități de utilizare în practică a tehnologiilor inteligente în evaluarea unor variabile biologice. *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii)*, 2023, 171.1: 53-64. [https://doi.org/10.59295/sum1\(171\)2023_07](https://doi.org/10.59295/sum1(171)2023_07) CZU: 629.73:581.9:502.62(478)
 19. GLADCHI, V. Starea vremii în municipiul Chișinău în anii 2011 și 2021. Studiul comparativ. In: *Studia Universitatis Moldaviae, seria „Științe reale și ale naturii”*. 2022, nr.

6 (151), ISSN 1857-498X, p. 132-137.

20. GLADCHI, V. Dinamica poluării aerului atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova în perioada anilor 2015-2019. În: *Studia Universitatis Moldaviae, seria „Științe reale și ale naturii”*. 2021, nr. 6 (146), ISSN 1857-498X, p. 119-125.
21. BULIMAGA, T., SPRINCEAN, V., PALADI, A., SAVVA, M., PALADI, F. Consolidarea triumphiului cunoașterii „Educație-Cercetare-Inovare” la USM. Studiu de caz. *Studia Universitatis Moldaviae, seria „Științe exacte și economice”*. 2020, nr. 2(132), p. 8-16. ISSN 2345-1033.
22. GLADCHI, V. Poluarea atmosferei și participarea poluanților în procesele ecochimice din aer. *Studia Universitatis Moldaviae, seria „Științe reale și ale naturii”*. 2020, nr. 1(131), p. 16-23. ISSN 1857-498X.
23. SPRINCEAN, V., CARAMAN, M., CHIRIȚA, A., PALADI, F. Determinarea stadiului de vegetație, a calității și tipului solului prin măsurări ale spectrelor optice. *Studia Universitatis Moldaviae, seria „Științe exacte și economice”*. 2020, nr. 7(137), p. 3-7. ISSN 2345-1033.

Articole publicate în lucrările manifestărilor științifice cu participare internațională – 5

24. БАРСУК, А.А., ПАЛАДИ, Ф. Параметрическое представление, бифуркационный и асимптотический анализ решений кубического уравнения с вещественными коэффициентами. În: Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare” dedicată Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, 9-10 noiembrie 2023, Seria „Științe ale naturii și exacte”, CZU: 517.957, (în tipar).
46. CHIRITA Arcadi, SPRINCEAN Veaceslav, PALADI Florentin. Colectarea microparticulelor solide din atmosfera pentru cercetarea proceselor de poluare a aerului. În: Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare” dedicată Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, 9-10 noiembrie 2023, Seria „Științe ale naturii și exacte”, CZU: 535.3.082.5:551.51:502.3, (în tipar).
47. Veaceslav SPRINCEAN, Arcadi CHIRIȚA, Mihail CARAMAN. Fotoluminescența – metodă experimentală de caracterizare a factorilor de mediu. În: Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare” dedicată Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, 9-10 noiembrie 2023, Seria „Științe ale naturii și exacte”, CZU: 535.37:502.1, (în tipar).
48. JALENCU, Marian. Semnificația valorii comerciale a rezultatelor științifice ale proiectelor de transfer tehnologic. În: Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare” dedicată Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, 9-10 noiembrie 2023, pp., CZU: 378.4:001.894, Seria „Științe ale naturii și exacte”, ISBN
49. MOȘNEAGA, Alisa, LOZOVANU, Petru. Metode de stimulare a activității biologice a culturilor agricole cu factori fizici. În: Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare” dedicată Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, 9-10 noiembrie 2023, pp., Seria „Științe ale naturii și exacte”, CZU: 631.53.027.3, (în tipar).

25. SPRINCEAN, V., LEU, A., BUIMESTRU, R., SAVVA, M., ANDRUH, V., CARAMAN, M., JALENCU, M., PALADI, F. An ICT solution for the real-time environmental monitoring and instant alert. In: *Proceedings of the 18th International Conference of Constructive Design and Technological Optimization in Machine Building (OPROTEH), 11-13 mai 2023, Bacău, România*, p. 97-98, <https://oproteh.ub.ro/assets/abstracts2023.pdf?v=ja783>, p. 97-98.
26. SPRINCEAN, V., LEONTIE, L., LUPAN, O., ADELUNG, R., GIRTAN, M., GURLUI, S., CARLESCU, A., CARAMAN, M. Preparation and optical properties of β -Ga₂O₃/ZnO nanocomposite as a photocatalyst for the efficient degradation of organic compounds under the action of ultraviolet radiation. In: *EMRS Spring Meeting Virtual Conference, 29 mai - 2 iunie 2023* (lucrarea 17-1491), https://www.european-mrs.com/sites/default/files/symposium/pdf/program_symposium_c.pdf
27. SPRINCEAN, V., LEU, A., BUIMESTRU, R., CARAMAN, M., ANDRUH, V., JALENCU, M., SAVVA, M., PALADI, F. Real-time monitoring and instant alert smart platform. In: *Proceedings of the 15th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, 11-12 mai 2023, Iași, România*, p. 150-151.
28. SPRINCEAN, V., LEU, A., BUIMESTRU, R., SAVVA, M., ANDRUH, V., JALENCU, M., CARAMAN, M., PALADI, F. *eALERT* platform with autonomous stations for real-time environmental monitoring based on the LoRaWAN technology. In: *Catalog oficial al Salonului Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA”, ediția a IX-a, 15-17 iunie 2023, Timișoara, România*, p. 131.
29. SPRINCEAN, V., LEU, A., BUIMESTRU, R., SAVVA, M., ANDRUH, V., JALENCU, M., CARAMAN, M., BARSUK, A., PALADI, F. The national *eALERT* platform for instant warning of the population in case of natural hazards based on LoRaWAN technology. In: *Catalog oficial InventCor, 4th International Exhibition InventCor, Deva, Romania, 14-16 septembrie 2023*, p. 100-101.
30. SPRINCEAN, V., LEU, A., BUIMESTRU, R., SAVVA, M., ANDRUH, V., JALENCU, M., CARAMAN, M., CIOBU, V., BARSUK, A., PALADI, F. The *eALERT* user guide and the national instant warning platform for natural hazards. In: *Proceedings of the 21st edition of the International Exhibition of Research, Innovations and Inventions PRO INVENT, 25-27 octombrie 2023, Cluj-Napoca, România*, p. 239-240.
31. SPRINCEAN, V., LEU, A., PALADI, F. *eALERT* platform for real-time monitoring. In: *Proceedings of the 17th International Conference of Constructive Design and Technological Optimization in Machine Building (OPROTEH), 25-27 mai 2022, Bacău, România*, p. 101-102 ISSN 2457-3388.
32. CHIRITA, A., SPRINCEAN, V., PALADI, A., ANDRUH, V., SAVVA, M., BULIMAGA, T., JALENCU, M., PALADI, F. Method for collecting solid particles of air pollutants. In: *Proceedings of the 14th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, 26-28 mai 2022, Iași, România*, p. 163. ISSN: 2601-4564.
33. SPRINCEAN, V., LEONTIE, L., GURLUI, S.-O., LUPAN, O., HANSEN, S., ADELING, R., BRANISTE, T., CARAMAN, M. Preparation, characterization and optical properties of β -Ga₂O₂ nano-formations on Ga₂Se₂ substrate for nanoelectronics. In: *EMRS Spring Meeting Virtual Conference, 30 mai - 3 iunie 2022, C 13.35*, [https://www.european-](https://www.european-mrs.com/sites/default/files/symposium/pdf/program_symposium_c.pdf)

mrs.com/sites/default/files/symposium/pdf/program_sympo_c.pdf.

34. VATAVU, E., DMITROGLO, L., SPRINCEAN, V., SPOIALA, D., LECA, L., CARAMAN, M., VATAVU, S. n-Ga₂O₃/p-GaSe heterojunctions: preparation technology vs optical and photoelectrical. In: *EMRS Spring Meeting Virtual Conference, 30 mai - 3 iunie 2022*, N 7.9,
https://www.european-mrs.com/sites/default/files/symposium/pdf/program_sympo_n.pdf
35. CHIRITA, A., SPRINCEAN, V., LEU, A., BUIMESTRU, R., ANDRUH, V., PALADI, A., SAVVA, M., BULIMAGA, T., JALENCU, M., PALADI, F.. Advances in environmental monitoring and identification of airborne pollutants. In: *Proceedings of the 26th International Exhibition of Inventions INVENTICA, 22-24 iunie 2022, Iași, România*, p. 221. ISSN: 1844-7880.
36. CHIRITA, A., SPRINCEAN, V., LEU, A., BUIMESTRU, R., ANDRUH, V., PALADI, A., SAVVA, M., BULIMAGA, T., JALENCU, M., PALADI, F.. Method for collecting solid particles of air pollutants and real-time monitoring. In: *Catalog oficial al Salonului Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA”, 8-10 octombrie 2022, Timișoara, România*, p. 74-75. CZU: 001.894.
37. SPRINCEAN, V., LEU, A., CHIRITA, A., BUIMESTRU, R., ANDRUH, V., PALADI, A., SAVVA, M., BULIMAGA, T., JALENCU, M., PALADI, F. Real-time environmental monitoring and characterization of airborne pollutants. In: *Proceedings of the 20th edition of the International Exhibition of Research, Innovations and Inventions PRO INVENT, 26-28 octombrie 2022, Cluj-Napoca, România*, p. 188. ISSN: 2810-2789.
38. 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 46th International Conference of the Middle European Cooperation in Statistical Physics (MECO46). Riga, Latvia, 2021*, p.93, <https://mec46.sciencesconf.org>
39. 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.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. 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.
44. BULIMAGA, T., SPRINCEAN, V., PALADI, A., SAVVA, M., PALADI, F. Advanced physical technologies with UVS application in monitoring and modelling of environmental

factors – excellent experience of knowledge and tech transfer. In: *Proceedings of the 24th International Exhibition of Inventions INVENTICA 2020, 29-31 July 2020, Iași, România*. Iași, 2020, p. 398. ISSN 1844-7880.

45. SPRINCEAN, V., BULIMAGA, T., PALADI, A., SAVVA, M., ANDRUH, V., PALADI, F. Monitoring, modeling and forecasting of the environmental factors. In: *Catalog oficial al Salonului Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA”, 13-15 octombrie 2020, Timișoara, România*. Timișoara, 2020, p. 77. ISBN 978-606-35-0386-3.
46. SPRINCEAN, V., PALADI, A., PALADI, F. UVS in environmental monitoring and pollution control. In: *Proceedings of the 12th European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2020, 21-23 mai 2020, Iași, România*. Iași, 2020, p. 188. ISSN online: 2601-4572.

În lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională – 19

47. SPRINCEAN, V., LEU, A., BUIMESTRU, R., SAVVA, M., ANDRUH, V., JALENCU, M., CARAMAN, M., CIOBU, V., BARSUC, A., PALADI, F. The national platform for instant warning of the population in case of natural hazards and the *eALERT* user guide. În: *Catalog oficial „INFOINVENT 2023”, Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, Chișinău, 22-24 noiembrie 2023*, p. 183-184.
48. PALADI, F., BARSUC, A. Analysis of solutions for the systems of nonlinear equations depending on parameters. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”, Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10-11 noiembrie 2022, Chișinău, Republica Moldova*. Chișinău: CEP USM, p. 215-217. CZU: 531.33.
49. BARSUC, A., PALADI, F. On systems of nonlinear equations depending on parameters. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”, Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10-11 noiembrie 2022, Chișinău, Republica Moldova*. Chișinău: CEP USM, p. 218-220. CZU: 531.33.
50. GLADCHI, V. Schimbările climatice în municipiul Chișinău. Comparația vremii în anii 2011 și 2021. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”, Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10-11 noiembrie 2022, Chișinău, Republica Moldova*. Chișinău: CEP USM, p. 215-217. CZU: 504.3.054(478).
51. SPRINCEAN, V., CHIRIȚA, A., CARAMAN, M., PALADI, F. Reflexia difuză și fotoluminescența frunzelor de viță de vie în diferite perioade de vegetație a plantelor. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”, Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10-11 noiembrie 2022, Chișinău, Republica Moldova*. Chișinău: CEP USM, p. 224-226. CZU: 535.37:574.
52. CHIRIȚA, A., SPRINCEAN, V., SAVVA, M., PALADI, F. Detectarea semnalelor de fluorescență a plantelor la distanță cu folosirea UAV. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”, Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10-11 noiembrie 2022, Chișinău, Republica Moldova*. Chișinău: CEP USM, p. 224-226. CZU: 535.37:574.
53. LEU, A., JALENCU, M., SAVVA, M., CARAMAN, M., PALADI, F., SPRINCEAN, V. Impactul economic și de mediu al platformei *eALERT* pentru monitorizarea în timp real a calității aerului. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare*

- prin Cercetare și Inovare", Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10-11 noiembrie 2022, Chișinău, Republica Moldova. Chișinău: CEP USM, p. 224-226. CZU: 535.37:574.*
54. LOZOVANU, P., PALADI, F., BULIMAGA, T. Perspectiva utilizării nanoclusterilor de carbon Cn în prelevarea probelor din atmosferă. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”, Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10-11 noiembrie 2022, Chișinău, Republica Moldova. Chișinău: CEP USM, p. 224-226. CZU: 535.37:574.*
 55. MATVEEV, S., SPRINCEAN, V., VORNIC, V., Utilizarea UAV în cercetările arheologice din bazinul râului Cogâlnic. Situl Lipoveni II-la nisipărie. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”, Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10-11 noiembrie 2022, Chișinău, Republica Moldova. Chișinău: CEP USM, p. 224-226. CZU: 535.37:574.*
 56. SPRINCEAN, V., PALADI, A., ANDRUH, V., DANICI, A., LOZOVANU, P., PALADI, F. UAV-based monitoring and modeling of environmental factors. În: *Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, 17-20 noiembrie 2021, Chișinău, Moldova. 2021, p.239-240.*
 57. LOZOVANU, P., BULIMAGA, T., PALADI, F. Procedeu de recoltare a probelor de aer atmosferic. În: *Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, 17-20 noiembrie 2021, Chișinău, Moldova. 2021, p .*
 58. 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.*
 59. 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.*
 60. 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).*
 61. 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.*
 62. BARSUC, A., PALADI, F. Contribuții la studiul stabilității stărilor de echilibru ale sistemelor dinamice complexe. În: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”. Rezumate ale comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10–11 noiembrie 2020, USM, Chișinău, Republica Moldova, Chișinău:*

CEP USM, 2020, p. 263-266. ISBN 978-9975-152-48-8, 978-9975-152-50-1.

63. CHIRIȚA, A., CARAMAN, M., SPRINCEAN, V., PALADI, F. Cercetarea spectrelor de reflectanță a microobiectelor biologice la distanță. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”. Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10–11 noiembrie 2020, USM, Chișinău, Republica Moldova*, Chișinău: CEP USM, 2020, p. 272-273. ISBN 978-9975-152-48-8, 978-9975-152-50-1.
64. PALADI, F., BARSUC, A. Modelarea dinamicii de tranziție prin intermediul fluctuațiilor termice. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”. Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10–11 noiembrie 2020, USM, Chișinău, Republica Moldova*, Chișinău: CEP USM, 2020, p. 259-262. ISBN 978-9975-152-48-8, 978-9975-152-50-1.
65. SPRINCEAN, V., CARAMAN, M., CHIRIȚA, A., PALADI, F. Monitorizarea proceselor de dezvoltare a plantelor prin măsurări ale spectrelor optice. In: *Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”. Rezumatele comunicărilor: Științe ale naturii și exacte. 10–11 noiembrie 2020, USM, Chișinău, Republica Moldova*, Chișinău: CEP USM, 2020, p. 274-275. ISBN 978-9975-152-48-8, 978-9975-152-50-1.

Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții – 2

66. Brevet de invenție nr. 1706 din 31.07.2023. Denumirea obiectului: „Dispozitiv și procedeu de colectare a particulelor solide de poluanți din aer”. Autori: Arcadi Chirița, Veaceslav Sprincean, Florentin Paladi. Titularul drepturilor patrimoniale: Universitatea de Stat din Moldova.
67. Brevet de invenție nr.4816 din 27.04.2022. Denumirea obiectului: „Procedeu și instalație pentru prelevarea probelor de aer din atmosferă”. Autori: Lozovanu Petru, Paladi Florentin, Bulimaga Tatiana. Titularul drepturilor patrimoniale: Universitatea de Stat din Moldova.

Lucrări științifico-metodice și didactice – 1

68. SPRINCEAN, V., PALADI, F., LEU, A., JALENCU, M., SAVVA, M., CIOBU, V. Ghid de utilizare a platformei *eALERT* pentru monitorizarea mediului în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației din Chișinău în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase, Chișinău: CEP-USM, 2023. 98 p. (în tipar).

10. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor)

1. Dr. Savva Marianna, 18th International Conference of Constructive Design and Technological Optimization in Machine Building (OPROTEH 2023), Universitatea „Vasile Alecsandri” din Bacău, România, 11-13 mai 2023, *An ICT solution for the real-time environmental monitoring and instant alert*, comunicare orală, <https://oproteh.ub.ro/>.
2. Dr. conf.univ. Sprincean Veaceslav, Prezentarea la 24 octombrie 2023 în cadrul Sesiunii de informare NATO SPS în Republica Moldova a experienței echipei de proiect în organizarea cu succes în perioada 30 mai - 5 iunie 2022 a Simpozionului științifico-practic internațional „Monitorizarea și protecția infrastructurii critice cu ajutorul sistemelor fără pilot”, în

parteneriat cu Universitatea din Žilina (Slovacia), Universitatea Sannio din Benevento (Italia), Universitatea Sapienza din Roma (Italia), cu prezentarea tehnologiilor inteligente de ultimă generație în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu, precum și în prognozarea hazardurilor naturale și antropogene periculoase. Totodată, au fost trasate obiectivele noului proiect internațional de cercetare APRIORI pentru perioada 2023-2026, <https://ephysimlab.usm.md/spsatcg5816/index.html>.

3. Dr. conf.univ. Sprincean Veaceslav, Prezentarea la 10 noiembrie 2023, în cadrul Festivalului Științei organizat la Academia de Științe a Moldovei cu ocazia Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, a realizărilor echipei de proiect. Totodată, în cadrul ședinței festive de la AȘM dlui Dr., conf.univ. Veaceslav Sprincean i-a fost conferit titlul de Laureat al Premiului AȘM în domeniul Fizică „Vsevolod și Sveatoslav Moscalenco” pentru rezultatele științifice valoroase obținute în anii 2021-2022 în cadrul proiectului actual de cercetare și inovare, în conformitate cu Hotărârea Prezidiului AȘM nr. 232 din 6 noiembrie 2023, <https://www.asm.md/de-ziua-stiintei-asm-apreciaza-inalt-rezultatele-valoroase-si-abnegatia-celor-care-s-au-consacrat>.
4. Sprincean Veaceslav, doctor în științe fizice, 17th International Conference of Constructive Design and Technological Optimization in Machine Building (OPROTEH 2022), Universitatea „Vasile Alecsandri” din Bacău, România, 25-27 mai 2022, *eALERT platform for real-time monitoring*, comunicare orală, <https://oproteh.ub.ro/>.
5. Paladi Florentin, doctor habilitat în științe fizico-matematice, Simpozionul științifico-practic internațional „Monitorizarea și protecția infrastructurii critice cu ajutorul sistemelor fără pilot”, USM în parteneriat cu Universitatea din Žilina (Slovacia), Universitatea Sannio din Benevento (Italia) și Universitatea Sapienza din Roma (Italia), Chișinău, Moldova, 30 mai - 5 iunie 2022, *Advanced physical technologies with the UVS application in environmental security*, comunicare orală, <https://ephysimlab.usm.md/spsatcg5816/index.html>.
6. Sprincean Veaceslav, doctor în științe fizice, Prezentarea studiului de fezabilitate „Modernizarea învățământului superior TIC în Republica Moldova: Provocări și oportunități ale învățământului superior din Republica Moldova”, 22 iunie 2022, *Contribuție la educație pentru drone bazată pe proiectul Erasmus+ Educational for Drone (eDrone)*, comunicare orală.
7. Paladi Florentin, doctor habilitat în științe fizico-matematice, 2022 IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace (IEEE MetroAeroSpace 2022), Pisa, Italy, 27-29 iunie 2022, *UAV-based monitoring and AFM analysis of airborne pollutants*, comunicare orală.
8. 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, comunicare orală, <http://www.erasmusplus.md>
9. 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.

10. 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>

11. Aprecierea și recunoașterea rezultatelor obținute în proiect (premii, medalii, titluri, alte aprecieri). (Opțional)

1. SPRINCEAN Veaceslav, conducătorul de proiect, cercetător științific coordonator, Laureat al Premiului Academiei de Științe a Moldovei în domeniul Fizică „Vsevolod și Sveatoslav Moscalenco” pentru ciclul de lucrări „Materiale și metode fizice avansate, sisteme și dispozitive inovative pentru monitorizarea și modelarea calității mediului ambiant”, în conformitate cu Hotărârea Prezidiului AȘM nr. 232 din 6 noiembrie 2023 pentru rezultatele științifice obținute în perioada 2021-2022.
2. 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.
3. SPRINCEAN Veaceslav, *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.
4. *Medalie de argint*, Real-time monitoring and instant alert smart platform, Sprincean Veaceslav, Leu Alexei, Buimestru Roman, Caraman Mihail, Andruh Vasili, Jalencu Marian, Savva Marianna, Paladi Florentin. Expoziția Europeană a Creativității și Inovării „EUROINVENT 2023”, ediția XV, Iași, România, 11-12 mai 2023.
5. *Medalie de argint*, *eALERT* platform with autonomous stations for real-time environmental monitoring based on the LoRaWAN technology, Sprincean Veaceslav, Leu Alexei, Buimestru Roman, Savva Marianna, Andruh Vasili, Jalencu Marian, Caraman Mihail, Paladi Florentin. Salonul Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA”, ediția a IX-a, Timișoara, România, 15-17 iunie 2023.
6. *Medalie de aur*, The national *eALERT* platform for instant warning of the population in case of natural hazards based on LoRaWAN technology. Sprincean Veaceslav, Leu Alexei, Buimestru Roman, Savva Marianna, Andruh Vasili, Jalencu Marian, Caraman Mihail, Barsuk Alexandr, Paladi Florentin. 4th International Exhibition InventCor, Deva, Romania, 14-16 septembrie 2023.
7. *Medalia ProInvent și Diploma de excelență*, The *eALERT* user guide and the national instant warning platform for natural hazards, Sprincean Veaceslav, Leu Alexei, Buimestru Roman, Savva Marianna, Andruh Vasili, Jalencu Marian, Caraman Mihail, Ciobu Victor, Barsuk Alexandr A., Paladi Florentin. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției PRO INVENT, ediția a XXI-a, Cluj-Napoca, România, 25-27 octombrie 2023.
8. *Medalie de argint*, The national platform for instant warning of the population in case of natural hazards and the *eALERT* user guide. Sprincean Veaceslav, Leu Alexei, Buimestru Roman, Savva Marianna, Andruh Vasili, Jalencu Marian, Caraman Mihail, Barsuk Alexandr A., Paladi Florentin. Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, Chișinău, 22-24 noiembrie 2023.

9. *Medalie de aur*, Method for collecting solid particles of air pollutants, Chirita Arcadi, Sprincean Veaceslav, Paladi Adrian, Andruh Vasili, Savva Marianna, Bulimaga Tatiana, Jalencu Marian, Paladi Florentin. Expoziția Europeană a Creativității și Inovării „EUROINVENT 2022”, ediția XIV online, Iași, România, 26-28 mai 2022.
10. *Medalie de aur*, Advances in environmental monitoring and identification of airborne pollutants, Chirita Arcadi, Sprincean Veaceslav, Leu Alexei, Buimestru Roman, Andruh Vasili, Paladi Adrian, Savva Marianna, Bulimaga Tatiana, Jalencu Marian, Paladi Florentin. Salonul Internațional de Invenții „INVENTICA 2022”, ediția a XXVI-a, Iași, România, 22-24 iunie 2022.
11. *Medalie de argint*, Interconectarea stațiilor modulare, Vasili Andruh, Marianna Savva. Târgul Internațional de Invenții și Educație Creativă pentru Tineret (ICE-USV 2022), Suceava, România, 10-12 iulie 2022.
12. *Medalie de aur*, Method for collecting solid particles of air pollutants and real-time monitoring, Chirita Arcadi, Sprincean Veaceslav, Leu Alexei, Buimestru Roman, Andruh Vasili, Paladi Adrian, Savva Marianna, Bulimaga Tatiana, Jalencu Marian, Paladi Florentin. Salonul Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA”, ediția a VIII-a online, Timișoara, România, 8-10 octombrie 2022.
13. *Medalie de aur*, Real-time environmental monitoring and characterization of airborne pollutants, Sprincean Veaceslav, Leu Alexei, Chirita Arcadi, Buimestru Roman, Andruh Vasili, Paladi Adrian, Savva Marianna, Bulimaga Tatiana, Jalencu Marian, Paladi Florentin. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției PRO INVENT, ediția a XX-a, Cluj-Napoca, România, 26-28 octombrie 2022.
14. *Medalie de aur*, UAV-based monitoring and modeling of environmental factors, Sprincean Veaceslav, Paladi Adrian, Andruh Vasili, Danici Anton, Lozovanu Petru, Paladi Florentin. Expoziția Europeană a Creativității și Inovării „EUROINVENT 2021”, ediția XIII online, Iași, România, 20-22 mai 2021, Proceedings of the 13th Edition of EUROINVENT - European Exhibition of Creativity and Innovation, p.205-206.
15. *Medalie de aur*, Method and equipment for taking air samples in the atmosphere, Lozovanu Petru, Paladi Florentin, Bulimaga Tatiana. Expoziția Europeană a Creativității și Inovării „EUROINVENT 2021”, ediția XIII online, Iași, România, 20-22 mai 2021, Proceedings of the 13th Edition of EUROINVENT - European Exhibition of Creativity and Innovation, p.197.
16. *Medalie de argint*, Method and equipment for taking air samples in the atmosphere, Lozovanu Petru, Paladi Florentin, Bulimaga Tatiana. Salonul Internațional de Invenții „INVENTICA 2021”, ediția XXV online, Iași, România, 23-25 iunie 2021, Proceedings of the 25th International Exhibition of Inventions „INVENTICA 2021”, p.237.
17. *Medalie de argint*, Atmospheric air sampling process, Petru Lozovanu, Tatiana Bulimaga, Florentin Paladi. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției PRO INVENT, ediția a XIX-a, Cluj-Napoca, România, 20-22 octombrie 2021, Proceedings of the 19th edition of the International Exhibition of Research, Innovations and Inventions, p.259.
18. *Medalie de aur*, UAV-based monitoring and modeling of environmental factors, Sprincean Veaceslav, Paladi Adrian, Andruh Vasili, Danici Anton, Lozovanu Petru, Paladi Florentin. Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, Chișinău, 17-20 noiembrie 2021, Catalog oficial „INFOINVENT 2021”, p.244.

19. *Medalie de bronz*, Procedeu de recoltare a probelor de aer atmosferic, Petru Lozovanu, Tatiana Bulimaga, Florentin Paladi. Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT, Chișinău, 17-20 noiembrie 2021, Catalog oficial „INFOINVENT 2021”, p.55-56.
20. *Medalie de aur*, UVS in environmental monitoring and pollution control, Sprincean Veaceslav, Paladi Adrian, Paladi Florentin. Expoziția Europeană a Creativității și Inovării „EUROINVENT 2020”, ediția XII online, Iași, România, 21-23 mai 2020, Proceedings of the 12th Edition of EUROINVENT - European Exhibition of Creativity and Innovation, p.188.
21. *Medalie de aur*, Advanced physical technologies with UVS application in monitoring and modelling of environmental factors – excellent experience of knowledge and tech transfer, Bulimaga Tatiana, Sprincean Veaceslav, Paladi Adrian, Savva Marianna, Paladi Florentin. Salonul Internațional de Cercetare, Inovație și Transfer Tehnologic „INVENTICA 2020”, ediția XXIV online, Iași, România, 29-31 iulie 2020, Proceedings of the 24th International Exhibition of Inventions „INVENTICA 2020”, p.398.
22. *Medalie de aur*, Monitoring, modeling and forecasting of the environmental factors, Marianna Savva, Adrian Paladi, Vasili Andruh, Florentin Paladi. Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret (ICE-USV 2020), Suceava, România, 3-5 septembrie 2020.
23. *Medalie de argint*, Monitoring, modeling and forecasting of the environmental factors, Sprincean Veaceslav, Bulimaga Tatiana, Paladi Adrian, Savva Marianna, Andruh Vasili, Paladi Florentin. Salonul Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA”, ediția a VI-a online, Timișoara, România, 13-15 octombrie 2020, Catalog oficial al Salonului Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA”, p.77.

12. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media (Opțional):

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. 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 din data de 9 noiembrie 2023, cu participarea dlui acad. Ion Tighineanu, Președintele AȘM, <https://www.youtube.com/watch?v=6VmJ75LCi9E>. Reprezentanții mass-media au fost invitați la Simpozionul științifico-practic internațional „Monitorizarea și protecția infrastructurii critice cu ajutorul sistemelor fără pilot”, organizat la USM în perioada 30 mai – 5 iunie 2022 în parteneriat cu Universitatea din Žilina (Slovacia), Universitatea Sannio din Benevento (Italia) și Universitatea Sapienza din Roma (Italia), cu prezentarea tehnologiilor inteligente de ultimă generație în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu, precum și în prognozarea hazardurilor naturale și antropogene periculoase, <https://ephysimlab.usm.md/spsatcg5816/index.html>, inclusiv și la edițiile precedente ale 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.

13. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate pe parcursul anilor 2020-2023 de membrii echipei proiectului (Opțional)

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/>.

14. Materializarea rezultatelor obținute în proiect (cu specificarea aplicării în practică)

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 implementat în parteneriat proiectul de inovare și transfer tehnologic „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”, cu cifrul 22.80015.7007.262T.
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. Mai mult ca atât, interesele științifice au fost diversificate în anii 2022-2023 cu referire la managementul speciilor invazive de plante din Parcul Național Orhei cu utilizarea tehnologiilor moderne bazate pe drone, pentru a reduce din amenințarea la adresa diversității biologice sau alte consecințe nocive pentru mediu.
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.

15. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei

SPRINCEAN Veaceslav, doctor habilitat în științe fizice, conferențiar universitar, conducător al proiectului de inovare și transfer tehnologic 22.80015.7007.262T „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 (2022)”, co-director de proiect al țării partenere NATO în proiectul internațional de cercetare din cadrul programului NATO Știință pentru Pace și Securitate (SPS) „Tehnologii avansate pentru reziliență fizică a infrastructurilor critice (APRIORI)”, în parteneriat cu Università degli Studi del Sannio și Università Cassino și Lazio de Sud din Italia, Universitatea Zilina din Slovacia și Universitatea Tehnică din Riga, Letonia (01.11.2023 - 31.10.2026).

PALADI Florentin, doctor habilitat în științe fizico-matematice, Co-director de țară al proiectului internațional NATO.SPS.ATC.G5816 „*Monitoring and Protection of Critical Infrastructure Using Unmanned Systems*”, <https://ephysimlab.usm.md/spsatcg5816/> (eveniment transferat din 2021 în 2022); Expert pentru reforma învățământului superior în cadrul Programului Erasmus+ al Uniunii Europene; 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: Applied Nanoscience, Mathematical Reviews Database of the American Mathematical Society, Complexity, Intellectus etc.

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.

16. Recomandări, propuneri

Propunem creșterea finanțării cercetării și susținerea echipelor de cercetători cu rezultate performante la nivel internațional prin politici naționale sustenabile în domeniul cercetării, inovării și transferului tehnologic.

17. Concluzii

Aducem sincere mulțumiri membrilor echipei de proiect, precum și partenerilor noștri pentru activitatea prodigioasă și eficientă în implementarea obiectivelor proiectului.

Conducătorul de proiect

/SPRINCEAN Veaceslav

Data: 18.12.2023

LȘ



Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023 (obligatoriu)
Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu
Cifra 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). 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. A fost dezvoltată o tehnică nouă de înregistrare a fluorescenței plantelor sub excitație laser de la distanță, folosind aparate de zbor fără pilot. Au fost 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. 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 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaS:Zn}$ la iluminare cu lumina de zi (albă) și cu radiație din banda de absorbție fundamentală a compusului nanostructurat de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$, care demonstrează că acest compus poate fi utilizat în calitate de senzori de umiditate și ca receptori din regiunea UV. A fost demonstrat că, datorită proprietăților optice și fotosensibile, heterojuncțiunile flexibile $n(p)\text{-InSe/In}_2\text{O}_3$ sunt potrivite pentru aplicații optoelectronice. Au fost dezvoltate metodele multi-parametrice de modelare a tranzițiilor de fază în sistemele complexe și realizat studiul de stabilitate a stărilor de echilibru pentru sistemele dinamice, în particular cu aplicare la modelul Lotka-Volterra. A fost publicată rezolvarea riguroasă a problemei brahistocroniei cu aplicarea calculului variațional și reprezentarea soluțiilor în forma parametrică. 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. Au fost organizate 4 ediții ale Atelierului științifico-practic „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”, 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 elaborat site-ul proiectului și sunt publicate online rezultatele cercetărilor și materialele de diseminare, <http://ephysimlab.usm.md/>.

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_{10} and $PM_{2.5}$ fine particles, are provided for Chisinau city. Optical microscopy, Atomic Force Microscopy (AFM), and Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy (FLIM) are applied. 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. A new technique has been developed to record the fluorescence of plants under remote laser excitation using unmanned aerial vehicles (UAV). Laser radiation sources with wavelengths of 405 nm and 450 nm were 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. 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 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaS:Zn}$ structure upon daylight irradiation of the sample, and with radiation from the fundamental absorption band of the $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ nanostructured compound, which shows that this compound can be used as humidity sensors and as receptors in the UV region. It was proved that, due to their optical and photosensitive properties, the flexible heterojunctions $n(p)\text{-InSe/In}_2\text{O}_3$ are suitable for optoelectronic applications. 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 systems, in particular with application to the Lotka-Volterra model. The rigorous solution of the brachistochrone problem with application of the variational calculus and representation of the solutions in parametric form was published. 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. 4 editions of the Scientific-practical Workshop "Advanced Physical Technologies with the UVS application in Monitoring and Modeling of Environmental Factors" have been organized, 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 developed, and the research results and dissemination materials are published online, <http://ephysimlab.usm.md/>.

Volumul total al finanțării proiectului 2020-2023

Cifrul proiectului: 20.80009.7007.05

Anul	Finanțarea planificată (mii lei)	Finanțarea Executată (mii lei)	Cofinanțare (mii lei)
2020	553,0	553,0	50,0
2021	553,0	553,0	50,0
2022	553,0	553,0	50,0
2023	659,7	659,7	
Total	2318,7	2318,7	150,0

Conducătorul de proiect

SPRINCEAN Veaceslav

Data: 18.12.2023

LS



Componenta echipei pe parcursul anilor 2020-2023

Lista executorilor, potențialul științific, inclusiv indicarea modificărilor echipei de cercetare pe durata Programului de stat (*funcția în cadrul proiectului, titlul științific, semnătura executorilor la data de 31 decembrie 2023*)

Cifrul proiectului 20.80009.7007.05

Echipa proiectului conform contractului de finanțare 2020-2023						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Sprincean Veaceslav	1980	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2023
2.	Paladi Florentin	1971	dr.hab.	0,5	03.01.2020	31.12.2023
3.	Caraman Mihail	1941	dr.hab.	0,75	03.01.2020	31.12.2023
4.	Borsuc Alexandr	1944	dr.hab.	0,5	03.01.2020	31.12.2023
5.	Lozovanu Petru	1960	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2023
6.	Chirița Arcadii	1964	dr.	0,25	03.01.2020	31.12.2023
7.	Jalencu Marian	1970	dr.	0,25	01.10.2021	31.12.2023
8.	Savva Marianna	1990	dr.	1,0	04.01.2021	31.12.2023
9.	Andruh Vasili	1995	drd.	0,25	03.07.2020	31.12.2023
10.	Gladchi Viorica	1964	dr.	0,5	03.01.2020	31.12.2022
11.	Bulimaga Tatiana	1973		0,5	03.01.2020	31.12.2022

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform proiectului	18,2%
--	-------

Conducătorul de proiect  /SPRINCEAN Veaceslav

Data: 18.12.2023

LȘ



**Formular privind raportarea indicatorilor în cadrul proiectului Programe de Stat
pentru perioada 2020 – 2023, cifra 20.80009.7007.05**

Indicator 1	Rezultat				Indicator 2				Rezultat				Indicator 3				Rezultat			
	2020	2021	2022	2023					2020	2021	2022	2023					2020	2021	2022	2023
Nr. de cereri de brevete înregistrate în cadrul proiectului de cercetare finanțat	1		1		Nr. de brevete obținute în cadrul proiectului de cercetare finanțat						1	1	Procentul lucrărilor științifice aplicate în practică, din totalul lucrărilor publicate în cadrul proiectului de cercetare finanțat				25	25	25	25
Total	1		1								1	1					25	25	25	25

Conducătorul de proiect _____ SPRINCEAN Veaceslav

Data: 18.12.2023
LȘ

